

ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет
имени Г.В.Плеханова»

ПИЩЕВОЙ СТАТУС НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ И ЕГО РОЛЬ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Монография



ПАЛЕОТИП
Москва
2013

УДК 658(075.8)
ББК 65-983я73
E51

Авторы:

Елисеева Людмила Геннадьевна, д-р тех. наук, проф.,
Рыжакова Алла Владимировна, д-р тех. наук, проф.,
Махотина Ирина Алексеевна, канд. тех. наук, доц.,
Блинникова Ольга Михайловна, канд. тех. наук, доц.,
Белкин Юрий Дмитриевич,
Юрина Ольга Валерьевна

Елисеева, Л.Г.

E51 Пищевой статус населения России и его роль в обеспечении продовольственной безопасности : монография : В 2 ч. / Л.Г. Елисеева, А.В. Рыжакова, И.А. Махотина, О.М. Блинникова, Ю.Д. Белкин, О.В. Юрина. — М.: Издательство «Палеотип», 2013. — 408 с.

ISBN 978-5-94727-616-9

Настоящая монография посвящена анализу проблемы обеспечения полноценного пищевого статуса населения России на основе разработки новых технологий производства продовольственных товаров и пищевого сырья с высокой добавленной пищевой и биологической ценностью.

Во второй части монографии представлены результаты скрининга наиболее перспективных источников пищевых функциональных ингредиентов. Изучены факторы, формирующие качество и функционально-технологические свойства. Представлен анализ новых технологий производства полифункциональных пищевых ингредиентов из натурального сырья растительного происхождения и рассмотрены некоторые прогрессивные технологии производства натуральных комплексных поликомпонентных экологически безопасных пищевых продуктов с высокой добавленной пищевой ценностью, компенсирующих недостаток белков, витаминов, минеральных веществ, антиоксидантов и других биологически активных веществ в продуктах питания на основе сырьевых источников средней зоны Российской Федерации.

УДК 658(075.8)
ББК 65-983я73

ISBN 978-5-94727-616-9

© Колл. авторов, 2013
© Издательство «Палеотип», 2013

Содержание

Часть 1

ПИЩЕВОЙ СТАТУС НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ И ЕГО РОЛЬ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	6
Реферат	7
Основные термины и определения	9
Введение	11
1. Анализ пищевого статуса населения России	14
2. Сравнительная характеристика пищевой ценности перспективных источников пищевого белка	20
3. Сравнительная характеристика биологической ценности потенциальных источников пищевого белка растительного происхождения	31
4. Анализ и систематизация патентной литературы по проблеме производства и использования растительных белковых препаратов в пищевой промышленности	55
5. Показатели качества, биологической ценности и усвояемости пищевых белков в организме человека	58
5.1. Показатели биологической ценности пищевых продуктов, определяемые в опытах <i>in vivo</i>	62
5.2. Расчетные методы определения качества пищевых белков.....	65
5.3. Качество протеина. Методы определения качества протеина... 66	
6. Анализ санитарно-эпидемиологических и функционально- технологических требований, предъявляемых к новым источникам и видам пищевых белков	75
7. Анализ функционально-технологических требований, предъявляемых к новым источникам и видам пищевых белков.....	82
Анализ антиалиментарных факторов белковых препаратов растительного происхождения	84
9. Методы модификации функционально-технологических свойств белковых препаратов.....	103
10. Сравнительный анализ уровня конкурентоспособности потребительских свойств люпина отечественной селекции и сои.....	114
10.1. Основание диверсификации сырьевой линейки для производства растительных белковых препаратов.....	114
10.3. Характеристика потребительских свойств, пищевой ценности и безопасности люпина	126

10.4. Характеристики потребительских свойств и химического состава сортов люпина отечественной селекции	132
10.5. Характеристика пищевой ценности и безопасности люпина белорусской селекции	152
10.6. Сравнительный анализа пищевой ценности семян рекомендованного для производства пищевого белка сорта люпина и сои	155
10.7. Обоснование критериев конкурентоспособности семян рекомендованного сорта люпина и сои по показателям пищевой и биологической ценности	157
10.8. Сравнительная характеристика безопасности семян рекомендованного сорта люпина и сои	163
10.9. Характеристика антиалиментарных факторов белковых препаратов люпина и сои	165
11. Сравнительная характеристика безопасности разных видов белковых препаратов люпина отечественной селекции	170
12. Заключение о степени конкурентоспособности семян рекомендованного сорта люпина и сои по показателям пищевой и биологической ценности и безопасности	173
Список использованных источников	178

Часть 2

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ	198
Реферат	199
Введение	200
1. Сравнительный анализ химического состава перспективных источников традиционного и дикорастущего фитосырья средней зоны РФ. Изучение содержания основных витаминов в перспективных источниках традиционного и дикорастущего фитосырья средней зоны РФ	203
2. Содержание основных макро- и микроэлементов в перспективных источниках традиционного и дикорастущего фитосырья средней зоны РФ	237
3. Содержание биоантиоксидантов, биофлавоноидов, пищевых волокон и других биологически активных микронутриентов в перспективных источниках традиционного и дикорастущего фитосырья средней зоны РФ	266
4. Анализ современных технологий производства биологически активных соединений из фитосырья	300

5. Инновационная технология СВЧ-экстракции биологически активных веществ из фитосырья.....	324
6. Оптимизация технологии и режимов сушки препаратов полученных из фитосырья и технологии производства поликомпонентных функциональных пищевых продуктов	341
7. Оптимизация технологий производства порошков мелкоплодных томатов методом конвективно-вакуумно-импульсной сушки и производства обогащенных продуктов и управление их потребительскими свойствами.....	366
Заключение.....	393
Список использованных источников.....	394

Часть 1
Пищевой статус населения России
и его роль в обеспечении
продовольственной безопасности

Реферат

Настоящая монография посвящена анализу проблемы обеспечения полноценного пищевого статуса населения России на основе разработки новых технологий производства продовольственных товаров и пищевого сырья с высокой добавленной пищевой и биологической ценностью. В настоящее время в развитых странах, в т.ч. и России происходит стабильный рост потребления белка на душу населения, однако существующие мощности сельского хозяйства и пищевой промышленности не могут обеспечивать постоянно возрастающий уровень потребления. Причинами подобного роста потребления являются стремительное увеличение населения Земли и происходящий параллельно рост уровня жизни людей. В этих условиях экстенсивное хозяйствование более неэффективно, необходимо искать новые источники пищевого белка и микронутриентов пищи и осуществлять их технологическое внедрение.

Вторая часть монографии включает в себя информацию о возможных направлениях диверсификации пищевых источников белка. Изучены преимущества и недостатки новых тенденций в решении проблемы дефицита белка в мире. Рассмотрена эффективность производства белков животного и растительного происхождения. Подробно изучены проблемы производства пищевых белков растительного происхождения. Приведен сравнительный анализ биологической ценности, биологической эффективности, пищевой ценности, безопасности и усвояемости перспективных источников растительного белка. Изучены современные технологии модификации функционально-технологических характеристик белковых препаратов растительного происхождения. Рассмотрены потенциальные риски использования растительных белков пищу человека.

На основе анализа физических, химических, биологических и экономических факторов были выявлены научно обоснованные критерии конкурентоспособности и проведен сравнительный анализ уровня конкурентоспособности сои и люпина как источников пищевого белка.

В ходе исследования пищевой ценности семян различных бобовых культур было выявлено, что наибольшим содержанием белковых веществ обладают соя и люпин. В семенах люпина содержится меньше жиров и углеводов, что обеспечивает технологический процесс переработки семян, увеличиваются сроки годности белковых препаратов люпина. В отличие от бобов сои, в семенах люпина не установлено содержание глютена, вызывающего аллергические реакции, они имеют

самый низкий гликемический индекс из всех бобовых культур. Представлен сравнительный анализ потребительских свойств сортов люпина узколистного, обладающего наиболее предпочтительным в пищевом отношении химическим составом. Установлено, что различия между сортами по показателям содержания белков, жиров, углеводов, минеральных веществ и аминокислотному составу незначительны, однако имеются серьезные различия в содержании алкалоидов, которые ограничивают пищевое использование люпина. Рассмотрены технологии обработки семян люпина, направленные на снижение содержания гликозидов. Семена люпина практически не содержат лектинов, фитатов, глютена — веществ ухудшающих пищевые свойства сырья. Все сорта люпина получены методами традиционной селекции, что исключает появление на продовольственном рынке генетически модифицированных ингредиентов, безвредность которых для человеческого организма в настоящее время не доказана.

Ключевые слова: питание, белок, микронутриенты, витамины, микроэлементы, рыболовство, животноводство, растениеводство, бобовые культуры, соя, изолят, текстурат, люпин, биологическая ценность, безопасность, потребительские и функционально-технологические свойства, алиментарные факторы, гликозиды, алкалоиды, технология, модификация, пищевые риски.

Основные термины и определения

1. **Антиалиментарные факторы** - природные компоненты, присутствующие в пищевом сырье, а иногда и в продуктах питания в значительном количестве и оказывающие вредное воздействие на организм человека. Они могут избирательно ухудшать или блокировать усвоение нутриента.

2. **Белки** - высокомолекулярные азотсодержащие органические соединения, молекулы которых построены из остатков аминокислот.

3. **Белково-калорийная недостаточность** – общее название патологических состояний организма, развивающихся вследствие нехватки белка и низкой калорийности питания.

