

**МИНСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ТОШКЕНТСКИЙ ХИМИКО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

На правах рукописи

УДК 663.18(075)

ЯКУБОВ РАСУЛ РУСТАМ ЎҒЛИ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССЫ ПОЛУЧЕНИЯ
БЕЛКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ИЗ СОЕВЫХ СЕМЯН.**

Специальность: 5А320501 – Биотехнология (производство пищевых, кормовых, химических продуктов и биопрепаратов для сельского хозяйства).

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание академической степени магистра

**Научный руководитель
к.б.н., доц. Т.О. Каршиев**

**Научный консультант
к.б.н., с.н.с. Х.Х. Муминова
директора Института
микробиологии АН РУз**

Ташкент 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	12
1.1. Хозяйственное значение и использование сои	12
1.2. Белково-витаминный концентрат.....	19
1.3. Соя и ее роль в питании человека.....	25
1.4. Источники белка растительного происхождения и их применение в технологии производства мясопродуктов.....	32
Заключение.....	47
ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	50
2.1. Количественное определение белка.....	50
2.2. Определение аминокислотного состава белков.....	50
2.3. Методы выделения и очистки белков.....	53
2.4. Ионообменная и афинная хроматография.....	58
Заключение.....	58
ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.....	60
3.1. Современные технологии получения пищевых белков из соевого шрота	60
3.2. Характеристика химического состава и питательности соевых продуктов.....	66
3.3. Применение соевых белковых продуктов в пищевой промышленности.	73
4. Заключение.....	77
5. ВЫВОДЫ.....	79
6. Список литературы.....	80
7. Список опубликованных работ.....	85
8. Приложения	86

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время одной из наиболее актуальных проблем является продовольственная. Важнейшим из компонентов питания, составляющих основу процессов жизнедеятельности человека, является белок. Увеличение спроса на белки для питания человека происходит в соответствии с общей концепцией повышения уровня жизни[1,3].

Недостаток белков в питании нарушает динамическое равновесие метаболических процессов с участием белков, сдвигая его в сторону преобладания распада собственных белков клетки, что приводит к истощению организма. В связи с этим особую значимость приобретают вопросы обеспечения населения белковыми компонентами питания, а также приоритет исследований в этом направлении, подтверждаемый разработкой и осуществлением специальных программ в промышленно-развитых странах мира [1,2,5].

Одним из путей решения проблемы дефицита белка является разработка новых технологий получения пищевого белка из возобновляемого сырья, мало используемого в процессе получения продуктов питания: жмыхи и шроты масличных и бобовых культур, зеленая масса растений, перья птиц, шерсть, внутренности рыб [3,9].

Одним из перспективных источников белка является растительное сырьё, прежде всего злаковые, масличные, бобовые культуры, биомасса зеленых растений, а также соевые бобы, аминокислотный состав белка которых наиболее близок к животному белку. Благодаря уникальному составу, (около 40 % протеинов и 20 % жира), оптимальному соотношению аминокислот, содержанию витаминов, микро- и макроэлементов, полиненасыщенных жирных кислот и отсутствию холестерина продукты на основе сои являются лечебно- профилактическими.

Для их получения чаще всего используется белый лепесток - полупродукт, получаемый после отжима соевого масла. Известные из

литературы технологии переработки сои предполагают получение главным образом белковых концентратов и изолятов.

Однако в первом случае получаемый продукт содержит низкомолекулярные пептиды, что ухудшает его качество, а во - втором образуется значительное количество отходов, которые не могут быть непосредственно утилизированы на традиционных очистных сооружениях. Анализ мировой практики использования соевых бобов показывает, что имеется несколько крупных секторов их потребления: производство растительного масла, кормов, белковых продуктов питания. Кроме того, соевые белковые концентраты и изоляты могут использоваться в качестве ингредиентов в производстве традиционных белковых продуктов питания.

Из растительных белков наибольший потенциал имеют белки соевых семян. По сбалансированности аминокислотного состава и биологической ценности они приближаются к белкам животного происхождения. В связи с этим создание белковых продуктов из семян сои и их применение является перспективным способом решения проблемы белкового дефицита.

В современном питании в совокупности с другими пищевыми компонентами широко используются очищенные формы соевого белка – концентраты и изоляты. В то же время промышленное производство соевых белковых продуктов требует усовершенствования технологий с целью повышения качества готового продукта.

Соя (лат. *Glycine*) - род растений, принадлежащий к семейству Бобовых, большинство видов которого являются вьющимися многолетними растениями, произрастающими в тропических и субтропических зонах Африки, Южной Азии, Австралии и Океании. Соя культурная (*Glycine max*) - это наиболее известный вид, имеющий шесть подвидов: полукультурная, индийская, китайская, корейская, маньчжурская, славянская.

Состав сои включает витамины группы В, витамины А, С, Е, целый спектр полезных макроэлементов: калий, кальций, магний, натрий, сера, фосфор, а также следующие микроэлементы: алюминий, бор, железо, йод,

кобальт, кремний, марганец, медь, молибден, никель, фтор, цинк. Эта культура, как и другие бобовые, богата белком, благодаря чему является прекрасной альтернативой продуктам животного происхождения. Растение имеет широкий спектр применения в пищевой промышленности: его используют как основной заменитель мяса, из него готовят многочисленные соевые продукты и напитки. Наиболее популярными соевыми продуктами питания считаются различные соусы, сыр, соевая мука, сладости, соевое молоко и масло. Данная культура также востребована в животноводстве в качестве ценной кормовой культуры: из нее изготавливают шрот и макуху - побочные продукты экстракции масла[1,5,8].

Соя является наиболее популярной масличной культурой в мире. Сегодня ее доля в мировом производстве масличных культур достигает 60%, мировой урожай насчитывает почти 260 -300 млн. тонн.

Согласно действующим в молочной промышленности нормативным документам молочные продукты допускается вырабатывать из рекомбинированных смесей. При этом возникает необходимость применения ингредиентов для формирования свойств и качества продуктов, аналогичных традиционным. Технологические свойства соевых белковых концентратов в наибольшей степени способствуют формированию необходимой консистенции коллоидных структур, поэтому их применение для рекомбинированных молочных эмульсий представляет научный и практический интерес.

Хотя соя и довольно калорийный продукт, имеющий целых 380 кКал в 100гр продукта, она не навредит вашей фигуре. Благодаря сое вы сможете быстро насытиться полезными растительными белками, жирами и углеводами. А если вы хотите получить более диетический и легкий продукт - достаточно перед употреблением прорастить сою, снизив таким образом калорийность до 141 кКал. В культуре содержится большое количество не только белков, но и жиров. Содержание масел в плодах этого растения

варьируется в диапазоне 16-27%. На всей планете нет культуры с большим количеством фосфолипидов в биохимическом составе[1,4,20].

Соя является экономически выгодной культурой, которая производится без внесения азотных удобрений, пестицидов, не требует затрат на возмещение ущерба окружающей среде и способствует ее сохранению, пользуется устойчивым спросом на мировом рынке. Ввиду роста населения Земли и все более заметного ущерба, наносимого окружающей среде вследствие хозяйственной деятельности человека связанной с производством продовольствия, очень важным для выживания человечества является оптимизация производства и использования пищевых ресурсов. Соя в этом плане является незаменимой и перспективнейшей культурой.

Еще одна группа биологически активных веществ в составе соевого масла - токоферолы. Высокое содержание токоферолов различных фракций в составе соевого масла повышает защитные свойства организма, потенцию и замедляет процессы старения.

Белки являются основной биохимической составляющей соевых плодов. В семенах сои может содержаться от 38% до 50% этого компонента. Именно поэтому она считается одной из самых высокобелковых культур.

Содержание углеводов в плодах невысоко, они представлены глюкозой, сахарозой, фруктозой, стахиозой, раффинозой, а также растворимыми (например, крахмалом) и нерастворимыми (слизями, пектиновыми веществами, гемицеллюлозой) полисахаридами.

Актуальность темы - возрастающий в мире дефицит белка для обеспечения питания человека ставит проблему поиска новых и нетрадиционных источников пищевых белков.

Задача обеспечения населения полноценным пищевым белком сохраняет свою актуальность. Вследствие ограниченности ресурсов животных белков изыскание растительных источников белка имеет широкие перспективы.

Из растительных белков наибольший потенциал имеют белки соевых семян. По сбалансированности аминокислотного состава и биологической ценности они приближаются к белкам животного происхождения. В связи с этим создание белковых продуктов из семян сои и их применение является перспективным способом решения проблемы белкового дефицита.

В современном питании в совокупности с другими пищевыми компонентами широко используются очищенные формы соевого белка – концентраты и изоляты. В то же время промышленное производство соевых белковых продуктов требует усовершенствования технологий с целью повышения качества готового продукта.

Создание промышленных технологий производства концентрированных белковых продуктов из растительного сырья является одним из основных направлений увеличения ресурсов продовольствия и кормов, улучшения качества питания населения и повышения питательной и биологической ценности пищевых и кормовых продуктов.

Растительный белок является основой жизнедеятельности человека, потребление его в оптимальном соотношении с животным белком обеспечивает нормальное развитие и функционирование человеческого организма. Создание промышленных технологий производства концентрированных белковых продуктов из растительного сырья является одним из основных направлений увеличения ресурсов продовольствия.

В решении этой проблемы большая роль отводится использованию протеинов масличных культур, в основном изолированных протеинов.

Большинство производителей белковых концентратов используют соевый белок. Преимуществами промышленной переработки сои являются наибольший выход белка с одного гектара посевов, высокое содержание белка в семенах и высокое качество получаемого продукта. В этой связи создание эффективных и экономичных технологий производства концентратов соевого белка для производства и обогащения

продуктов питания является актуальной проблемой, имеющей важное народнохозяйственное значение.