4. **Биологическая ценность белков** – показатель качества белка, определяемый аминокислотным составом и степенью усвоения белка.

5. **Биотехнология** - интеграция естественных и инженерных наук, позволяющая наиболее полно реализовать возможности живых организмов или их производные для создания и модификации продуктов или процессов различного назначения.

6. **Гидролизат растительного белка** – продукт гидролиза белков растительного происхождения, разрушенных кислотным, щелочным или ферментативным гидролизом до основных составляющих компонентов – аминокислот.

7. **Изолят** - наиболее рафинированный белковый продукт, содержание белка более 90%.

8. **Индукцированный автолиз** - частичное воспроизведение в промышленных условиях ферментативных процессов, протекающих при прорастании семян.

9. **Конструирование пищи** - способ решения проблемы белкового дефицита, путем обогащения традиционных продуктов белковыми препаратами растительного происхождения.

10. **Концентрат** – белковый продукт, полученный путем вымывания из «белого лепестка» всех растворимых веществ, содержание белка - 65-72%.

11. **Критический порог устойчивости биосферы** - верхний порог хозяйственной емкости биосферы, превышение которого нарушает устойчивость биоты и окружающей среды.

12. **Люпин** - однолетнее и многолетнее травянистое растение, дающее высокопитательную зеленую массу и плоды - кожистые бобы, с содержанием белка до 40%.

13. **Модификация белка** - частичный или полный гидролиз белка, для придания ему дополнительных или улучшения присущих ему свойств, с целью использования белка в качестве функциональной и вкусовой добавки к пище.

14. **Нативный белок** – белок, находящийся в природном состоянии, не модифицированный, сохранивший структуру, присущую ему в живой клетке.

15. **Незаменимые аминокислоты** - необходимые аминокислоты, которые не могут быть синтезированы в том или ином организме, в частности, в организме человека. Поэтому их поступление в организм с пищей необходимо.

16. **Новые формы белковой пищи** - это продукты питания, получаемые на основе различных белковых фракций продовольственного сырья с применением научно обоснованных способов переработки и имеющие определенный химический состав, структуру и свойства, включая биологическую ценность.

17. **Пищевой статус** - состояние организма, определяемое питанием в данных конкретных условиях. Пищевой статус может быть обычным, оптимальным, избыточным или недостаточным.

18. **Соя** - важнейшая белково-масличная культура.

19. **Текстурированный белок** - продукт экструзии обезжиренной соевой муки, имеющий пористую структуру, позволяющую связать и удерживать большее количество влаги. При гидратации приобретает структуру, подобную кусочкам мясного фарша. В составе фарша придает готовому продукту сочную, упругую консистенцию, при этом улучшается внешний вид и нарезаемость изделий.

20. **Функциональные пищевые продукты** - натуральные продукты, дополнительно обогащенные каким-либо функциональным ингредиентом; натуральные продукты, в которых исходные потенциальные функциональные ингредиенты модифицированы таким образом, что они начинают проявлять свои биологически активные физиологические свойства или они усиливаются; натуральные пищевые продукты, в которых в результате тех или иных модификаций биоусвояемость входящих в них функциональных ингредиентов увеличивается.

21. **Функциональные свойства белков** - физические и химические свойства белков, которые определяют их поведение в пищевых продуктах в процессе переработки, хранения и потреблении. Зависят от молекулярного строения и биохимических особенностей белка.

Введение

В настоящее время производимый в мире объем пищевой продукции не может в полной мере восполнить потребность в основных пищевых компонентах, в первую очередь это касается проблемы обеспечения населения Земли пищевым белком. Дефицит белка в оценивается в 10-мире составляет около 25 млн т в год. По данным Института питания РАМН, ежегодный дефицит пищевого белка в России превышает 1 млн т и среднелюдиной дефицит потребления белка составляет 30%. Полноценными являются белки животного происхождения (мясо и мясопродукты, молоко и молочные продукты, яйца, рыба, морепродукты). Эти белки усваиваются организмом человека на 93-98% и содержат полный набор незаменимых аминокислот в оптимальной для человека пропорции.

Практически все белки растений относятся к неполноценным, они дефицитны по тем или иным незаменимым аминокислотам и отличаются низкой степенью усвояемости – 62- 85%. Исключением являются белки бобовых культур, в т.ч. белки сои.

Одной из приоритетных задач современного экономического развития России является обеспечение продовольственной безопасности страны как незаменимой составляющей сохранения и укрепления здоровья граждан, обеспечения воспроизводства населения, ликвидации зависимости от зарубежных товаропроизводителей. Традиционным путем увеличения ресурсов пищевого белка является повышение производительности растениеводства и животноводства на основе технологий возделывания зернобобовых, масличных и злаковых культур, употребляемых как непосредственно в пищу, так и на корм скоту [1-12].

Ученые во всем мире считают, что одним из перспективных направлений в решении «белковой» проблемы является сформулированная в середине прошлого века и активно реализуемая в настоящее время стратегия прямой конверсии растительного белка в пищевые продукты. Растения рассматриваются как важный сырьевой источник пищевого белка. Разработаны технологии и внедрено крупнотоннажное производство растительных белковых препаратов, к которым относят муку, концентрат и изолят белка. Большой вклад в решение этой проблемы внесли работы отечественных ученых Толстогузова В.Б., Браудо Е.Е., Рогова И.А., Сизенко Е.И., Лисицына А.Б., Большакова О.В., Елисеевой Л.Г. и др. Одним из перспективных направлений в решении «белковой» проблемы является стратегия прямой конверсии растительного белка в пищевые продукты. Принцип глубокого фракциони-

рования при производстве белков долгое время оставался определяющим. Однако при производстве белковых изолятов из растительного сырья удаляются такие важные биологически активные вещества как витамины, микро- и макроэлементы, антиоксиданты, биофлавоноиды, пищевые волокна, недостаток которых приходится компенсировать в процессе последующего производства пищевых продуктов. В этой связи особое внимание уделяется разработке биотехнологических процессов получения из растительных объектов поликомпонентных белковых препаратов с модифицированными функционально-технологическими свойствами, соответствующими требованиям конкретных пищевых технологий.

В качестве источников растительного белка рекомендуется использовать многие виды растений. В настоящее время соя заняла монопольное положение на рынке в качестве основного источника растительного белка, это объясняется тем, что содержание белка в сое в 2-3 раза выше, чем в другом растительном сырье, она отличается низкой стоимостью продуктов, а также широким ассортиментом коммерческих белковых препаратов, отличающихся по составу, свойствам и назначению, характеризующихся ценовой доступностью. Учитывая, монопольное положение сои на рынке растительных белков, а также тот факт, что более 70% импортируемой сои является генетически модифицированной, во всем мире уделяется особое внимание расширению сырьевой базы и развитию промышленного производства новых конкурентоспособных источников растительного белка, с целью снижения зависимости международного рынка от единственного широкомаштабного производства белковой продукции из сои. На основании результатов исследований Смирновой-Иконниковой, по способности синтезировать и накапливать белок на первом месте находятся бобовые культуры, в ряду которых на втором месте после сои находится люпин. Мука, полученная из семян люпина, отличается высокой биологической ценностью, переваримостью, богата микроэлементами, витаминами и другими биологически активными веществами, а также характеризуется низким содержанием антиалиментарных компонентов. В настоящее время во многих странах, в том числе в США, ЕС, Австралии, Чили, в странах Восточной Европы и в России семена люпина рассматриваются в качестве конкурента сое и проводятся всесторонние исследования потребительских характеристик и технологических свойств разных видов и сортов люпина. Важным конкурентным преимуществом люпина для России, по сравнению с соей, является также его приспособленность к почвенно-климатическим условиям выращивания в большинстве регионов страны.

При разработке современной биотехнологии получения белковых препаратов люпина особое внимание уделяется максимальному сохранению всего комплекса биологически активных соединений и формированию необходимого уровня функционально-технологических характеристик препаратов. Новые белковые препараты с оптимизированными функциональными свойствами, полученные из семян люпина, могут быть успешно использованы для расширения производства комбинированных пищевых продуктов при соблюдении ряда необходимых принципов – взаимообогащения их пищевой и биологической ценности, сочетания технологических параметров, сохранения или улучшения органолептических показателей и снижения себестоимости производства.

Все вышеизложенное подтверждает актуальность и практическую значимость исследований, направленных на получение белковых препаратов люпина, обладающих высокой биологической ценностью и оптимизированными функциональными свойствами для производства комбинированных пищевых продуктов . [1-8].

1. Анализ пищевого статуса населения России

Удовлетворение потребностей человека в безопасном и адекватном питании большинство стран в мире считают одной из важнейших международных и государственных задач [8,9]. К началу нашей эры население планеты составляло около 200 млн. человек. Через 18 веков, к середине 19 века, оно достигло одного миллиарда. В 1976 население увеличилось до 4,0 млрд. человек. На начало 2008 года население планеты составило 6,7 млрд. человек (рис. 1) [10,11,12,13,14,15].

Прогнозы зарубежных ученых показывают, что в ближайшие десятилетия проблема нехватки продовольствия и его качества выйдет на первое место в мире. По оценкам ООН, численность населения Земли к 2050 г. составит 9 млрд. человек, что в 4 раза превышает критический порог устойчивости биосферы [11,16].