Перспективность темы: В настоящее время в Республике Узбекистан одной из наиболее актуальных проблем является продовольственная. Важнейшим из компонентов питания, составляющих основу процессов жизнедеятельности человека, является белок. Увеличение спроса на белки для питания человека происходит в соответствии с общей концепцией повышения уровня жизни. Недостаток белков в питании нарушает динамическое равновесие метаболических процессов с участием белков, сдвигая его в сторону преобладания распада собственных белков клетки, что приводит к истощению организма. В связи с этим особую значимость приобретают вопросы обеспечения населения белковыми компонентами питания, а также приоритет исследований в этом направлении, подтверждаемый разработкой и осуществлением специальных программ в промышленно-развитых странах мира. Одним из путей решения проблемы дефицита белка является разработка новых технологий получения пищевого белка из возобновляемого сырья, мало используемого в процессе получения продуктов питания: жмыхи и шроты масличных и бобовых культур. Анализ мировой практики использования соевых бобов показывает, что имеется несколько крупных секторов их потребления: производство растительного масла, кормов, белковых продуктов питания. Кроме того, соевые белковые концентраты могут использоваться в качестве ингредиентов в производстве традиционных белковых продуктов питания.

Целью настоящей работы явилась разработка основ технологии получения белковых концентратов из соевых семян.

В задачи работы входило;

-изучение методы для получения белковых концентратов.

-изучить количественные закономерности процессов экстракции белковых концентратов из белого лепестка сои;

-установить оптимальные условия обработки белого лепестка различными экстрагентами, что обеспечило бы максимальный выход белковых концентратов;

-подобрать оптимальные условия выделения и очистки белкового концентрата методами осаждения из водных и водно-спиртовых растворов, а также диафильтрации, что обеспечило бы получение препарата пищевого назначения;

-разработать основы технологии получения белкового продукта кормового назначения из белоксодержащих отходов производства концентрата;

- определить состав и питательность белковых концентратов.
- изучение химический состав и свойства белковых концентратов.
- изучение аминокислотного состава белковых концентратов.
- определение нормы расхода кормового дрожжевого белка.

В результате проведенных исследований показано, Концентрат соевого протеина -это, собственно, то, что остается после экстрагирования соевого масла. Обезвоженный (влага удаляется ранее из соевых хлопьев) концентрат содержит как минимум 65% протеина, сохраняются в нем и практически все углеводы. Изолят соевого протеина- лучший источник качественного, очищенного соевого белка.

Научная новизна. Исследований показано, соя является экономически выгодной культурой, которая производится без внесения азотных удобрений, пестицидов, не требует затрат на возмещение ущерба окружающей среде и способствует ее сохранению, пользуется устойчивым спросом на мировом рынке. Соя - важнейшая белково-масличная культура мирового значения. Ее семена содержат в среднем 37-52% белка, 19-22% масла и до 30% углеводов; вегетативная масса, убранная в фазу налива бобов, богата белками (16-18%), углеводами и витаминами. По аминокислотному составу протеин сои близок к белку куриных яиц, а масло относится к легкоусвояемым и содержит жирные кислоты, не вырабатываемые организмом животных и человека.

Благодаря богатому и разнообразному химическому составу соя широко используется как продовольственная, кормовая и техническая культура. Она не имеет равных себе в этом отношении. Так, по содержанию лизина он не уступает сухому молоку и куриному яйцу. Он на 85-90 % растворим в воде и хорошо (80-95 %) усваивается.

Соевое масло полувысыхающее (йодное число 107-137). Его используют для пищевых и технических целей. В нем преобладают ненасыщенные жирные кислоты - олеиновая (до 25 %), линолевая (43-59 %) и линоленовая (7-10 %); насыщенных кислот мало - около 15 %. По питательности и усвояемости оно близко к подсолнечному маслу и мало уступает коровьему. В соевом масле много полезных веществ - фосфатиды, каротиноиды, витамины и др. Из витаминов в семенах сои содержатся: В₁ - 11-17 мг/кг, В₂ - 2,1-2,7 мг/кг, В₃ - 13-16 мг/кг, В₆ - 4-9 мг/кг, РР - 22-34 мг/кг, Р - 1000-1600 мг/кг, К - 1,5-2,5 мг/кг, С - 100-200 мг/кг и др. В масле содержание ряда витаминов больше, чем в семенах.

Создание промышленных технологий производства концентрированных белковых продуктов из растительного сырья, в частности сои, - одно из основных направлений увеличения ресурсов продовольствия и кормов, совершенствования структуры питания населения.

Объект изучения: соевый мука.

Практическая значимость темы:- По белковому комплексу и содержанию незаменимых аминокислот (лизин, метионин, триптофан и др.) соевый протеин ближе к белкам животного происхождения, поэтому организмы животных и человека затрачивают минимальные усилия для преобразования соевого белка в белки своего тела. Высокая растворимость соевого альбумина в воде (до 94%) делает его легкоусвояемой пищей для людей и ценным кормом для животных и птицы.

Апробация работы. Материалы диссертации были доложены в научных конференциях.

1. Каршиев Т.О., Якубов Р.Р., Мухамеджанова Б.А., Кудратуллаева Р.Т. Изучение некоторых свойств кормовых дрожжевых белков (ТХТИ) Актуальные вопросы в области технических и социально-экономических наук. Республиканский межвузовский сборник. Часть I. Тошкент 2014. 99-100 С

2. Якубов Р.Р., Каршиев Т.О., Овлакулов С.Т. Современные технологии получения пищевых белков из соевого шрота (ТХТИ) Труды XXIV - научно – технической конференции молодых ученых, магистрантов и студентов бакалавриата. Тошкент 2015. 394-395 С

Объем работы. Магистерская диссертация изложена в 87 страницах компьютерного текста и состоит из введения, обзор литературы, материалы и методы исследования, результаты исследования и их обсуждение, выводов, заключение, список литературы, список опубликованных работ, приложения. Работа иллюстрирована 4 рисунком и 8 таблицами.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.

1.1. ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОИ

Соя - важнейшая белково-масличная культура мирового значения. Ее семена содержат в среднем 37-42% белка, 19-22% масла и до 30% углеводов; вегетативная масса, убранная в фазу налива бобов, богата белками (16-18%), углеводами и витаминами. По аминокислотному составу протеин сои близок к белку куриных яиц, а масло относится к легкоусвояемым и содержит жирные кислоты, не вырабатываемые организмом животных и человека[1,8,16].

Благодаря богатому и разнообразному химическому составу соя широко используется как продовольственная, кормовая и техническая культура. Она не имеет равных себе в этом отношении. Так, по содержанию лизина он не уступает сухому молоку и куриному яйцу. Он на 85-90 % растворим в воде и хорошо (80-95 %) усваивается[5,13].

Соевое масло полувысыхающее (йодное число 107-137). Его используют для пищевых и технических целей. В нем преобладают ненасыщенные жирные кислоты - олеиновая (до 25 %), линолевая (43-59 %) и линоленовая (7-10 %); насыщенных кислот мало - около 15 %. По питательности и усвояемости оно близко к подсолнечному маслу и мало уступает коровьему. В соевом масле много полезных веществ -фосфатиды, каротиноиды, витамины и др. Из витаминов в семенах сои содержатся: В₁ - 11-17 мг/кг, В₂ - 2,1-2,7 В₃ - 13-16, В₆ - 4-9, РР - 22-34, Р - 1000-1600, К - 1,5-2,5, С - 100-200 мг/кг и др. В масле содержание ряда витаминов больше, чем в семенах [12,28,33].

Соя универсальна, она имеет большое многостороннее, продовольственное, целебное, кормовое, техническое и агротехническое значение. Помимо масла, основными пищевыми продуктами, вырабатываемыми из сои являются: соевое молоко, тофу, окара, текстурированный соевый белок, соевые изоляты и концентраты.

Из семян сои получают продукты для изготовления нескольких сот разнообразных изделий. В мировой практике соевое зерно в основном используется для переработки на масло, а шрот и жмых - для кормовых целей как ценные высокобелковые добавки к комбикормам. В пищевой промышленности широко применяется обезжиренная соевая мука для приготовления хлебобулочных, крупяных и кондитерских изделий. Соевое масло находит также применение в мыловаренной и лакокрасочной промышленности. Белковые соевые изоляты потребляются в текстильной, парфюмерной, фармацевтической, бумажной промышленности и для других технических целей [15,21,31].

На корм скоту может использоваться и зеленая масса сои как для непосредственного скармливания, так и для заготовок силоса, сена, сенажа, травяной муки, гранул. Соевая солома, содержащая в 1ц около 3% белка и 30 кормовых единиц, является также хорошим кормом. Из нее можно делать кормовую муку, гранулы или смешанный (с ботвой сахарной свеклы или зеленой массой кукурузы) силос [10,44,53].

Бурное увеличение производства сои во второй половине XX столетия обусловлено рядом причин и факторов, из которых наиболее важны следующие. На земном шаре, в том числе и в нашей стране, ощущается дефицит протеиновых кормов и высокобелковых пищевых продуктов. Соя не только дает отличный белковый корм, но и в значительной степени используется для приготовления ценных пищевых продуктов в таких странах, как Китай, США, Индонезия, Япония, Филиппины, и некоторых других.