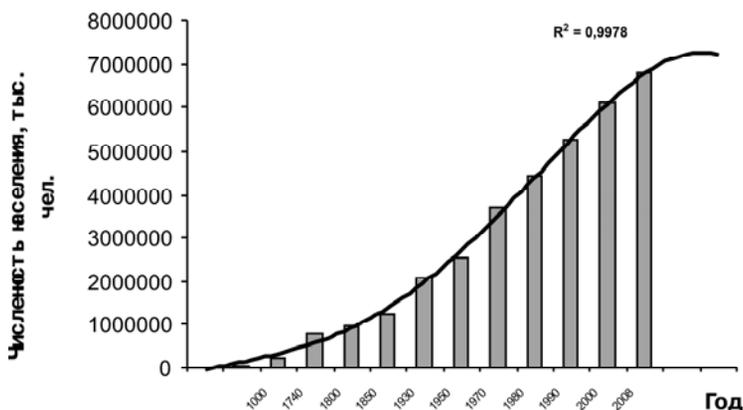


Рис. 1. Динамика численности населения в мире, тыс. человек

Продовольственная безопасность является основой благополучия, научно-технического развития и независимости каждого государства. Доступность продуктов питания для всего населения в необходимом количестве для активной и здоровой жизни - главное условие его существования и фактор социальной стабильности общества [8,17].

Принято считать, что здоровье человека на 10% зависит от фенотипа человека, на 20% от медицинского обслуживания, на 70% от качества питания и образа жизни [18].

Поэтому обеспечение рационального питания населения, обеспечивающего необходимый уровень его здоровья, трудоспособности, продолжительности жизни является важнейшей задачей государства в развитых странах.

По оценкам специалистов ВОЗ, к 2020 г. 2/3 всех заболеваний в мире будут составлять хронические неинфекционные заболевания, такие как ожирение, сахарный диабет, сердечно-сосудистая патология и др. Выявлена существенная причинно-следственная связь между питанием и перечисленными заболеваниями. По крайней мере, половина всех преждевременных смертей в возрасте до 65 лет вызывается болезнями, значительный вклад в которые вносит пищевой рацион [17].

Аналогичная ситуация наблюдается в Российской Федерации. В последние годы зарегистрировано увеличение заболеваемости населения из-за недостаточного и неполноценного питания и глобального загрязнения жизненного пространства. Количество болезней эндокринной системы, крови, кроветворных органов, нарушения обмена веществ, иммунной системы увеличилось за период с 1990 г. по 2013 г. более чем в 3 раза.

Изменение экологических и климатических условий в глобальных масштабах стали приводить к увеличению объемов гибели урожая в мировом агропромышленном производстве [19]. Особую озабоченность в проблеме формирования полноценного пищевого статуса населения вызывает недостаточность и неполноценность пищевого белка. Белки играют важнейшую роль в формировании пищевого статуса. Поступающие с пищей белки выполняют разнообразные функции в организме. Белки являются источниками аминокислот, в т.ч. незаменимых, которые используются для синтеза новых белков, необходимых организму. Аминокислоты являются предшественниками гормонов, порфиринов и целого ряда других соединений, необходимых организму. Помимо того белки выполняют важнейшую структурную функцию в организме.

В настоящее время более половины населения в мире ощущает в рационе питания острый дефицит пищевого белка, мировое производство животного белка в 4 раза меньше потребности в нем. Общий дефицит белка на планете составляет 10-25 млн. т год [20].

По данным ФАО/ВОЗ в развитых странах на одного человека в сутки приходится около 100 г белка, более чем в тридцати странах этот показатель составляет около 50 г, а во многих африканских странах количество белка на душу населения настолько низкое, что в этих странах ежегодно увеличивается смертность населения [21]. В последние 15-17 лет состояние здоровья россиян характеризуется крайне не-

готивными тенденциями. Растут общая заболеваемость и смертность, сокращается средняя продолжительность жизни, ухудшаются антропометрические показатели [18,22].

В 1962 г. ФАО и ВОЗ приняли для обозначения дефицита белка и энергии в питании человека термин «белково-калорийная недостаточность». Нехватка белка в питании была признана причиной многих болезней. При этом выделили три формы заболевания: 1) квашиоркор; 2) маразм, включая атрепсию, кахексию и тяжелые случаи потери массы тела; 3) неспецифические формы, включая голодание у взрослых людей и отечность.

Если сравнивать по регионам, то обеспечение мирового населения пищевым белком является неравномерным. Наиболее высокий уровень белкового питания в группе промышленно развитых стран: в ЕС среднесуточный подушевой уровень белка в питании населения в 2000-04 гг. составлял 107,8 г, в том числе 65,0 г животного белка; в США - 114,2 и 72,9 г; в Канаде – 106,1 г и 59,7 г соответственно. Среднедушевое суточное потребление животного белка в развивающихся странах не превышает 20 г, а в таком неблагоприятном регионе, как Сахельская зона, составляет всего 10,3 г [23].

В России в большинстве исследований у взрослого практически здорового населения установлен дефицит потребления пищевых веществ по сравнению с суточными рекомендуемыми дозами [24].

Определение физиологических потребностей человека в энергии и пищевых веществах – является основой нутрициологии. Задача фундаментальных исследований в области науки о питании состоит в расшифровке роли в процессе жизнедеятельности человека основных макро- и микронутриентов, а также минорных биологически активных веществ пищи. В России начало нутрициологии в XIX веке было заложено М.Н. Шатерниковым, учеником Сеченова, который в 1920 г. стал первым руководителем созданного Наркомздравом РСФСР Научно-исследовательского института физиологии питания. Под руководством ученицы Шатерникова М.Н. Молчановой О.П. В 1951 г. в России были разработаны и утверждены Минздравом СССР первые средние нормы потребностей населения в энергии, белках, жирах и углеводах. В 1968 г. на основании фундаментальных исследований в области биохимии питания под руководством академика АМН СССР А.А.Покровского были разработаны и утверждены Минздравом СССР нормы потребности различных групп населения в энергии, белках, жирах, углеводах. В этих нормах впервые были выделены группы детского населения. Учитываемые микронутриенты включали 6 витаминов и 4 минеральных элемента. На основании результатов дальнейших исследований в 1991 г. появились более

подробные, действующие до последнего времени, норы, разработанные под руководством академика РАМН Волгарева М.Н..

За прошедший период времени появились новые методические подходы и новые науки – геномика, протеомика, метоболомика. С использованием новых геномных и постгеномных технологий была расшифрована роль многих минорных компонентов пищи. Было установлено, что эти биологически активные вещества пищи ответственны за экспрессию генов, которые обеспечивают синтез соответствующих ферментных белков. Новые науки, такие как нутригеномика, нутрипротеомика и нутриметаболомика изучают влияние пищевых факторов на гены, информационные РНК, белки и метаболиты, присутствующие в организме человека. В этой связи, с определенной степенью условности, вводится новое понятие – «нутриом» - совокупность пищевых и биологически активных веществ, поступающих в организм с пищей и необходимых для обеспечения оптимального питания и функционирования живой системы.

На основании полученных новых научно-практических данных, нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах определяются как усредненная величина необходимого поступления пищевых и биологически активных веществ, обеспечивающих оптимальную реализацию физиолого-биохимических процессов, закрепленных в генотипе человека. Рекомендуемый уровень адекватного потребления – уровень суточного потребления пищевых и биологически активных веществ, установленный на основании расчетных или экспериментально определенных величин или оценок потребления пищевых и биологически активных веществ группами практически здоровых людей.

На основании указанных выше принципов 18 декабря 2008 г. Главным государственным санитарным врачом России Г.Г.Онищенко утверждены «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ» (МР 2.3.1.24.32-08), которые представляют собой усредненные величины необходимого поступления пищевых и биологически активных веществ, обеспечивающих оптимальную реализацию физиолого-биохимических процессов, закрепленных в генотипе человека. Утвержденные нормы базируются на эволюционных закономерностях, определяющих особенности обмена веществ в организме человека и являются основополагающим нормативным документом. «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ» являются государственным нормативным документом, определяющим величину физиологически обоснованных современной наукой о питании норм потребления незаменимых (эссенциальных) пищевых веществ и источников энергии, адекватные уровни потребления микро-

нутриентов и биологически активных веществ с установленным физиологическим действием. Указанные нормы являются научной базой для планирования объемов производства продовольственного сырья и пищевых продуктов в России, для разработки перспективных среднедушевых размеров потребления основных пищевых продуктов с учетом изменения социально-экономической ситуации и демографического состава населения, обеспечения продовольственной безопасности страны, для разработки рекомендаций по питанию различных групп населения и мер социальной защиты. Данные нормы применяются для обоснования составов специализированных и обогащенных пищевых продуктов, являются критериями оценки фактического питания.

В нормах потребления представлены величины потребности в энергии и пищевых веществах для лиц каждой выделяемой группы населения в зависимости от пола, возраста, профессиональных особенностей, женщин в период беременности и кормления ребенка, которые должны обеспечивать потребности каждой выделенной категории населения.

Нормы базируются на основных положениях концепции рационального питания:

- энергетическая ценность рациона должна соответствовать энерготратам организма;

- величина потребления основных пищевых веществ - белков, жиров и углеводов – должна находиться в пределах физиологически необходимых соотношений между ними. В рационе должно предусматриваться необходимое количество животных белков - источников незаменимых аминокислот, физиологические пропорции ненасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот, оптимальное количество витаминов;

- содержание макроэлементов и эссенциальных микроэлементов должно соответствовать физиологическим потребностям человека;

- содержание минорных и биологически активных веществ в пище должно соответствовать их адекватным уровням потребления.

В ходе подготовки новых норм была разработана формула оптимального питания «Нутриум 2008». Изменения в отношении макроэлементов в новых нормах по отношению к нормам 1991 г. незначительные: уточнены и дифференцированы потребности в жировом компоненте и углеводах. Новые нормы содержат существенные корректировки в отношении микронутриентов. Впервые вводятся и нормируются показатели адекватного поступления и норм физиологического потребления целого ряда микронутриентов биологически активных компонентов. Это позволяет создавать определенные гарантии для развития здорового детского и взрослого организма и поддерживать необходимый адаптационный потенциал. Не менее важным значением новых норм считается создание

определенной границы для недобросовестных производителей, т.к. в рецептуре функциональной пищи или биологически активных добавок могут содержаться только соединения, эффективность которых установлена на принципах доказательной медицины.

Новые нормы являются эталонной базой для сравнения при оценке фактического питания различных групп населения, позволяют осуществлять оценку индивидуальных потребностей при формировании лечебных и профилактических диет. Важное социальное значение обусловлено тем, что данные нормы позволяют осуществлять расчет минимальных наборов пищевых продуктов потребительской корзины, которая лежит в основе расчета минимальной заработной платы и пенсий. С учетом половозрастных характеристик можно точно рассчитывать потребность каждой группы населения в необходимом количестве пищевых веществ [25,26,27,28,29].

В ходе проведения исследований состояния питания различных групп населения было отмечено достоверное снижение уровня потребления белка, некоторых витаминов, минеральных элементов и других биологически активных веществ, полученные данные были близки к нижней границе допустимого минимума потребления [30,31].

В России дефицит потребления белка достигает 30- 40%, что составляет более 1,6 млн. т/год и в пересчете соответствует 5-6 млн. т мяса/год, что почти в два раза превышает годовой объем его производства в стране [20,23].

В пищевом статусе населения России постоянно увеличивается доля растительных белков, подавляющее большинство которых имеет разбалансированный аминокислотный состав (зерновые культуры, картофель, овощи). При этом доля бобовых культур, содержащих белки более высокой биологической ценности, занимает незначительный удельный вес [23,32,33].

В связи с вышесказанным, одной из основных задач, которую решают специалисты института питания РАМН, является разработка научной системы формирования рационального соотношения белков растительного и животного происхождения, разработка новых подходов и моделей обеспечения научно обоснованного рациона питания, включающего новые для России подходы конструирования структуры белкового питания, содержащей обоснованное соотношение белков различного происхождения.

Вторым важным направлением в решении данной проблемы является разработка и внедрение современных биотехнологий производства новых источников растительного белка с максимально сбалансированным аминокислотным составом [8,32,33,34,35].

2. Сравнительная характеристика пищевой ценности перспективных источников пищевого белка

Одной из приоритетных задач современного экономического развития России является обеспечение продовольственной безопасности страны как незаменимой составляющей сохранения и укрепления здоровья граждан, обеспечения воспроизводства населения, ликвидации зависимости от зарубежных товаропроизводителей.

В соответствии с концепцией оптимального питания особое значение в пищевом рационе человека имеют белки или протеины, высокомолекулярные азотсодержащие соединения. В организме они выполняют ряд важнейших функций: пластическую, гормональную, защитную, каталитическую и др. Все белки, используемые в питании человека, характеризуются рядом признаков: усвояемостью, биологической ценностью, качеством.

Белки являются основой всего живого на Земле. Каждая клетка живого организма, в том числе человеческого, содержит в своем составе белки. Человек получает белки из пищи. Потребность в белке – эволюционно сложившаяся доминанта в питании человека, обусловленная необходимостью обеспечивать оптимальный физиологический уровень поступления незаменимых аминокислот. При положительном азотистом балансе в периоды роста и развития организма, а также при интенсивных репаративных процессах потребность в белке на единицу массы тела выше, чем у взрослого здорового человека.

Физиологическая потребность в белке для взрослого населения – от 65 до 117 г/сутки, для мужчин, и от 58 до 87 г/сутки для женщин. Физиологические потребности в белке детей до 1 года – 2,2-2,9 г/кг массы тела, детей старше 1 года от 36 до 87 г/сутки.

Источниками полноценного белка, содержащего полный набор незаменимых аминокислот в количестве достаточном для биосинтеза белка в организме человека, являются продукты животного происхождения (молоко, молочные продукты, яйца, мясо и мясопродукты, рыба, морепродукты). Эти белки содержат полный набор незаменимых аминокислот в оптимальной для человека пропорции. По данным Онищенко Г.Г. для взрослых рекомендуемая в суточном рационе доля белков животного происхождения от общего количества белков – 50%. Для детей рекомендуемая в суточном рационе доля белков животного происхождения от общего количества белков – 60% [49].

Незаменимость эндогенного поступления белков в организм определена тем, что белки являются единственным источником компенсации расходуемых в метаболических процессах незаменимых аминокислот, несинтезируемых в организме человека [33,50].

В решении белковой проблемы можно выделить несколько традиционных путей. Расширение биоресурсов, отнесенных к объектам промышленного рыболовства и прибрежного рыболовства и биоресурсы внутренних водоемов.

С давних пор рыба и морепродукты были одной из составляющих питания населения России. Массовая доля белка в рыбе составляет 15-25%. Белки рыбы по своему строению и аминокислотному составу наиболее схожи с белками мяса. По содержанию незаменимых аминокислот белки рыбы представляют оптимальный аминокислотный состав пищи человека. Необходимо учитывать, что запасы рыбы и морепродуктов ограничены [32,51].

В настоящее время, по сравнению с прошлыми годами, значительно снизились объемы уловов и, следовательно, производство пищевых рыбных продуктов, что привело к уменьшению душевого потребления рыбы и морепродуктов с 22,4 кг в 1980 г. до 8-12 кг в 2010 г [52]. При этом объем производства отечественной рыбы составляет лишь половину, остальное — импорт. Объем рыбы, выращенной в условиях аквакультуры, занимает в России только 3% от общего количества. В Китае только за 2009 год было произведено 4 млн. тонн товарной рыбы, а в России за этот же период — 145 тысяч тонн [53]. В Европе на душу населения рыбы приходится 30 кг, а в Японии — 70 кг/чел.

Уже в 90-е годы мировое рыбное хозяйство достигло пределов добычи морского рыбного промысла по массовым видам водных биоресурсов. В этой связи решение продовольственной проблемы для многих развитых в рыболовном отношении стран (КНР, Норвегия, Вьетнам, Чили и др.) стало определяться активным развитием товарного рыболовства.

В последние годы ситуация с прогнозированием развития мирового рыболовства значительно осложняется процессом глобального потепления, результатом которого могут стать коренные изменения в сырьевой базе, как в плане общей биопродуктивности морей и океанов, так и в ее региональном распределении.

В сложившихся условиях вероятные перспективы увеличения производства продукции мирового рыболовства до 2015 г. оцениваются ФАО величинами, представленными в табл. 1.

В числе наиболее масштабных недоосваиваемых биоресурсов открытого океана бесспорно первое место занимают запасы антаркти-

ческого криля. Рекомендуемые допустимые уровни его добычи оцениваются величиной порядка 4 млн. т.

Таблица 1
Вероятные перспективы увеличения производства продукции мирового рыболовства до 2015 г. (по данным ФАО), млн. т.

Виды продукции	1999/2001	2010	2015
Продукция рыболовства	93,8	101,1	105,1
Продукция аквакультуры	35,6	57,8	66,8
Общая продукция	129,4	159,9	171,9
В т.ч. пищевая продукция	98,6	116,2	126,3
Непищевая продукция	30,8	42,7	45,6

Вторым существенным резервным ресурсом по объемам возможного вылова является запас чилийской ставриды в Южной части Тихого океана. По предварительным данным, вылов ставриды превысил 700 тыс. т. Большая часть его взята судами ЕС (нидерландская фирма Parlevliet & van der Plas) и Китая. Недоосвоенная часть запаса ставриды оценивается специалистами величиной порядка 2 млн. т. При существующих темпах наращивания вылова этот резерв будет выбран в ближайшие годы. Других сколь-нибудь значительных резервов биологических ресурсов у мирового рыболовства нет. Они существуют только у небольшого количества стран третьего мира, которые принимают все меры к изысканию финансовых и технических средств для расширения собственных промыслов на базе освоения прибрежных биоресурсов.

Ученые фиксируют снижение количества кислорода в атмосфере Земли. За последние 100 лет содержание кислорода в атмосфере уменьшилось почти на процент. При условии ежегодного 5-процентного роста потребления кислорода на промышленно-энергетические нужды, содержание его в атмосфере через 180 лет уменьшится на 2/3, а при ежегодном росте на 10% это произойдет уже через 100 лет. Но промышленная металлургия наращивает масштабы сжигания атмосферного кислорода.

Согласно исследованию WorldWatch Institute, более 50% живых организмов, и особенно морской рыбы, населяющих воды Мирового океана, пребывают на грани полного исчезновения и уничтожения. Быстро идет процесс закисления вод Мирового океана с гибелью многих видов морских водорослей, являющихся сегодня важным поставщиком атмосферного кислорода.

Жак Вебер, директор французского Института биоразнообразия отмечает: «Видовое разнообразие сокращается очень быстрыми темпами. Сегодня мы являемся свидетелями массового вымирания видов животных и растений и водных обитателей».