По белковому комплексу и содержанию незаменимых аминокислот (лизин, метионин, триптофан и др.) соевый протеин ближе к белкам животного происхождения, поэтому организмы животных и человека затрачивают минимальные усилия для преобразования соевого белка в белки своего тела. Высокая растворимость соевого альбумина в воде (до 94%) делает его легкоусвояемой пищей для людей и ценным кормом для

животных и птицы. Соя является также важным масличным растением. В мире ежегодно производится 8,5-9,2 млн. т соевого пищевого масла, которое широко используют для приготовления маргарина, шортингов, майонеза и других высококалорийных продуктов питания [11,17,19].

Химический состав семян сои отличается благоприятным сочетанием не только протеина и жира, но и наличием биологически активных веществ: фосфатидов (2,5%), комплексом витаминов, минеральных легкоусвояемых солей (Ca, K, Mg, P). Столь богатый набор биологически активных веществ побудил к широкому и универсальному использованию сои для пищевых, кормовых и технических целей [18,58,61].

Соевое растение используется не только многосторонне, но и без отходов, т. е. практически на 100%. Соевые жмых и шрот-важнейшие ингредиенты, улучшающие качество комбикормов при добавлении в количестве 5-15%. Без сои почти невозможно всестороннее сбалансирование комбикорма для промышленного птицеводства, свиноводства и высокопродуктивного молочного животноводства (удои коров превышают 5-6 тыс. кг в год) [16,17,32].

Из зернобобовых культур соя лучше других растений сочетается с кукурузой при выращивании на силос, так как максимальный урожай зеленой массы у этих культур формируется одновременно в конце августа - в сентябре, и они отличаются хорошей биологической совместимостью [7,3].

Длительное возделывание сои человеком способствовало детальному освоению агроприемов ее выращивания, а труд многих поколений земледельцев и народных селекционеров превратил это растение в культуру, хорошо приспособленную к механизированному проведению всех технологических процессов выращивания - от посева до уборки [12,13,19].

Высока и экономическая эффективность возделывания сои: каждый гектар ее посева при урожае 20-25 ц/га дает 500-700 руб. чистой прибыли. Соя-дешевый и повсеместно доступный источник высококачественного

протеина. Из соевой муки готовят искусственное молоко для выпойки поросят и телят, которым можно заменить цельное молоко [14,23,30].

С развитием производства риса, кукурузы, пшеницы, сахарной свеклы, проса и других культур, богатых углеводами, острее ощущается дефицит белка, больше требуется выращивать зернобобовых культур, в частности сои, для сбалансирования пищевых и кормовых рационов по протеину. Поэтому в развитых странах бобовые и зернобобовые культуры занимают 10-12% площади полевых севооборотов. Те страны, которые расположены южнее 48-50° с. ш., из зернобобовых культур отдадут предпочтение сое как наиболее ценному белково-масличному растению. Включение соевых кормов в рационы скота и птицы позволяет снизить расходы на единицу продукции при одновременном росте продуктивности и улучшении качества мяса, молока, шерсти [19,40,54].

Велико агротехническое значение сои прежде всего как азотфиксирующей культуры. При инокуляции нитрагином (ризоторфином) в условиях оптимальной влажности она накапливает в почве значительное количество (40-60 кг/га) азота и поэтому является хорошим предшественником зерновых и других не бобовых сельскохозяйственных культур. При усиленной фиксации атмосферного азота клубеньковыми бактериями на корнях соя на 40-70% своей потребности в азоте удовлетворяет за счет содержания его в атмосфере. Обладая активной усвояющей способностью корней, соя использует малодоступные и труднорастворимые для злаков минеральные соединения не только из пахотного горизонта, но из более глубоких слоев. Соя может успешно использоваться и в качестве зеленого удобрения [3,37,45].

Велико диетическое значение продуктов из сои. В отличие от мяса соя не содержит холестерина и насыщенные жирные кислоты, которые приводят к сердечно-сосудистым болезням, раку и остеопорозу. Замечено, что соя эффективно снижает уровень холестерина в крови, оптимизирует содержание глюкозы в ней при диабете, способствует укреплению костей, предотвращает развитие

болезней сердца и кровеносных сосудов, уменьшает риск образования камней в почках и печени [21,22]. В сое содержится очень редкая жирная кислота омега 3, необходимая для развития мозга у новорожденных, снижающая риск заболевания сердечными и раковыми болезнями. В ней много антиканцерогенных веществ, препятствующих и останавливающих развитие раковых опухолей [25,29].

Соя, как источник высокоценного белка, имеет важное значение и в кормлении скота. На корм используют жмых, шрот, муку, зерноотходы, зеленую массу, травяную муку, сено, силос и солому сои. Добавление лишь 10-15 % шрота в рацион делает его полноценным по протеину и аминокислотному составу. Корма из сои высокопитательны: 1 кг семян сои содержит 1,38 к.ед. и 380 г перевариваемого протеина, 1 кг соевой муки - 1,20 и 375, шрота 1,21 и 420, жмыха - 1,19 и 410, зеленой массы - 0,21 и 35, сена - 0,51 и 140, соломы - 0,38 и 48, травяной муки - 0,69 и 120, кукурузно-соевого силоса - 0,15 и 22. Сою на корм используют обычно в смеси со злаками (кукуруза, сорго, суданская трава и др.) [23,52].

Менее 1% мировых площадей и около 0,2% мирового урожая соевых бобов - вот, к сожалению, современная ситуация с производством соевых бобов в России. Аналогичные цифры для США - 40 и 50, стран Европейского Союза 1,5 и 1, Бразилии - 19 и 19, Аргентины 10 и 11,5, Китая 13 и 8,5, Индии 9 и 3,4, соответственно. Обращает на себя внимание и неблагоприятное для нашей страны соотношение выхода урожая сои с занятых ею площадей. Свидетельствует лишь о том, что до самого последнего времени этой культуре в нашей стране не уделялось должного внимания. Отрадно, однако, то, что в последнее время эта ситуация коренным образом меняется и, например, начиная с 1998 года в России преодолена тенденция к сокращению посевных площадей под этой важной продовольственной и стратегической культурой современного мира, отмечается некоторое повышение урожайности и увеличение валового сбора зерна.

В приведенном выше разделе, касающемся производства соевых бобов, мы видим, что оно пока весьма незначительно и не составляет сколько-нибудь значимого направления в сельскохозяйственном производстве страны. Возникает естественный вопрос, а сколько же мы сегодня их используем и какое их количество и для каких целей нам минимально необходимо сегодня? Возможно даже того количества, которое у нас сегодня производится достаточно для всех целей. Анализ мировой практики использования соевых бобов показывает, что имеется несколько крупных секторов их потребления, а именно: производства растительного масла; производства кормов; производства продуктов питания непосредственно из бобов или использования продуктов их переработки в ингредиенты для других отраслей пищевых производств. Продажа их на международных рынках[35,36].

Ботаническая и биологическая характеристика сои. Соя культурная (*Glicint hispida* Maxim.) - однолетнее растение семейства бобовые (Fabaceae). Стебель у нее прямостоячий, ветвящийся, высотой 1-1,5 м, не полегает, листья тройчатые, у созревших растений листья не опадают. Бобы многосемянные (2-5 семян), при созревании не растрескиваются. Все растения и бобы покрыты жесткими волосками. Масса 1000 семян 150-200 г. Культура самоопыляющаяся.

Соя светолюбива. Ее считают теплолюбивой и влаголюбивой культурой короткого дня. Особенную потребность в тепле испытывает в периоды: бутонизация - цветение (22-25°C), бобообразование - налив семян (20-25°C) и созревание бобов (18-20°C). Для раннеспелых сортов сумма эффективных температур (>10°C) для полного цикла их развития составляет 1600-2200°C. Семена начинают прорасти при температуре 6-7°C. В период всходов и созревания соя может переносить кратковременные заморозки до -2,5°C.

Наибольшую потребность во влаге растения испытывают во время цветения и налива семян. Коэффициент транспирации 600. Однако соя устойчива к майской засухе.

Лучшие почвы для сои - суглинистые и супесчаные черноземы с хорошей аэрацией. Она не переносит засоления и кислотности почвы. Оптимальное сложение почвы для хорошей аэрации и нормального развития корневой системы и клубеньковых бактерий создаются при плотности почвы 1,10-1,25 г/см. Основные фазы роста сои следующие: прорастание (от посева до всходов), всходы (от появления семядольных до распускания примордиальных листьев), образование первого тройчатого листа, ветвление, бутонизация, цветение, формирование бобов, налив семян, созревание.

Всходы сои при благоприятных условиях появляются на 6-9-й день после посева, а на 3-4-й день после выноса семядолей раскрываются примордиальные листья. Первый тройчатый лист раскрывается на 5-7-й день после появления всходов. Он формируется 10-13 дней. Последующие листья появляются через каждые 4-7 дней[1,8,28].

До фазы ветвления надземная фитомасса сои растет медленно. В этот период и до начала цветения интенсивнее нарастают корни и клубеньки. Ветвление начинается с пазушных почек 3-4-го тройчатого листа, а в пазухах листьев, начиная с 5-6-го узла, образуются цветочные кисти.

Одна кисть цветет 5-8 дней. Цветение и плодообразование на растении растянуто (15-30 дней). Первые бобы формируются через 10-15 дней после начала цветения. Развитие бобов продолжается 15-25 дней, а созревание семян - 10-12 дней.

В период налива семян вегетативный рост сои прекращается, а во время созревания соя сбрасывает листья. У большинства сортов бобы при созревании не растрескиваются, растения не полегают. Это облегчает ее уборку [6,12,46].

1.2. БЕЛКОВО-ВИТАМИННЫЙ КОНЦЕНТРАТ.