Развитие мирового рыбного хозяйства определяется развитием мирового рыболовства, которое находится под постоянным влиянием противоречивых факторов и обстоятельств. С одной стороны, происходит рост уловов в отдельных районах Мирового океана, динамичное развитие аквакультуры, расширение мировой торговли рыбными товарами, улучшение снабжения населения ряда стран рыбой и морепродуктами. С другой стороны, развитие морского рыболовства сопровождается переэксплуатацией многих наиболее ценных запасов.

Максимальные выловы были достигнуты за счет интенсификации промысла высокоурожайных поколений анчоусов и других видов у Тихоокеанского побережья Южной Америки, а главное - развития аквакультуры, как промышленного разведения и выращивания рыбы, других водных животных и растений с целью получения товарной продукции и пополнения их запасов в морях и пресноводных водоемах (в том числе специальных сооружениях с замкнутым водным оборотом), осуществляемые под контролем человека.

Мировая аквакультура в последние десятилетия активно наращивает объемы производства. Всего 10 лет назад продукция аквакультуры оценивалась величиной 26,4 млн. т, прирост составил 25,3 млн. т, или 95%, что обеспечило увеличение общей продукции рыболовства почти на 20%.

В производстве аквакультуры лидирует Китай, им произведено в аквакультуре 66,5% мирового объема рыбы и нерыбных водных животных, а также 12,7 млн. т водорослей и других водных растений. Второе и третье места по объемам производства в аквакультуре (с учетом водорослей) занимают Индия и Индонезия с объемами 2,84 и 2,12 млн. т соответственно. Из первого десятка стран по развитию аквакультуры восемь расположены в Юго-Восточной Азии - это, кроме уже названных, Вьетнам, Япония, Таиланд, Бангладеш и Мьянма. Из стран других регионов в число десяти входят только Чили и Норвегия. В целом, доля производства первых десяти стран в мировой аквакультуре составляет почти 90%.

В качестве важнейших сдерживающих факторов развития аквакультуры в других странах выступают проблемы экологии, рыбных кормов и болезней гидробионтов.

В экологическом плане масштабное развитие аквакультурных хозяйств в прибрежной зоне вызывает быструю деградацию морской среды вплоть до ее заражения отходами жизнедеятельности выращи-

ваемых организмов, что вызывает активное противодействие со стороны альтернативных морепользователей, прежде всего, представителей рекреационной индустрии, рыбаков прибрежного рыболовства и защитников окружающей среды. Реальным выходом из такого положения является вывод предприятий марикультуры в глубоководные районы, отдаленные от берегов. Однако это связано с удорожанием содержания хозяйств и повышением риска их разрушения во время штормов, что ведет к существенному повышению себестоимости и цены производимой продукции.

Рыбное хозяйство России все еще ориентируется на рост добычи водных биоресурсов преимущественно в сфере морского рыболовства, и этот сценарий является основным.

Российская специфика заключается в наличии больших запасов водных биоресурсов. При этом их более полное освоение является более эффективным, чем вложение средств в аквакультуру. С другой стороны, развитие аквакультуры в мире обеспечивается малым и часто семейным бизнесом.

Для современного рыбного хозяйства России характерно использование устаревшего и малопроизводительного оборудования, что обуславливает наличие разрыва в производительности труда между российскими и зарубежными рыболовными компаниями (Норвегии, Евросоюза, Японии и др.) в 3-4 раза и снижение возможностей ценовой конкурентоспособности по вылавливаемой и продаваемой морской рыбе.

В XXI в. спрос на рыбу в мире продолжает расти, и источником производства рыбных продуктов все более становится аквакультура. Достижения России в области аквакультуры не отвечают современным тенденциям.

Можно назвать основные причины, сдерживающие интенсивное развитие аквакультуры в России. Это - низкие конкурентоспособность и инвестиционная привлекательность рыбоводных предприятий, высокая степень износа основных фондов, слабая обеспеченность хозяйств высокопродуктивными породами объектов аквакультуры. Также этот вид рыбного бизнеса не относится к разряду «сверхприбыльных», поскольку инвестиции окупаются в срок до 10 лет, а рентабельность не превышает 10-12%.

Однако следует отметить, что биологи прогнозируют рост заболеваний среди водных биоресурсов не только во внутренних водоемах, но и на предприятиях мари-культуры (рыбные эпидемии в КНР, Вьетнаме и др.), что определяется как значительными климатическими изменениями, так и быстрым ростом загрязнений окружающей среды (и воды) вредными промышленными сбросами в реки и в море.

В последние годы прогнозные оценки для рыбного хозяйства России имели достаточно пессимистическое значение, особенно на фоне нарастающего массового старения рыболовных судов. Но после 2007 г. в силу повышения внимания Правительства РФ к проблемам продовольственной безопасности и необходимости присутствия России в Мировом океане и зонах иностранных государств, отмечен перелом в отраслевой рыбохозяйственной политике. С разработкой и принятием ряда инвестиционных ФЦП стало возможным планировать получение значимой государственной поддержки, например, в рыболовное судостроение и лизинг рыболовных судов российскими компаниями.

Современный многопрофильный рыбопромышленный комплекс России лишь в нижней части своей пирамидальной конфигурации имеет фундамент в виде «водных биологических ресурсов». Сам морской рыбный промысел и последующая рыбообработка базируются на сложной производственной и технологической базе, нуждающейся в современных инновациях и инвестициях.

Объемы вылова сырья, не имеющие промыслового значения достигают больших объемов, что привело к появлению новых биотехнологий получения белковых гидролизатов, аминокислотных концентратов из маломерного сырья или из рыбы выращенной в аквакультуре и других видов гидробионтов. В настоящее время это новое и активно развивающееся в России направление, которое в ближайшие 10 лет может служить перспективным источником полноценного белкового препарата, содержащего все незаменимые аминокислоты [54].

Проведенный анализ тенденций развития мирового рыбного бизнеса показывает нарастание депрессивности в морском рыбном бизнесе в том числе и в России, поэтому рассматривать продукцию рыбного промысла и аквакультуры как реальный источник пищевого белка для покрытия его дефицита в рамках обеспечения продовольственной безопасности России в настоящее время не представляется возможным [55].

Второй путь решения проблемы дефицита белка основан на повышении эффективности животноводства. При этом следует учесть, что на получение 1 кг животного белка требуется израсходовать 5—8 кг кормового белка. Коэффициенты трансформации растительных белков кормов в белки животных и птицы очень низкие. В процессе пищевой цепи теряется 60-75% белка [20].

На коллегии Минсельхоза России, подводившей итоги выполнения Госпрограммы «Развитие сельского хозяйства», отмечено, что ежегодно для ее реализации выделяются большие суммы денег (от 4 до 10 млрд.руб.) на экономически значимые региональные программы мясного и молочного животноводства.

В результате отмечен прирост производства мяса до 130 тыс. тонн, из них 90 тыс. тонн – птицы и более 45 тыс. тонн свинины.

Однако высококачественной говядины произведено менее 0,5 кг в год на душу населения.

Департамент животноводства и племенного дела Минсельхоза России прогнозирует к 2015 г. снижение производства говядины на 61,1 тыс. тонн. При этом производство всех видов скота и птицы увеличится по прогнозам Департамента более, чем на 2 млн. тонн.

Объем производства белков животного происхождения за последние 3 года в целом увеличивается, за исключением белка, полученного от крупного рогатого скота (табл. 2).

Таблица 2

Объемы производства мяса убойных животных и птицы в Российской Федерации за период 2008-2012 гг. (тыс. тонн)

Производство скота и птицы на убой в живом весе, тыс. тонн	2008 г. (факт)	Прогноз		
		2010 г.	2011 г.	2012 г.
В том числе:				
Крупный рогатый скот	264,7	260,0	259,3	259,5
Свиньи	201,9	232,6	250,8	274,9
Овцы и козы	27,9	28,9	29,4	29,8
Птица	269,0	314,1	340,9	369,3
Другие виды скота	10,7	11,0	11,0	11,1
Производство:				
Молока, тыс. тонн	906,2	915,6	924,0	938,0
Яиц, млн.штук	167,5	175,1	177,4	179,6
Итого:	1847,9	1937,2	1992,8	2062,7
кг в год на душу населения РФ	11,87	12,5	12,8	13,3
Грамм в сутки на душу населения РФ	33	34	35	36

Учет съедобной части от МА убойной массы животного и птицы и удельный вес белка, содержащегося в съедобной части представлен в табл. 3.

Как видно из представленных данных, произошло существенное увеличение производства свинины и птицы, постепенно увеличивается производство баранины.

Сравнительный анализ химического состава свиных мясопродуктов свидетельствует о возможном неблагоприятном воздействии на здоровье человека при значительном удельном весе их в пищевом рационе человека.

Так, мясная свинина содержит 33% жира и лишь 14,6% белка, свинина жирная – 49% жира и лишь 11,4% белка, свинина беконная – 27,8% жира, и 16,4% белка.

Таблица 3

Коэффициенты расчета белка животноводческого производства

	Жи- вой вес,%	Товар- ный вес,%	Съедоб- ная часть,% от товар- ного веса	Удель- ный вес белка съедоб- ной час- ти,%	Коэффициент к живому весу
Производство скота и птицы на убой в живом весе					
В том числе:					
Крупный рогатый скот	100	60	75	18,9	8,5
Свиньи (мясные)	100	60	85	14,6	7,5
Овцы и козы	100	60	74	16,3	7,3
Птица	100	70	70	17,6	8,9
Другие виды скота	100	60	75	20	9
Производство:					
Молока	100	100	100	2,8	2,8
Яиц	100	100	87	12,7	11,1

Пропорция белок/жир в этих продуктах составляет: 1:2,2, 1:4,3, 1:1,7 (для сравнения в говядине 7-12% жира и 18-20% белка, т.е. пропорция белок/жир равна наоборот 2:1, что и делает его более ценным в пищевом отношении). Свиное мясо обладает также высокой энергетической ценностью - от 316 до 490 ккал (в говядине 144 ккал).

Современная диетология считает оптимальным весовое соотношение белков/жиров/углеводов в суточном рационе 1:1:4.

В соответствии с методическими рекомендациями МР 2.3.1.24.32.-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», являющимся государственным нормативным документом, который устанавливает, что в зависимости от пола, возраста и вида деятельности взрослым необходимо от 10,6 до 21,4 кг, детям от 12,3 до 19,1 кг полноценного белка в год на одного человека.

Однако использование свиного мяса, как одного из основных источников полноценного белка (наряду с другими, богатыми жиром продуктами животного происхождения – молоком, яйцами, мясом кур, сырами), неизбежно приводит к ожирению различной степени с риском развития атеросклероза сосудов сердца и головного мозга, сахарного

диабета второго типа и других заболеваний. В свою очередь, это увеличит бюджетные расходы на лечебно-профилактическое здравоохранение.

Сбалансировать необходимый белково-жировой состав свинины можно было бы введением в пищевой рацион продуктов, содержащих полноценный белок, но бедных жирами, например говядиной. Но как показала практика этого года, своей говядины в России стало еще меньше.

При этом в балансе полноценных белков значительная доля импорта мяса и мясной продукции. Импорт мяса и мясной продукции составляет около 2800 - 3000 тыс. тонн/год или 18-20 кг/год на 1 человека. В перерасчете на чистый белок дефицит составляет более 3 кг белка/год. Из расчета на 1 день - 8,5 -10 г белка/сутки.

Дефицит белка для населения Российской Федерации на человека в сутки составляет: 18 г растительного и 8,5 -10 г животного, т.е. около 27-30 грамм/сутки. Анализ баланса пищевого белка в России представлен в табл. 4.

Таблица 4

Анализ баланса пищевого белка

Показатели	2011г	2012г
Животные белки, тыс. тонн	1992,8	2062,7
На душу населения в сутки, кг	35	36
Научно-обоснованная норма на душу населения в сутки, кг.	50	50
Дефицит пищевого животного белка на душу населения в сутки, кг	15	14
Дефицит животных белков составит, тыс. тонн	756,0	705,6
Дефицит растительных белков при установленной норме в продовольственной корзине на душу населения составит в сутки, кг	18	18
Нехватка общего и полноценного белка, всего	33	32
Итого дефицит белка, тыс. тонн	1663,2	1612,8
Индекс дефицита пищевого белка по прогнозу в соотношении с дефицитом 2008г (1383 тыс. тонн)	120	117

Дефицит пищевого белка в 2012 г. возрос на 17%.

Для полного удовлетворения минимальных потребностей человека в белковой пище, по оценкам специалистов, объем ее производства в ближайшие 20 лет необходимо будет увеличить в 4—7 раз, а производство продуктов животноводства — в 9 раз [32].

Таблица 5

Увеличение покрытия дефицита белка по годам, тыс. тонн

Показатели	2010г	2011г	2012г
Дефицит пищевого белка, тыс. тонн	1713,6	1663,2	1612,8
Покрытие дефицита:			
за счёт соевых пищевых белков (70%), тыс. тонн	1200	1164	1129
за счёт животных белков (30%), тыс. тонн	513,6	499,2	483,8

В данной связи, по мнению специалистов Минсельхоза России (табл. 5), оперативно, в течение нескольких лет ликвидировать дефицит полноценного белка в питании россиян возможно лишь с помощью сои [56].

Сравнение пищевой эффективности растениеводства и животноводства показывает, что использование 1 акра (0,4 га) земли для выращивания сои позволит получить белковую продукцию в количестве достаточном для питания одного человека в течение 2224 дней, при выращивании пшеницы - в течение 887, риса — 772, при производстве молока — 236, мяса птицы — 185, свинины — 129, а при производстве говядины — лишь 77 дней [10]. На получение одного кг животного белка, содержащегося в мясе, молоке, яйцах требуется израсходовать 5-8 кг кормового белка при очень низком коэффициенте трансформирования растительных белков в белки высокопродуктивных животных и птиц – 25-39%.

Вместе с тем ежегодно даже в условиях рискованного земледелия Российской Федерации можно получать с одного гектара пахотных земель от 1,5 до 2,5 тонн семян сои с содержанием белка от 30 до 45%, т.е. от 0,45 до 1,125 тонн белка, относимого диетологией к близкому по химическому составу полноценному животному белку.

Таким образом, обеспечение бездефицитного потребления пищевых белков Российской Федерации потребуется увеличить собственное производство соевых белков до уровня: в 2010г. – 4250 тыс. тонн, в 2011г – 4245,1 тыс. тонн, в 2012г – 4186,8 тыс. тонн (табл. 5).

Это количество соевого белка равняется 2,5-6,25 тонн говядины мяса или 3-7,7 тонн мясной свинины или 3,9-9,9 тонн жирной свинины и 2,7-6,9 тонн беконной свинины или 2,3-5,7 тонн мяса бройлеров.

При этом в зависимости от региона возделывания себестоимость 1 грамма соевого белка в 20-50 раз ниже 1 грамма животного белка. Установленная в России норма потребления пищевого белка на чело-

века в сутки в среднем составляет 100 г или 36,5 кг в год, в том числе 50г белка полноценного с полным комплексом незаменимых аминокислот, за основу берутся белки животного происхождения. Объем их потребления должен составлять с рыбными белками 17,9 кг. Потребление растительных белков (не полноценных) должно составлять 50 г. Фактически потребляется с растительной пищей (хлеб, картофель, овощи, фрукты) 11,67 кг на человека в год.

Таблица 6

Общая потребность соевых белков, тыс. тонн

Производство соевых белков	2010г	2011г	2012г
для животноводства и птицеводства – основное производство	1509,2	1562,9	1609,4
для увеличения производства животноводческой продукции на покрытие дефицита пищевого белка	1540,8	1497,6	1448,4
на пищевые цели	1200	1184,6	1129
Итого потребность в соевых белках:	4250	4245,1	4186,8

3. Сравнительная характеристика биологической ценности потенциальных источников пищевого белка растительного происхождения

Животные и растительные белки заметно отличаются по биологической ценности. По аминокислотному составу животные белки близки к белкам человека. Животные белки являются полноценными, тогда как растительные - из-за относительно низкого содержания в них ряда аминокислот (лизина, триптофана и др.), по сравнению с мясом, молоком и яйцами, относятся к неполноценным. Для преодоления дефицита ряда аминокислот в растительных белках необходимо их комбинировать с животными белками или растительными из разных источников [33,57,58].

Практически все белки растений не являются полноценными, т.к. имеют дефицит незаменимых аминокислот и усваиваются лишь на 62-80%. Исключением являются белки бобовых культур (соя и люпин), аминокислотный состав и усвоение которых после термической обработки, разрушающей ингибиторы протеаз, близок к белкам животного происхождения. В белках растительного происхождения (злаковые, овощи, фрукты) имеется дефицит незаменимых аминокислот. В рационе питания установлен также дефицит растительных белков, который составляет 18 г на человека в сутки.

Третий путь решения белковой проблемы основан на получении новых видов белковой пищи, производство которых основано на использовании полноценных по аминокислотному составу растительных белков. Научные и практические основы производства пищевых продуктов с применением белкового сырья растительного происхождения для замены продуктов из натурального мяса, рыбы и птицы в нашей стране заложены А. Несмеяновым с сотрудниками еще в 1971 г [20,23].

В таблице 6 представлена информация об объемах мирового производства белка [23,59]. На растительные белки приходится 80%, а на животные - около 20% всего производимого белка в мире. Причем 50% отводится зерновым и 25% — зернобобовым и масличным. Более половины полученного растительного белка направляется на кормовые цели и в пищу не используется [10,23,60].

Недостаточно высокая эффективность традиционных способов решения белковой проблемы привела к появлению еще одного пути,

который на сегодняшний день является достаточно перспективным – это наиболее полное использование потенциальных ресурсов пищевого белка, которые используются крайне нерационально. Прежде всего, это относится к белкам масличных, бобовых и зерновых культур, белкам обратного молока, белкам зеленых листьев и зеленой массы растений, белкам малоценных пород рыб, морепродуктов и т.д. Например, при производстве молочных продуктов ежегодно образуются миллионы тонн обезжиренного молока и молочной сыворотки, в которых содержится более 2 млн. т белка, почти половина его идет на корм скоту или попадает в сточные воды.

Таблица 7

Мировые объемы производства белка, потенциально пригодного в пищу человека (1961-2009 гг.), млн. т

	1961-1963 гг.	1971-1973 гг.	1981-1983 гг.	1991-1993 гг.	2001-2003 гг.	2005-2009 гг.
Белок растительного происхождения	136,3	189,6	242,8	289,9	343,4	368,7
Белок животного происхождения	34,8	46,9	59,0	74,6	94,8	101,5
Пищевой белок всего	171,1	236,5	301,8	364,6	438,2	470,2

Наиболее оптимальным способом решения проблемы белкового дефицита является конструирование пищевых продуктов, путем обогащения традиционных продуктов белковыми препаратами растительного происхождения, этот путь включает в себя основные черты традиционных и новых способов получения пищевого белка.