Белково-витаминные концентраты могут быть использованы как высокопитательные добавки к корму скота. Их применение в животноводстве позволяет при расходе 1 т концентрата дополнительно получать 750 кг мяса или 2000 кг птицы. [18,42,56]

Белково-витаминными концентратами называются вещества клеток микроорганизмов, выращиваемые в нефтяной питательной среде. Они могут быть использованы как продукты питания людей, кормовое средство для скота и химическое сырье. [22, 28, 29]

Культура белково-витаминных концентратов является специфичной. Подготовка ее осуществляется на специальной установке, так называемой установке чистой культуры, состоящей из ряда аппаратов для последовательного наращивания массы чистой культуры белково-витаминных концентратов. [3, 31]

Производство белково-витаминных концентратов может явиться в перспективе наиболее крупнотоннажным потребителем w - парафинов. Интенсивный рост производства синтетических белков обусловлен тем, что по аминокислотному составу белково-витаминных концентратов не уступает белку животного происхождения. Поэтому в условиях дефицита белка в кормах для животных организация производства белково-витаминных концентратов на основе w - парафинов приобретает важное значение. Промышленное производство n-парафинов C10 - C18 с помощью цеолитов в капиталистических странах в настоящее время превысило 1-5 млн т/год [10,19,44] и осуществляется на 24 промышленных установках, на которых внедрены процессы Изосив, Молекс, Тексако, Энсорб, Бритиш петролеум, Парекс. Все процессы, кроме жидкофазного процесса Молекс, проводятся в паровой фазе при близких температурах адсорбции и десорбции в стационарном слое гранулированного цеолита типа А. Непрерывность работы установки достигается применением нескольких аппаратов или одного аппарата, разделенного на зоны (процесс Молекс), в которых

попеременно проводят адсорбцию, продувку и десорбцию. Основные различия между процессами заключаются в фазовом состоянии сырья и способе десорбции. [1, 11, 4]

Метод получения белково-витаминных концентратов из нефти освоен у нас в стране в промышленном масштабе. Сырьем служат тяжелые фракции нефти с добавками обычных калийных, азотных и фосфорных удобрений, а также микроэлементов. [5, 22, 32]

Метод получения белково-витаминных концентратов из нефти освоен у нас в стране в промышленном масштабе. Сырьем служат тяжелые фракции нефти с добавками обычных калийных, азотных и фосфорных удобрений, а также микроэлементов. Эту смесь микроорганизмы перерабатывают в белковую массу, которую используют в животноводстве. [6]

Нормальное применение белково-витаминного концентрата в виде корма или пищи требует или обогащения его метионином, или применения одновременно с богатым этой аминокислотой материалом. Наши микробиологи уже нашли развивающиеся на углеводородах нефти и более богатые метионином микробактерии. [7, 23, 31]

Метод получения белково-витаминных концентратов из нефти освоен у нас в стране в промышленном масштабе. Сырьем служат тяжелые фракции нефти с добавкой обычных калийных, азотных и фосфорных удобрений, а также микроэлементов. Эту смесь микроорганизмы перерабатывают в белковую массу, которую используют в животноводстве. Нет никаких препятствий (кроме предрассудков. [8, 12, 19]

При получении белково-витаминного концентрата (БВК) из избыточного активного ила биологических очистных сооружений, ил обезвоживается, подвергается гидролизу, нейтрализации, сушке и в виде готового продукта затаривается в мешки. белково-витаминных концентрата по своему качеству близок к кормовым дрожжам. [9, 23, 38]

Метод получения белково-витаминных концентратов из нефти освоен у нас в стране в промышленном масштабе. Сырьем служат тяжелые фракции

нефти с добавками обычных калийных, азотных и фосфорных удобрений, а также микроэлементов. [10, 11]

Метод получения белково-витаминных концентратов из нефтяного сырья освоен в нашей стране в промышленном масштабе. Сырьем служат тяжелые фракции нефти с добавкой обычных калийных, азотных и фосфорных удобрений. Получающуюся белковую массу используют как кормовую добавку в животноводстве. [11, 26]

Для производства белково-витаминных концентратов рекомендованы различные культуры микроорганизмов *Candida*, которые усваивают преимущественно парафины C10-C24 нормального строения. В промышленном ферментаторе выход биомассы на основе жидкого очищенного парафина, содержащего до 05 % ароматических углеводородов, составляет 70 - 80 % в расчете на парафин. [12, 29, 30]

Метод получения белково-витаминных концентратов из нефтяного сырья освоен в нашей стране в промышленном масштабе. Сырьем служат тяжелые фракции нефти с добавкой обычных калийных, азотных и фосфорных удобрений. Получающуюся белковую массу используют как кормовую добавку в животноводстве. [13, 15]

Синтетический протеин - белково-витаминный концентрат (БВК) - позволяет компенсировать недостаток белка, необходимый для питания человека и животных. Белково-витаминных концентрата могут быть синтезированы из нефтяного и газового сырья с использованием одноклеточных микроорганизмов - дрожжевых грибов, бактерий и водорослей. [1]

Дезинтеграт кормовых дрожжей белково-витаминных концентратов из n-парафинов (ТУ 59 - 12 / 1 - 10 - 23 - 10 - 77), горючий светло-желтый порошок. [2,8] Наряду с выпуском белково-витаминных концентратов важнейшим направлением развития биотехнологии будет организация крупномасштабного выпуска кормовых аминокислот: лизина, метионина,

триптофана и др. Использование аминокислот в животноводстве позволит резко повысить пищевую ценность кормов, улучшить их усвояемость. [3,5]

Изложены основы микробиологического получения белково-витаминных концентратов, органических кислот, аминокислот, липидов, ферментов, энгомпатогенных препаратов, бактериальных удобрений. Приведены сведения о сырье (углеводородах, отходах целлюлозно-бумажной и пищевой промышленности, сельского хозяйства), способах его подготовки для утилизации микроорганизмами, показаны принципы составления питательных сред. Описаны технологические схемы производства, используемое оборудование, правила его эксплуатации. Уделено внимание организации технического контроля за ходом процесса и качеством продукции. Рассмотрены вопросы очистки сточных вод и воздушных выбросов, охраны труда и защиты окружающей среды. [4, 29, 30,62]

Ключевым звеном в биотехнологии производства белково-витаминного концентрата паприна является процесс выращивания кормовых дрожжей на парафинах нефти - отходах нефтепереработки. Выращивание кормовых дрожжей осуществляется в биотехнологическом процессе их ферментации в так называемых ферментерах. [6, 16, 18,53]

В микробиологической промышленности растет производство белково-витаминных концентратов, ферментов, аминокислот, антибиотиков, бактериальных удобрений и средств защиты растений. Ведутся работы по вовлечению в переработку различных видов непищевого сырья и отходов промышленного и сельскохозяйственного производства. [8, 12]

В элементарный состав белково-витаминного концентрата и кормовых дрожжей, получаемых из избыточного активного ила на химических комбинатах. Концентрат из активного ила близок по составу и содержанию протеина к кормовым дрожжам и белково-витаминному концентрату. [9, 35]

Примерами биохимических процессов могут быть производство белково-витаминных концентратов и серной кислоты; бактериологическое восстановление серосодержащих продуктов до элементарной серы,

микробиологическое выщелачивание металлов; интенсификация с помощью микро-эргазимов процесса добычи нефти и др. Биохимическим способом получения меди почти в 3 раза дешевле других традиционных способов. [10]

Жидкие парафины являются сырьем для получения белково-витаминных концентратов, синтетических жирных кислот и поверхностно-активных веществ. [11, 29, 30]. Метод апробирован на заводе по производству белково-витаминных концентратов. [12]

Поэтому в последние годы для получения белково-витаминных концентратов используют в качестве сырья метанол, при микробиологическом окислении которого не образуются вредных соединений. [13,19]

В настоящее время широкое развитие приобретает производство белково-витаминных концентратов и синтетических моющих средств на основе жидких парафиновых углеводородов нормального строения. Для удовлетворения требований производства к качеству парафинов применяют их олеумную очистку, поскольку другими методами нельзя достичь требуемой чистоты. На стадии олеумной очистки парафинов образуется серосодержащий отход - так называемые кислые гудроны. Количество образующихся КГ колеблется от 10 до 25 % от выпуска целевого продукта и зависит от качества парафина-сырца и технологического оформления узла очистки. [29, 12, 30]

Основные научные работы посвящены биохимии и технологии белково-витаминных концентратов, инсулина, витаминов, биохимии парентерального питания человека.

Для повышения продуктивности животноводства очень важны химические кормовые добавки: белково-витаминные концентраты, аминокислоты, витамины, ферменты, микроэлементы и др. Начнется строительство крупного производства важнейшей синтетической аминокислоты - метионина, значительно повышающего продуктивность птицеводства и животноводства. При биохимическом окислении

органических веществ образуется биомасса, которую используют для получения белково-витаминного концентрата для подкормки животных.

В ряде стран ведутся научно-исследовательские и опытные работы по получению из парафиновых углеводов белково-витаминных концентратов. Из нефтяной фракции парафин удаляется за счет переработки его бактериями в белки, аналогичные по своему составу дрожжам. Поскольку при этом происходит не выделение парафиновых углеводов, а их переработка, мы на этом процессе останавливаться не будем.

Мягкие парафины используют в качестве сырья для производства различных продуктов, в том числе белково-витаминных концентратов (БВК), добавляемых в корм скоту и птице. [39, 37, 34]

1.3.СОЯ И ЕЕ РОЛЬ В ПИТАНИИ ЧЕЛОВЕКА.

Соя (лат. Glycine) - род растений семейства бобовых, одно из древнейших культурных растений, родиной которого является Восточная Азия. Считается, что возделывание этой культуры началось в Китае по меньшей мере 5 тыс. лет назад.

Большой интерес к сое объясняется тем, что среди всех возделываемых в мире культур она является одной из самых высокобелковых.

По данным разных авторов, содержание белка в семенах сои может варьировать от 30 до 50%. Белки сои неоднородны по структуре и функциям. Большую часть соевого белка (около 70%) составляют запасные белки класса 7S (конглицинины) и 11S (глицинины), которые достаточно хорошо усваиваются млекопитающими [1,6,9].

Ингибиторы протеаз составляют 5–10% общего количества белка в семенах сои. Они взаимодействуют с ферментами, предназначенными для расщепления белков, и образуют устойчивые комплексы, лишенные ферментативной активности. Результатом такой блокады становится пониженное усвоение белковых веществ рациона.

Соя также является источником жиров (соевое масло), содержание которых в семенах колеблется от 16 до 27%. Отличительная особенность сои - в самом высоком содержании фосфолипидов по сравнению с другими культурами. Фосфолипиды обладают антиоксидантной активностью, способствуют регенерации мембран, увеличивают детоксикационную способность печени, снижают у больных диабетом потребность в инсулине, предотвращают дегенеративные изменения в нервных клетках, мышцах, способствует укреплению капилляров. Ненасыщенные, в том числе и полиненасыщенные жирные кислоты, преобладают в соевом масле (86–87% общего количества). К биологически активным веществам соевого масла относятся также токоферолы с их выраженными антиокислительными свойствами [6, 9,58].

Характерная особенность сои выражается в невысоком содержании углеводов, которые представлены растворимыми сахарами: моносахаридами (глюкозой, фруктозой), дисахаридом (сахарозой), трисахаридом (раффинозой) и тетрасахаридом (стахиозой), а также гидролизуемыми полисахаридами (крахмалом и др.) и нерастворимыми структурными полисахаридами (гемицеллюлозой, пектиновыми веществами и др.). Фракция растворимых углеводов на 99% представлена олигосахаридами - сахарозой, раффинозой и стахиозой, в состав которых входят молекулы глюкозы, фруктозы и галактозы. Помимо белков, жиров и углеводов в соевом зерне содержится целый ряд жирорастворимых (β -каротин, витамин Е) и водорастворимых (группа В, фолиевая кислота и др.) витаминов, макро- и микроэлементов. Семена сои являются источником изофлавонов, которые сконцентрированы в гипокотиле сои (участке стебля растения от корневой шейки до первых зародышевых листьев). К соевым изофлавонам относятся генистин, генистеин, дайдзин, дайдзеин, глицитеин, куместрол, которые являются термостабильными гликозидами и не разрушаются при кулинарной обработке. Эти биологически активные компоненты сои обладают различной эстрогенной активностью [9,11,28].

К гликозидам также относятся сапонины, имеющие горьковатый вкус. В соевой муке они составляют от 0,5 до 2,2% [6,16]. Совершенствование сои как сельскохозяйственной культуры идет по двум направлениям: классическая селекция и генное модифицирование. Трансгенную, или генномодифицированную сою получают путем внедрения гена фермента из агробактерий, обладающих устойчивостью к гербициду (глифосату), который убивает большинство сорных растений, но является малоопасным для человека и животных [12,28].

Генно-модифицированной соя разрешена к импорту и употреблению в пищу в большинстве стран мира, чего нельзя сказать о ее посеве и выращивании. В России возделывание генно-модифицированной сои, как и других трансгенных растений, запрещено, однако продукты из трансгенной

сои являются первыми продуктами из генетически модифицированных источников, получившими «права гражданства». В мире существуют различные подходы к маркировке пищевых продуктов, полученных из генетически модифицированных источников питания. Так, в США, Канаде и Аргентине указанные продукты вообще не маркируются каким-либо особым образом, в Японии и Австралии принят 5% уровень маркировки, в странах ЕЭС - 0,9% [13]. В соответствии с Санитарными правилами и нормами СанПиН 2.3.2.1078-01 с 01.09.2002 г. в России была введена обязательная маркировка пищевых продуктов, в составе которых содержится > 5% трансгенных компонентов [15,49].

Большая часть выращиваемой в мире трансгенной сои идет на получение растительного масла, а также на производство комбикормов. В последние годы становится популярным использование сои при изготовлении биодизеля. Проблема безопасности трансгенной сои стала частью обширной дискуссии о безопасности генно-инженерных организмов в целом. Все трансгенные сорта растений перед выходом на рынок проходят тщательную проверку на безопасность для человека и экологии. Это приводит к тому, что стоимость разработки и вывода на рынок нового трансгенного растения чрезвычайно высока, но в то же время такие растения намного более изучены, чем сорта, полученные методами обычной селекции. Так, в США и других развитых странах, несмотря на достаточно длительный период потребления трансгенной сои, на сегодняшний день нет ни одного научно подтвержденного случая ее отрицательного влияния на здоровье человека. В соответствии с регламентированными правилами в производстве детского питания генетически модифицированное сырье не используется [9, 11,46].

Детские смеси на основе соевого белка известны в мире уже более 100 лет [16,55]. В США, несмотря на достаточно определенные показания и противопоказания к употреблению этих смесей, они занимают почти 1/4 всех детских смесей, используемых при искусственном вскармливании детей после 2 мес жизни. В основном соевые смеси используются при

наследственной патологии обмена углеводов (галактоземия, первичная лактазная недостаточность), вторичной лактазной недостаточности.

Также они используются в качестве основного питания у детей во втором полугодии жизни при невозможности вскармливания лечебными молочными смесями из-за непереносимости белков коровьего молока или аллергии [17,48]. С момента появления первых детских соевых формул состав их значительно усовершенствовался. Все современные детские смеси производятся на основе изолята соевого белка, который представляет собой очищенный белок высокой биологической ценности (67 ккал на 100 мл восстановленной смеси) [9, 11, 17].

Белковый компонент этих смесей обогащен L-метионином, L-карнитином и таурином, содержание белка составляет 2,45–2,8 г на 100 ккал, что соответствует 1,6-1,9 г на 100 мл готовой к употреблению смеси. Жировой компонент состоит преимущественно из композиции растительных масел, которая сходна с таковой в молочных смесях. В производстве соевых формул масла используются: соевое, пальмовое, подсолнечное, оливковое, сафлоровое и кокосовое. Основным источником углеводов для соевых детских смесей служат глюкоза, мальтодекстрин, глюкозный сироп при общем содержании 6,8-8,3 г на 100 мл готовой смеси [16, 18]. Соевые формулы содержат около 1,5% фитатов [19,59]; более 30% всего фосфора представлено в виде плохоусвояемых соединений. В связи с этим смеси на основе изолята соевого белка обогащают кальцием и фосфором на 20% больше по сравнению с формулами на основе коровьего молока, а соотношение кальция к фосфору составляет от 1,1 до 2,0:1.

Особый интерес вызывают исследования влияния соевых продуктов на здоровье детей и взрослых, которые с грудного возраста получали смеси на основе соевого белка. Наиболее интересными для изучения влияния на организм человека являются фитоэстрогены. Они объединяют несколько групп нестероидных эстрогенов, в том числе изофлавоны, которые в достаточном количестве содержатся в соевых бобах [16, 22].

Предполагают, что в процессе пищеварения фитоэстрогены могут быть активизированы удалением гликозида бактериями кишечного тракта [21], а затем инактивированы печенью путем образования глюкуронида или сульфата изофлавонов [22,41].

Сравнительные исследования по воздействию соевых и молочных смесей на различные параметры развития детей показали, что у доношенных новорожденных детей, получавших смеси на основе изолята соевого белка, обогащенных метионином, были отмечены нормальные рост и развитие; потребление энергии также эквивалентно таковому при вскармливании молочными смесями [1,42-46]. Концентрация альбумина сыворотки крови как маркера адекватности питания при вскармливании соевой смесью сохранялась в пределах нормальных величин [44].

Минерализация костной ткани, концентрация кальция, фосфора и щелочной фосфатазы в сыворотке крови у доношенных детей первого года жизни, получающих соевые смеси, не отличалась от показателей у детей, получавших молочные смеси, но была выше по сравнению с группой младенцев, находящихся на грудном вскармливании [23, 47, 48].

Эти результаты были подтверждены и в экспериментальных условиях: более высокая плотность костной ткани была обнаружена у поросят, вскормленных соевой или стандартной молочной смесью, по сравнению с группой животных, получавших только грудное молоко [49]. Однако в отдельных случаях назначение соевых смесей требует осторожности или может быть противопоказано. Например, у младенцев с врожденным гипотиреозом при длительном питании соевой смесью на фоне гормонозаместительной терапии отмечается повышение тиреостимулирующего гормона щитовидной железы. Это происходит вследствие повышенной абсорбции фитатами и инактивации гормона щитовидной железы, получаемого *peros* [50-52]. Аналогичные данные получены и у взрослых с гипотиреозом. В таких ситуациях предлагается более тщательный контроль за уровнем тироксина в крови и при необходимости увеличение дозы L-тироксина. В то