Конструирование пищи – это сложный процесс, при котором необходимо учитывать множество факторов. С одной стороны, это сохранение органолептических свойств и моделирование пищевой и биологической ценности продукта, а также обеспечение его безопасности. С другой – технологичность, стойкость при хранении, дешевизна сырья [61].

Сконструированные с учетом вышеназванных требований пищевые продукты обладают высокой конкурентоспособностью на мировом рынке благодаря гарантии безопасности, высокой биологической ценности и социально-экономической значимости, а также довольно низкой себестоимости [61,62,63].

В соответствии с принятой в нашей стране концепцией государственной политики в области здорового питания населения одно из важных направлений деятельности — создание современных технологий производства качественно новых пищевых продуктов с направленным

водства качественно новых пищевых продуктов с направленным изменением химического состава, соответствующим потребностям человека (создание обогащенных эссенциальными питательными веществами продуктов массового потребления для различных возрастных групп населения, продуктов лечебно-профилактического назначения, снижения риска воздействия вредных веществ, в том числе для населения, проживающего в экологически неблагоприятных зонах и т.д.) [64,65].

Растительные белки отличаются высокой биологической ценностью, хорошей усвояемостью, уникальностью функциональных свойств и возможностью использования в традиционных и новых технологических процессах с приданием полуфабрикатам и готовой продукции их содержащей высоких потребительских качеств [66]. В таблице 8 представлены данные о мировом производстве белка растительного происхождения [23].

Таблица 8

Мировые объемы производства белка, потенциально пригодного в пищу человека (растительные источники белка), млн. т

Вид продукции	1961-1963 гг.	1981-1983 гг.	1991-1993 гг.	2001-2007 гг.
Зерновые	92,9	165,8	191,9	207,5
Зернобобовые	9,5	9,7	11,6	20,3
Масличные	21,9	51,8	67,9	123,5
Корне- и клубнеплоды	7,6	8,5	9,2	12,4
Овощи, фрукты, орехи	4,4	7,0	9,3	15,7

Зерновые культуры являются важнейшим источником продовольственного белка. Известно около 80 тыс. растений, потенциально пригодных в пищу человека, но активно используются только 50 видов, из которых восемь зерновых культур составляют основу рационов почти 90% мирового населения [23].

В зависимости от вида зерна содержание белка составляет от 7 до 14%. Наибольшее количество белка в пшенице и ячмене. Наименее богат белками рис [67].

Белки большинства зерновых дефицитны по двум (рис, овес), а чаще по трем и четырем (пшеница, кукуруза и др.) незаменимым аминокислотам. Первой лимитирующей аминокислотой белка зерновых культур является лизин. Все злаковые, за исключением риса, бедны - изолейцином. Белки пшеницы, к тому же, содержат недостаточное количество треонина, а белки кукурузы - триптофана. Наиболее сбалансированными по аминокислотному составу являются пшеница, овес, рожь и ячмень (табл. 9) [33,63,67].

Таблица 9

Содержание незаменимых аминокислот в белках зерновых культур,
мг/г белка

Аминокислота	Содержание незаменимых аминокислот, мг/г белка				Аминограмма потребностей человека (данные ФАО/ВОЗ), мг/г белка
	пшеница	рожь	ячмень	овес	
Изолейцин	40	36	37	41	40
Лейцин	75	63	72	72	70
Лизин	26	37	36	38	55
Метионин+цистин	36	40	38	42	35
Фенилаланин+тирозин	80	74	89	92	60
Триптофан	11	13	12	15	10
Треонин	28	30	34	33	40
Валин	45	46	52	61	50
Минимальный скор	0,473	0,673	0,655	0,691	
Коэффициент сбалансированности белка	0,556	0,779	0,708	0,685	

Продукты переработки зерна обладают важными функционально-технологическими свойствами: растворимостью, набуханием, способностью образовывать дисперсные системы (пены, эмульсии, суспензии) и гели, возможностью поглощать и удерживать воду, жировые вещества, адгезионными, реологическими и прочими свойствами [63].

Масличные культуры относятся к наиболее перспективным источникам белка. Это наиболее дешевое белковое сырье, отличающееся сравнительно высокой биологической ценностью. К масличным культурам относятся хлопчатник, подсолнечник, арахис, конопля, лен, кунжут, масличные семейства капустных (рапс, горчица белая) и др.

Содержание белков в семенах масличных культур составляет 14-37%. В семенах подсолнечника - 15, семенах арахиса - 20-37, конопля - 20-22, рапсе - 25-26%. Аминокислотный состав масличных отличается высоким содержанием триптофана, тирозина и фенилаланина, а у некоторых культур — лизина (рапс), серосодержащих аминокислот (кунжут, подсолнечник, рапс) и треонина (рапс, подсолнечник) (табл.10). По биологической ценности можно выделить белки рапса, подсолнечника и кунжута.

Большая часть урожая масличных используется для производства растительных масел, а получаемые при этом белковые отходы в ви-

де жмыхов и шротов идут, главным образом, на корм скоту, а также на удобрения и для технических нужд.

При подготовке семян масличных культур к переработке и извлечению масел (обрушивание, влаготепловая обработка, прессование, экстракция и др.) и при получении белковых концентратов и изолятов происходят денатурационные изменения белков, которые приводят к снижению их биологической и пищевой ценности [10,32,33].

Таблица 10

Содержание незаменимых аминокислот в белках семян основных масличных культур, мг/г белка

Незаменимые аминокислоты	Содержание незаменимых аминокислот, мг/г белка				
	Подсолнечник	Арахис	Рапс (высокоэруковый)	Кунжут	Хлопчатник
Валин	52	50	52	46	45
Изолейцин	37	36	40	40	35
Лейцин	67	70	74	69	57
Лизин	38	37	60	28	41
Треонин	47	30	42	40	39
Метионин + цистин	42	25	51	45	25
Фенилаланин + тирозин	80	95	86	83	83
Триптофан	17	11	18	15	10

Разработана технология получения белкового изолята из подсолнечного шрота с массовой долей сырого протеина 87,3%, относительной биологической ценностью 91% и функциональными свойствами выше, чем у белкового изолята, полученного из семян подсолнечника [68].

Белковые продукты из масличных семян или их шротов используются в пищевой промышленности при производстве хлеба, макаронных, кондитерских изделий, что позволяет повысить биологическую ценность, вкусовые качества и структуру получаемых продуктов питания [69;70].

Фруктовоовощная продукция отличается низким содержанием азотистых веществ, например, в картофеле - около 2%, в овощах - 1,0-2,0%, плодах - 0,4-1,0% [33]. Несмотря на такие незначительные показатели, учитывая регулярность и объемы потребления, ученые не отказываются рассматривать эту группу растительного сырья как источник белка.

Белки плодовоовощных культур относят к несбалансированным белкам [32].

Большой интерес представляют выделение и переработка белка картофеля, как побочного продукта при производстве крахмала [23]. По отношению к белкам куриного яйца биологическая ценность белков картофеля равна 85%, по отношению к идеальному белку — 70%. Картофельный белок отличается высоким содержанием лизина. При ежедневном потреблении 150 г картофеля дневная потребность человека в лизине, лейцине, изолейцине и триптофане может быть удовлетворена на 25-40% [33,71].

По содержанию белка среди овощных культур можно выделить зеленый горошек (28,3-31,9%) и сахарную кукурузу (10,4-14,9%) [33].

Листья и зеленая масса растений также изучаются в качестве потенциального источника белка, ресурсы которого практически неограниченны [10]. Белок в листьях и зеленой массе растений находится в форме, удобной для извлечения, он присутствует там, где идет активный ростовой процесс у растений. Содержание белка в листьях разных видов растений (% к массе сухого вещества) составляет: для кориандра - 61, лебеды - 57, люцерны – 16-22.

Белки листьев отличаются повышенным содержанием лизина, метионина и триптофана и могут дополнять муку из зерновых и зернобобовых [32,72]. Последнее время все больше внимания, как потенциальный источник белка, привлекает к себе амарант у которого скор по метионину составляет 105%, но он дефицитен по лейцину и валину [73].

Способ получения концентрата белка листьев был впервые описан более двухсот лет назад, но до сих пор его получение проводится в ограниченных масштабах и не достигло такого уровня, как для белков семян масличных культур, что позволило бы широко использовать этот вид белка в питании человека [10,74]. В настоящее время сотрудниками НИИ пищевой биотехнологии разработана технология и производственные комплексы по переработке на базе отечественного оборудования для белковых пищевых и кормовых добавок из листостебельной массы трав [75].

Семена бобовых культур играют важную роль в решении проблемы дефицита белка, к ним относятся соя, горох, фасоль, люпин, кормовые бобы, чечевица, вика, нут, чина, арахис и др. По пищевой ценности и химическому составу эти культуры наиболее близки к источникам животного белка — мясу, рыбе, молоку. Бобовые отличаются высокими пищевыми достоинствами за счет способности накапливать и удерживать в несколько раз больше высококачественного белка, чем другие виды растений. Растворимость и переваримость белка бобовых культур выше, чем белков из других видов растений [32]. Установлено,

что зерновая фасоль по количеству белка приближается к мясу и превосходит их содержание в рыбе, достигая в некоторых сортах 32%. По содержанию таких аминокислот как лейцин, изолейцин, триптофан и фенилаланин, фасоль превосходит мясо. Белок фасоли отличается высокой перевариваемостью и усвояемостью (86-90%) [76].