же время исследования влияния пищевой сои на функцию щитовидной железы у здоровых крыс не выявили подобных благоприятных эффектов [53]. Не рекомендуется назначать смеси на основе изолята соевого белка недоношенным детям, так как установлено их отрицательное влияние на процессы остеогенеза у младенцев с низкой массой тела при рождении и преждевременно родившихся детей [53, 54]. Показано, что даже при дополнительном назначении кальция и витамина D выраженная остеопения, подтвержденная рентгенографически, сохранялась у 40 (32%) из 125 недоношенных новорожденных, получающих соевую смесь. Этот факт авторы связывают с функциональной незрелостью почек и снижением абсорбции кальция на фоне вскармливания соевыми смесями. Поэтому для недоношенных детей рекомендуются только специализированные смеси на основе молочного белка. У доношенных детей с нормальной почечной функцией подобного эффекта не отмечалось [54]. Назначение соевой смеси при аллергии к белкам коровьего молока широко обсуждается в литературе. Повышенная чувствительность к белкам сои отмечена у 10-14% детей с аллергией к белкам коровьего молока [55], поэтому в случаях повышенного риска развития аллергических реакций или при уже имеющихся клинических проявлениях предпочтение отдают формулам на основе гидролизованного молочного белка [55,56]. Положительное влияние диетотерапии с использованием соевых формул отмечалось при лечении вирусных, в том числе ротавирусных, диарей: в группе детей, получавших строгую безлактозную диету на фоне соевой смеси, быстрее наступала нормализация частоты и характера стула [32,57]. В настоящее время на российском потребительском рынке представлено несколько смесей на основе изолята соевого белка зарубежного и отечественного производства (табл.). Химический состав указанных смесей отвечает всем современным требованиям качества и безопасности и соответствует нормативам СанПин 2.3.21978-01 МЗ РФ [15,18]. Для детей с наследственной патологией обмена галактозы и лактозы правильный выбор безлактозной/безгалактозной

детской смеси является жизненно важным. Как правило, в таких случаях назначают формулы на основе изолята соевого белка. В отделениях Научного центра здоровья детей РАМН у младенцев с классической галактоземией использовали соевую смесь Хумана СЛ (Humana SL, Германия). По данным неонатального скрининга, уровень тотальной галактозы у этих детей составлял 56-79 мг%. Смесь назначалась в первые 7-14 дней жизни; если диагноз был подтвержден пренатально с самого рождения ребенка.

Наряду с данными физикального обследования основным критерием эффективности диеты являлся уровень тотальной галактозы в крови, который определяли на 4, 7, 10 и 14-й дни жизни ребенка, далее - не реже одного раза в месяц. На фоне диетотерапии наблюдалась постепенная стабилизация состояния детей с последующей регрессией симптомов заболевания (интоксикации, желтухи), отмечались нормализация размеров печени и селезенки, оживление рефлексов новорожденных, постепенное восстановление темпов физического и психомоторного развития. Содержание галактозы в крови снижалось уже на 3 сут, достигая допустимых величин на 7 сут. Контроль уровня тотальной галактозы в крови показал их стабильность в течение первого полугодия жизни (не выше 3 мг%) и в дальнейшем - на фоне введения прикорма (1-4 мг%). Оценка фактического питания детей также показала, что лечебные рационы детей с галактоземией, в которых длительно использовалась соевая смесь

Заключение

Анализ результатов экспериментальных и клинических исследований демонстрирует отсутствие какого-либо неблагоприятного влияния детских смесей на основе изолята соевого белка на рост, развитие, репродуктивную и эндокринную функцию, состояние нутритивного статуса детей и взрослых, которые в грудном возрасте вскармливались соевыми смесями. Эти смеси не должны использоваться в питании недоношенных детей и детей, родившихся с малым весом к сроку гестации, а также при наличии у ребенка патологии

почек. Относительным противопоказанием для использования соевых формул является врожденный гипотиреоз.

Существуют вполне определенные показания к назначению данного вида питания. В первую очередь, наследственные нарушения обмена углеводов галактозы и лактозы (галактоземия и первичная лактазная недостаточность), при которых использование соевых смесей с рождения несомненно является высокоэффективным.

При аллергических реакциях на белки коровьего молока или молока других животных соевые смеси назначаются индивидуально в соответствии с клиническими и иммунологическими показателями. При острых вирусных диареях, которые, как правило, осложняются вторичной лактазной недостаточностью, соевые смеси могут быть включены в состав лечебного рациона с учетом индивидуальной переносимости.

1.4. ИСТОЧНИКИ БЕЛКА РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МЯСОПРОДУКТОВ

Проблема производства и использования растительного белка приобретает особую актуальность для отечественной мясоперерабатывающей отрасли, которая остро ощущает недостаток традиционных сырьевых ресурсов [16,18,43].

Функциональные свойства и пищевая ценность в сочетании с экономической целесообразностью выдвигает растительные белки на одно из первых мест в ряду заменителей мяса и белковых ингредиентов при производстве мясопродуктов [10,41,38].

Все многообразие растительных источников пищевого белка, используемых в питании и рассматриваемых в качестве резерва увеличения белкового фонда, можно разделить на три основные группы: традиционные продукты сельского хозяйства, нетрадиционные ресурсы и новые источники белка. Оценивая степень изученности качества растительных источников

пищевого белка второй группы, авторы [27,44] группируют их следующим образом: применяемые в пищевых производствах вторичные белоксодержащие продукты (изоляты и концентраты соевых белков, отходы мельничных производств и крупорушек);

перспективные, но еще недостаточно изученные с точки зрения технологии получения из них пищевого белка (биомасса зеленых растений, бобовые культуры, шрот из семян подсолнечника, хлопчатника и винограда); имеющие определенную ценность, но мало изученное с точки зрения безопасности для организма человека белоксодержащее сырье (шрот из семян арахиса, сафлора, рапса).

К третьей группе относят новые, мало исследованные источники белка - одноклеточные и многоклеточные водоросли.

Основными лимитирующими аминокислотами для белков злаковых являются лизин, триптофан, метионин. Злаковые культуры обеспечивают около 50% энергии и дают половину производимого человеком белка, потребляемого среднестатистическим жителем планеты. Семена их содержат 7-14% белка, а некоторые сорта до 15%. При переработке пшеницы, кукурузы, ржи на крахмал образуются в виде отходов большие количества дешевого белка. Он обладает низкими функциональными свойствами, но используется для получения белкового гидролизата, а также на корм скоту.

Производство мясных изделий с использованием белка пшеничных отрубей позволило увеличить ресурсы мяса на 4-5 кг с каждого килограмма концентрата белка и получить экономический эффект около 50 тыс. руб. на 1 т продукции [13,25,33].

Исследованиями советских и зарубежных авторов показана целесообразность использования при производстве колбасных изделий и полуфабрикатов белков пшеницы, а также их изолятов и концентратов. Все возрастающее применение пшеничного белка в мясной промышленности обусловлено такими его достоинствами, как низкая себестоимость, широкое распространение, питательная ценность [19,31,58].

В странах, где выращивается рожь, этот злак может иметь значение в удовлетворении потребности в белке.

Широко возделываемая в Германии культура ржи исследована по ряду важных показателей, в частности, содержанию лизина, количеству тио- и дисульфидных групп, электрофоретическим свойствам, а также растворимости и пенообразующей способности некоторых белковых фракций.

Из ржаной муки может быть экстрагировано от 60 до 90% белков с помощью дистиллированной воды в присутствии пальмитата натрия. Выход протеина, помимо ряда факторов, зависит от размера частиц муки. Эмульгирующие свойства белка характеризуются очень высокими показателями [19,45,53].

В последнее время широкое признание получила новая зерновая культура тритикале, синтезированная путем скрещивания хромосомных комплексов двух разных ботанических сортов ржи и пшеницы. Тритикале очень быстро распространяется по странам и континентам как культура с высокими потенциальными возможностями, обладающая рядом ценных пищевых свойств, а также высокой урожайностью. Тритикале богата важными химическими компонентами, кроме белка и аминокислот содержит жир, клетчатку, минеральные вещества, сахара, крахмал, пентозаны. Аминокислоты характеризуются значительным содержанием глютаминовой кислоты, пролина и более высоким уровнем лизина, чем у твердых пшениц. При переработке тритикале на белок молекулярный выход его составляет 67% при рН 10,9. При более высоком рН можно достичь большей степени экстрагирования, но возможна денатурация белка. В концентрате содержится от 82 до 87% протеина, что зависит от его количества в исходном сырье. Этот белок характеризуется хорошими функциональными свойствами — водоудерживающей, эмульгирующей способностью и стойкостью образуемых эмульсий [4,8,11].

Из зерновых культур перспективным источником пищевого белка является кукуруза. Кукурузное зерно имеет развитой зародыш, он составляет 10-12% от веса зерна. Он богат белками - до 20%, жиром - свыше 30%, минеральными веществами - до 12% [45,50].

Белки зародышей кукурузы содержат все независимые аминокислоты, % на сухое вещество: аспарагиновая - 1,98; треонин - 0,98; серин - 1,11; глютаминовая - 4,38; пролин - 1,83; глицин - 1,43; аланин - 1,50; валин - 1,64; метионин - 0,32; изолейцин - 0,90; лейцин - 2,06; тирозин - 0,44; фенилаланин - 1,22; гистидин - 0,87; лизин - 2,07; аргинин - 1,82. Лимитирующая аминокислота метионин, ее аминокислотный скор - 26,9%. Высокая массовая доля щелочных и щелочно-земельных металлов и витаминов позволяет использовать кукурузный зародыш в виде добавок к традиционным продуктам для обогащения и расширения блюд и изделий [21,46,49].

В производстве кукурузного масла вторичным продуктом является измельченный шрот, получаемый из зародышей зерна с содержанием белка 2,50. Отход кукурузнокрахмального производства - жмых - содержит 25-28% протеина. В нем содержится весь комплекс хорошо сбалансированных независимых аминокислот, не уступающий по этому показателю белкам зародыша кукурузы. Жмых богат макро- микроэлементами, витаминами, полиненасыщенными кислотами, легко гидролизуемыми полисахаридами [17,45,37].

Качество жмыха и годовой объем производства обуславливают целесообразность получения из него протеина [14,47,62].