Как правило, бобовые содержат 20—30% белка [77]. Белки бобовых культур отличаются лучшей сбалансированностью по содержанию незаменимых аминокислот, по сравнению с белками злаковых. Они представлены в основном глобулинами (60—90%) и альбуминами (10—20%) [32,33,67]. Большинство бобовых дефицитны по серосодержащим аминокислотам - метионину и цистину. В то же время ряд из них (соя, фасоль, горох, люцерна) отличается повышенным содержанием лизина, а некоторые и триптофана (табл. 11).

Таблица 11

Содержание незаменимых аминокислот в семенах бобовых культур и яичном белке, г/100 г белка

Аминокислоты	Нут	Чечевица	Горох	Бобы	Соя	Яичный белок
Лизин	6,3	5,1	8,9	6,8	6,3	7,2
Треонин	3,4	3,0	4,2	3,3	4,1	5,2
Валин	5,5	5,1	6,5	5,4	4,7	7,4
Лейцин	8,2	5,5	9,5	8,9	7,1	7,8
Изолейцин	6,0	5,8	7,4	6,0	4,3	6,8
Метионин	1,2	0,6	1,3	1,0	1,2	3,4
Триптофан	0,8	0,6	0,7	1,0	1,2	1,5
Фенилаланин	4,9	4,0	4,6	5,0	4,9	5,8

Качество белка бобовых можно также оценить при помощи биологических показателей пищевой ценности (табл.12).

Таблица 12

Биологические показатели пищевой ценности бобовых

Вид бобовых	БЦ*,%	КП*,%	ПИБ*
Нут	52—78	80—89	0,7—1,8
Чечевица	41—58	78—90	0,6—1,1
Горох	48—69	60—91	1,0—1,5
Соя	64—80	76—87	1,3—2,0

* БЦ - биологическая ценность; КП – коэффициент переваримости; ПИБ – показатель использования белка (отражает усвояемость организмом белка, принятого с пищевыми продуктами) [78,79].

Бобовые кроме высокого содержания белка отличаются большим количеством углеводов (около 60%) и являются хорошим источником таких витаминов, как тиамин (от 0,8 до 5,0 мг/г) и никотиновая кислота [80]. Усредненное содержание пищевых веществ в семенах бобовых представлено в табл. 13 [74,77,79].

Таблица 13

Химический состав семян бобовых

Бобовые	Сырой белок,%	Жир,%	Углеводы,%	Витамины мг/100 г		
				B1	B2	Ниацин
Нут	20,6	2,2	61,2	0,3	0,51	2,6
Чечевица	25,1	1,8	60,8	0,5	0,21	0,18
Горох	26,1	1,5	56,6	0,45	0,5	1,3
Вигна	24,0	1,3	56,6	0,42	0,37	2,0
Лобия	22,1	1,7	61,4	0,54	0,18	2,1
Чина	28,2	0,6	58,2	-	0,41	-
Соя	40,1	19,5	26,0	1,3	0,76	2,4

Бобовые культуры являются также источником минеральных веществ. Содержание кальция у бобовых выше, чем у большинства зерновых, например, в сое более 200 мг Са на 100 г сухой массы [78].

Медицинские исследования показывают эффективность действия бобовых для снижения риска коронарной болезни сердца, а использование в пищу чечевицы, нута и др. значительно улучшает липиды сыворотки крови [81].

По данным Смирновой-Иконниковой бобовые культуры по способности синтезировать и накапливать белок располагаются в следующей последовательности (в возрастающем порядке): фасоль, нут, чечевица, вика, бобы, чина, горох, люпин, соя [82].

Семена фасоли содержат до 22% белка (с высоким содержанием незаменимых аминокислот), до 58% углеводов и только 1,5% жиров. Ее белок по составу близок к животным белкам, а по качеству приравнивается к диетическим куриным яйцам, хорошо усваивается организмом [83]. По своим функционально-технологическим свойствам фаселевая мука не уступает соевой, и это делает возможным использование ее при производстве рубленых полуфабрикатов [84].

Нут отличается высоким содержанием белка (более 20%), незаменимых аминокислот и низким содержанием жира (менее 5%) [85].

Чечевица – важный источник растительного белка. Массовая доля белков в зерне чечевицы может достигать 32%, 1,1% - жиров, 53,7% - углеводов, 3,7% - пищевых волокон. Коэффициент переваримости белков составляет 86%. В белках чечевицы присутствуют все не-

заменяемые аминокислоты, которые составляют 36,3% общей суммы аминокислот. Лимитирующими аминокислотами являются цистин и метионин. В чечевице практически полностью отсутствуют антипитательные факторы [33,86,87,88,89]. Разработана технология получения изолята белка чечевицы, который по своим функциональным свойствам максимально приближен к изоляту соевого белка [63]. Однако отечественное производство белковых продуктов из семян чечевицы практически отсутствует [32,88].

Кормовые бобы среди бобовых культур обладают высоким потенциалом. В их семенах содержится от 25 до 35% протеина. По качеству белка занимают третье место после сои и люпина [69,78]. Белок кормовых бобов представлен в основном альбуминами и глобулинами с высоким содержанием незаменимых аминокислот (44% к сырому белку). Аминокислотный состав суммарного белка зерна бобов по многим аминокислотам (аргинину, гистидину, лизину, треонину) превосходит белки мяса и молока. Переваримость белка около 87%. По переваримости среди бобовых уступают только люпину и сое [32,90].

Горох традиционно выращивается в России и является сырьем, при переработке которого получают высококачественный крахмал и растительный белок с низкой себестоимостью. В зависимости от сорта и условий выращивания семена гороха содержат от 21 до 34% белка, 25-50% крахмала, зеленые семена богаты сахарами, витаминами группы В, С, РР, каротином, солями калия, фосфора, кальция [32,83]. Из гороха получают концентраты и изоляты [91]. Выведены новые сорта и линии гороха, сочетающие повышенное содержание белка и крахмала, которые рекомендованы для комплексной переработки. Высокой пищевой ценностью обладают продукты переработки консервной промышленности - створки зеленого горошка [92,93].

Соя. В настоящее время предпринимаются попытки решить проблему дефицита белка в России за счет производства сои, но этот путь лишь частично покрывает потребности белкового рациона питания человека. Решением этой проблемы постоянно занимается Минсельхоз России, и она включена в приоритетные направления развития АПК РФ [94,95,96].

Соя является основным источником растительного белка в мире. В Китае соевые бобы начали культивировать с 2800 г. до н. э. Основными мировыми центрами производства семян сои в 2007 г. были Северная (43,0% мирового урожая) и Южная (42,3%) Америка и в значительно меньших объемах Азия (13,1%). За последнее время зона выращивания сои значительно расширилась и охватывает сейчас около 80 стран [23]. Производство сои в мире достигло 253, 9 млн т, а объемы

переработки составляют около 204 млн т. К 2020 г. производство сои должно увеличиться еще на 100 млн. т.

На сегодняшний день в мире продолжает доминировать переработка сои на масло и кормовые шроты. На современном рынке пищевых ингредиентов соевые белки представлены изолятами, концентратами, текстурированными соевыми продуктами и различными видами соевой муки. Производство изолятов и концентратов белков пищевого назначения требует максимальных инвестиций и сегодня практически полностью сосредоточено у трех фирм- производителей: ADM (США), Solae (США) и Solbar Industries Ltd. (Израиль). Эти фирмы являются мультинациональными корпорациями и имеют заводы по производству соевых белков в США, Бразилии, Европе и Азии. Кроме того, значительное влияние на мировой и отечественный рынок соевых белков оказывает производство соевых белков в Китае. В 2009 г. в Китае уже насчитывалось по разным оценкам порядка 40-50 соевых белковых заводов. Ежегодно появляются новые марки соевых белков с улучшенными функционально-технологическими свойствами и расширяется ассортимент продуктов питания, в которых используются соевые белки. Согласно исследованию Global Industry Analysts (GIA) (февр. 2008 г.), продажи белковых ингредиентов превысили \$18 миллиардов в 2010 году, главным образом из-за их взаимосвязи со здоровым образом жизни. Несмотря на то, что животные белковые ингредиенты пока еще занимают 69% от общего рынка белковых ингредиентов, рынок растительных белковых ингредиентов является более быстро растущим сегментом с прогнозируемой скоростью роста около 8% в год на ближайшие 5 лет. Аналитики GIA подчеркивают, что растительные белки все больше замещают животные белки во многих продуктах питания, просто потому, что они дешевле. Будет расти потребление соевых белков в таких новых областях, как производство нутрицевтиков, готовых к употреблению продуктов питания, в спортивном питании, в продуктах для фитнеса, в пищевых добавках. В последние годы особое внимание уделяется разработке и внедрению экологически безопасных технологий переработки сои. Много работ проводится в области процессов водной экстракции масла и белка с отсутствием органических растворителей, а также в области механических способов извлечения масла с последующим выделением белков. В этих процессах активно используют энзимные технологии, ультрафильтрацию, ультразвук и т.д. Активно развивается производство функциональных белковых смесей. С учетом интереса потребителей к натуральным органическим продуктам появились новые марки соевых белков и соевых продуктов питания, полученных по специальным "безреактивным" технологиям. Например, в США компания Green Planet Farms запустила в декабре 2008 го-