Установлены оптимальные параметры процесса экстракции белка. Разработана технология комплексной безотходной переработки жмыха зародышей кукурузы, включающая выработку пастообразного и порошкообразного изолированного белкового концентрата и дальнейшее использование отходов производства - твердого остатка жмыха и сыворотки для получения кормовых продуктов. Около 97% всех азотистых веществ кукурузного концентрата составляют белковые, из них 96% - растворимые.

Токсикологическая проверка показала возможность использования в пищевой промышленности. При замене мясного сырья до 15% концентратом качество фаршевых мясных консервов не ухудшается. В пастообразном виде его можно хранить в герметичной таре при 4-7°C в течение 30 суток, без внесения консервантов [16,45,57].

Массовая доля компонентов в белковых концентратах, полученных из жмыхов зародышей, составляет, % (в пересчете на сухое вещество): протеина - 70,3-88,8; липидов - 0,9 - 1,16; клетчатки - 1,4 - 5,6; золы - 2,2 - 5,4. Они богаты серосодержащими аминокислотами, относительная биологическая ценность их по сравнению с казеином молока составляет 79-90%, усвояемость колеблется от 89 до 93%. Массовая доля компонентов вырощенной зародышевой муки составляет в среднем, %: белка - 24,3; золы - 7,3; клетчатки - 5,8; сахара - 5,8 и жира не более 1. Микроэлементный состав ее характеризуется высокой концентрацией элементов, участвующих в кроветворении - железа и меди. Их массовое содержание примерно такое же, как и в говядине. Использование ее в качестве белкового обогатителя значительно улучшает функциональные и реологические свойства готовых продуктов, существенно повышая их биологическую ценность. Эти белки рекомендованы к использованию в пищевой промышленности с целью создания комбинированных продуктов для рационального и диетического питания. При замене ими части мяса и яиц в традиционных продуктах питания снижается уровень холестерина, повышается массовая доля растительных жиров и пищевых волокон, что важно для профилактики ряда заболеваний[1,2,16].

Разработан способ получения жирно-белковой эмульсии из пищевой кости в сочетании с кукурузной мукой и использовании ее при производстве мясных изделий. Установлено, что жирно-белковая эмульсия и кукурузная мука хорошо сочетаются с другими компонентами фарша. У колбасных изделий с массовой долей эмульсии 10-15% и 3-8% кукурузной муки органолептические показатели лучше, чем у контрольных образцов /35/.

Установлено, что при замене от 10 до 30% жирной свинины белково-жировой смесью (БЖС) в колбасах повышается количество воды, белка, минеральных солей, углеводов, но снижается содержание жира и калорийность. Частичная замена печени сопровождается, наоборот, снижением количества влаги, но увеличением белка, жира, минеральных элементов, калорийности. Во всех случаях БЖС способствует увеличению выхода готовой продукции и заметно влияет на снижение себестоимости сырья [26,49].

По биологической ценности белки зародышей зерна кукурузы соответствуют этому показателю некоторых белков животного происхождения, их массовая доля в жмыхе достигает 28%. Массовая доля белка в жмыхе из семян томатов - до 45%.

Данные, характеризующие состав шрота и жмыха некоторых масличных и овощных культур, приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1.

Состав шрота и жмыха некоторых масличных и овощных культур

Массовая доля компонентов, %	Шрот		Жмых	
	сафлора	льна	кукурузный	томатный
Влага	7,95	9,29	4,24	5,21
Белок	21,44	36,04	24,70	43,20
Зола	4,00	5,50	2,20	3,50
Клетчатка	35,30	7,20	18,12	17,30
Жир	2,00	1,20	11,55	11,55

Расчет аминокислотного скоро показал, что главные лимитирующие аминокислоты в белках шрота сафлора и льна - серосодержащие, кукурузного жмыха - изолейцин, томатного - лейцин [8,17,13].

Белки семян льна и сафлора могут служить ценным продуктом питания. Шроты семян этих культур содержат 30% белка. Разработана технология получения из них белковых концентратов после выделения масла. Концентрат белка представляет собой светлую пасту без вкуса и запаха,

содержание в ней сухих веществ составляет 10% и белка на абсолютно сухое вещество - 90%. Концентраты не обладают токсическими свойствами и могут быть использованы в пищевой промышленности в производстве вареных колбас, котлет, фрикаделек, мясных консервов. При изготовлении мясной котлетной массы допустима замена натурального мяса белковой пастой из шрота льна в количестве 18%, не оказывая при этом существенного влияния на органолептические показатели полуфабрикатов и готовых изделий.

При комплексной переработке томатов на косточкоперерабатывающих заводах образуются отходы в виде жмыха с содержанием протеин. 40-45%. Отходы маслоэкстракционных заводов (жмых и шроты) интенсивно изучаются как важный источник пищевого белка. В ОТИПП им. М.В. Ломоносова разработана технология получения белкового изолята из жмыха семян томатов, аминокислотный состав которого близок к оптимальному [48, 46, 50].

Белковый концентрат, полученный из томатов, характеризуется высоким содержанием протеина - 80-85%, незначительной массовой долей углеводов, жира, всех незаменимых аминокислот, минеральных веществ. Перевариваемость белка протеолитическими ферментами составляет 75-82%, биологическая ценность по сравнению с казеином - 75-85%. Медико-биологическая оценка свидетельствует о его полной безвредности.

Разработан способ получения мясных изделий и полуфабрикатов с применением сухого порошка из вторичного томатного сырья. Образцы готовой продукции не уступают по функциональным свойствам и органолептике традиционным продуктам [18,53,50].

Белок картофеля туберин в сочетании с молочными белками обеспечивает получение сбалансированного по основным аминокислотам молочно-белкового концентрата и не менее ценного в кормовом отношении копреципитата, что позволяет экономить дефицитный молочный протеин и включить в пищевые рационы термоустойчивые белки клеточного сока растений.

Разработан способ получения белкового изолята с содержанием белка до 93% из сока картофеля, а также разработана технология производства растворимого комбинированного белкового концентрата [4,7,55].

Потенциальный источник белка - косточки (семена) винограда, массовая доля компонентов в которых составляет, %: белка - 10,12; жира - 12,04-16,34; клетчатки - 32,39[^]2,53; азота - 1,62-1,89 и влаги - 5,85-9,96. Массовая доля белка в семенах винограда сопоставима с массовой долей его в семенах подсолнечника. Методы получения масла и белка из семян винограда в настоящее время разработаны и апробированы в производственных условиях. В Грузии разработана технология пищевого белкового концентрата из семян винограда и предложены рецептуры вареных колбас с его использованием [20,37,51].

Одним из перспективных источников белка признана бобовая культура - люцерна. В зависимости от климатических условий, видов почв, сорта и других факторов можно получить от 1800 до 3000-4000 кг белка с 1 га.

Фракционный состав сырого белка варьирует, %: альбуминов - 14,3-17,3; глобулинов - 6,1-6,8; глютелина - 11,4-15,0; проламина - 11,4-15,0; небелкового азота - 32-33 и других компонентов - 17,5-20,0. Считается, что в среднем 2/3 азотистых компонентов составляет истинный белок, половина которого представлена водорастворимой, а половина - водонерастворимой фракцией. Наиболее значительный источник растворимого в воде белкового азота в зеленых листьях - белковая фракция I (P1), составляющая 40-50% общего растворимого белка и выделенная из хлоропластов. Следует отметить, что белковая фракция I люцерны близка к таковой табака, которому в последнее время уделяют внимание в качестве возможного источника пищевого белка.

Листья табачных растений уникальны в том отношении, что белок из них может быть легко получен в кристаллическом виде, что делает его весьма перспективным для использования в пищевых целях. Его биологическая ценность близка или даже превышает ценность казеина

молока, для получения 800 г дважды перекристаллизованного белка требуется около 300(кг свежих листьев табака [4,9,52].

Среди различных зернобобовых культур важная роль в нашей стране принадлежит люпину благодаря довольно высокому (около 40%) содержанию и биологической ценности белков и минеральных веществ, а также значительной сырьевой базе [11,45,54].

Показана возможность использования люпинового белкового изолята (ЛБИ) в производстве консервных пищевых продуктов. Пастообразный изоэлектрический препарат целесообразно применять при выработке мясных консервов для замены части мясного сырья без снижения биологической ценности, исключающей появление лимитирующих аминокислот. Для смесей говядина - ЛБИ, свинина - ЛБИ, говядина-свинина - ЛБИ возможна замена мясного сырья ЛБИ в количестве 15%, что приводит к увеличению содержания сырого протеина и сухих веществ, снижению содержания жира, клетчатки и энергетической ценности продукта, но благоприятно сказывается на структурно-механических свойствах [25.39,55].

Белок кормовых бобов представлен в основном альбуминами и глобулинами с высоким содержанием незаменимых аминокислот. В зерне высокобелковых кормовых бобов в расчете на сухое вещество приходится в среднем 20,9-33% белка, 42% крахмала, 2% жира, 8% клетчатки. Последняя сконцентрирована, главным образом, в семенной кожуре.

Большую часть протеина кормовых бобов можно экстрагировать и перерабатывать в текстурированные продукты, пригодные в пищу. По данным ряда исследователей, семена кормовых бобов являются лучшим сырьем, чем горох для производства пищевого белка, так как содержат больше общей и растворимой его формы, а ингибиторов трипсина в 4-5 раз меньше, чем у сои [8,30,31,56].

К масличным культурам относятся соя, подсолнечник, хлопчатник, лен, рапс, арахис, кунжут, сафлора и др. Наибольшее значение имеют соя, хлопчатник, подсолнечник, арахис и рапс. Они являются прежде всего

сырьем для производства растительного масла, однако, богаты и белком, содержание которого находится в пределах 30%. По объему производства они занимают второе место после злаковых культур. Потенциальные ресурсы белка масличных культур весьма велики [6,23,57].

В подсолнечнике, основным производителем которого является Россия, массовая доля компонентов в ядрах семян примерно составляет: масла - 50%, белка - 26-33%, клетчатки - 9-12%, общих Сахаров - 4-6%. Эти данные подчеркивают важность обмолота семян для получения шрота высокого качества с возможностью последующего выделения целевых белковых компонентов в форме белковых препаратов [58].

Другой источник - хлопчатник - приобрел довольно широкую известность в качестве потенциального источника пищевого белка в конце 50-х и 60-х годов. Главным препятствием использования шрота семян хлопчатника как сырья для производства белков является присутствием в них токсичного пигмента госсипола [59].

Анализируя полученные результаты по исследованию свойств отечественных препаратов, следует отметить, что хотя аминокислотный состав подсолнечника лучше, чем сои и хлопчатника, в изоляте белка подсолнечника содержится мало незаменимых аминокислот - лизина и изолейцина, что снижает его сравнительную биологическую ценность. Кроме того, имеются сведения о наличии в нем ингибиторов трипсина, а технология получения продукта более трудоемка [15,19].

В решении проблемы белка огромную роль в качестве сырья для его производства играют бобовые культуры, к которым относятся горох, фасоль, люпин, кормовые бобы, чечевица, вика, нут, чина и др. По химическому составу и пищевой ценности эти культуры наиболее близки к животным белкам - мясу, рыбе, а также молоку. Бобовые занимают в мировом производстве зерна около 20%, в нашей стране лишь 4,4%. Эти культуры содержат на единицу площади наибольшее количество перевариваемого протеина, лизина, метионина, являются источником самого дешевого

растительного белка /51, 60/. Массовая доля белков в их семенах составляет в среднем 20-25%, они отличаются хорошей сбалансированностью по количеству незаменимых аминокислот и высокой долей водорастворимых фракций [3,5,57].

Бобовые отличаются высокими пищевыми достоинствами, белок зерна богаче незаменимыми аминокислотами по сравнению с другими растениями [52, 60].

Следует, однако, отметить, что семена бобовых содержат токсичные компоненты - цианоген, сапонины, алкалоиды и вещества, ингибирующие протеолитические ферменты и гормоны пищеварительного тракта, к которым относятся ингибиторы трипсина и фитогемагглютенины. Эти вещества либо удаляются водой при замачивании, либо дезактивируются при термической обработке. Зернобобовые обладают травянистым, горьким, вяжущим привкусом, от которого не удастся избавиться при традиционной технологии приготовления пищи. Для улучшения органолептических показателей используется специальная, более трудоемкая технология [1,14, 60].

Помимо этого, потребление бобовых наталкивается в развитых странах на психологические препятствия: необходимость кулинарной обработки, затруднения в пищеварении (скопление газов в кишечнике, метеоризм) или органолептические свойства (привкус фасоли) [9,25,45].

После завершения фундаментальных исследований и экспериментального анализа получены пищевые формы соевого белка: обезжиренная соевая мука с массовой долей белка 50%, соевые концентраты - 70%, соевые изоляты - до 90% (табл. 1.2.), которые весьма эффективны при использовании их в качестве заменителя сырья в натуральных мясных продуктах и при создании искусственных мясных изделий.

Таблица 1.2.

Формы и химический состав соевых пищевых препаратов

Наименование	Массовая доля, %
--------------	------------------

	Влага	Жир	Углевод ы	Белок	Зола
Соевая мука	6,0-9,0	1,6-6,0	29,0-31,0	49,0-53,0	5,0-7,0
Соевый концентрат	4,0-8,0	1,5-2,0	21,0-23,0	62,0-70,0	6,8-8,0
Соевый изолят	5,0-7,0	0,3-1,0	-	85,0-90,0	4,0-6,5

Массовая доля белка в соевых препаратах выше, чем в других продуктах: например, в говядине она составляет 18,5%, свинине - 13,5%, плазме крови - 7,2%. Пищевые соевые препараты широко используются в пищевой промышленности.

Широкое использование сои связано с такими достоинствами, как высокая пищевая ценность, хорошие функциональные свойства (растворимость, дисперсность, эмульгирующая, водо- и жиросвязывающая способности, гелеобразование) [31, 61].

Производство сои растет особенно динамично. Соевые бобы отличаются высоким содержанием белка - более 90%, наличием значительного количества незаменимых аминокислот, в том числе лизина, треонина, триптофана, хорошими функциональными свойствами. Это обуславливает их высокую биологическую ценность, приближающуюся к белкам животного происхождения - мяса, молока, яиц [8,16,62].

Исследованиями последних лет доказано защитное влияние на организм человека уникальных антиканцерогенных веществ - изофлавонов, содержащихся в соевых белках. Один из них - генистеин - подавляет развитие раковых опухолей. Исследования, проведенные в Китае и Японии свидетельствуют о том, что ежедневное потребление соевой пищи снижает риск заболеваний раком. Изофлавоны также ответственны за антиокислительные свойства белковых продуктов, благодаря им увеличивается продолжительность жизни и замедляется процесс старения.

Потребление соевых белков снижает уровень холестерина в крови в среднем на 12% [17,23,63].

Массовая доля в соевых бобах, %: влаги - 7-9, белка - 41-44, жира - 18-21, углеводов - 12-18, золы - 4-6. В настоящее время помимо использования обезжиренного соевого белка в виде муки, концентрата и изолята, выпускаются и текстурированные белки [32,43].

Продолжается поиск новых видов и форм соевого белка. На Одесском комбинате пищевых концентратов получен ферментный гидролизат сои с использованием гриба *Aspergillus oryzae*.

Не обезжиренная мука применяется для детского питания, а также включена в ряд диетических изделий [31,44].

При применении больших количеств соевого белка производители и потребители отмечают некоторое обесцвечивание продукта за счет снижения массовой доли мышечных белков. Поэтому рекомендуются следующие методы усиления интенсивности цвета продукции: использование сырья, содержащего значительное количество миоглобина (сердце, селезенка), компенсация дефицита миоглобина гемоглобином крови, использование катализаторов цветообразования - аскорбината натрия или др., использование комбинаций методов.

Чтобы сохранить/традиционный вкус мясопродуктов при добавлении изолятов соевых белков целесообразно увеличить содержание приправ, применять разнообразность сочетания ароматизаторов и экстрактов пряностей, увеличить содержание жирного мяса, а также соли на 0,1-0,3% [18,23,62].

Кроме применения в традиционных колбасах, сардельках и сосисках соевый белок нашел свое место и в других мясных продуктах — котлетах, беконах, рулетах.

По первому способу готовят рассол с изолятами белков и вводят его в количестве 15-50% к массе сырья обычными многоигольчатыми шприцами.

По второму способу в мясо шприцуют стандартный рассол, не содержащий белок, помещают его в барабан, в который вводят гидратированный белок в виде суспензии, содержащей 12,5% белка. В этом случае выход продукта повышается на 10-15% [2,5,59].

Соевый белок можно успешно использовать в производстве мясных консервов, так как высокая температура не оказывает на него неблагоприятного действия, благодаря этому соевый белок часто вводят в рецептуры продуктов, предназначенных для длительного хранения /65/.

Соевый белок применяют в технологии производства полукопченых, вареных, а также кровяных колбас, при этом соевые белковые препараты рекомендуется вводить в фарш в виде гелей для более равномерного их распределения. Готовый гель можно хранить при 0-4°C не более 24 ч.

Белковые препараты также можно вносить в мешалку в сухом виде с добавлением необходимого для гидратирования количества воды [61,5,4].

Большинство проведенных исследовательских работ, предложенных технологических процессов и запатентованных разработок касается проведения ферментного гидролиза растительных белков сои (в виде муки, шрота или концентрата).

Однако, обнаружены некоторые отрицательные качества гидролизатов. Так, например, в ряде случаев при гидролизе растительных белков, например, соевых высвобождаются пептиды и аминокислоты, обладающие горьким вкусом [22,49,51].

Необходимо также отметить, что в сое содержатся и нежелательные соединения, препятствующие использованию ее в качестве продуктов питания. В сое обнаружены ингибиторы трипсина и химотрипсина; эстрогенные вещества - изофлавоновые производные, связанные с углеводными остатками; фитогемаглютинины; гликозиды; соединения, связывающие металлы; авитамины и вещества, вызывающие у человека метиоризм, латиоризм и фавизм [31,58,3].

Однако, все это не уменьшает интереса к этому замечательному источнику пищевого растительного белка.

В связи с ограниченностью ресурсов отечественное производство соевых препаратов затруднено, что требует изыскания новых источников растительного белка с перспективой отечественного производства [21,17,45].

Прекрасным отечественным источником белка является чечевица. По химическому составу чечевица практически не уступает сое, а низкое по сравнению с соей содержание жира, позволяющее улучшить качество получаемых из чечевицы белковых препаратов и тех продуктов, в которые эти препараты добавляются, повышенное содержание углеводов, в частности крахмала, благодаря которому отходы производств белковых препаратов можно использовать в качестве добавок к кормам для животных, полноценный аминокислотный состав и практически полное отсутствие токсических веществ выдвигают чечевицу на одно из первых мест среди отечественных источников белка.

Таким образом, анализ современных источников научно-технической и патентной литературы указывают, что весьма перспективны изоляты и концентраты белков, обладающие следующими преимуществами: получаемый продукт может храниться значительно дольше, чем исходное сырье; из белковых препаратов могут быть удалены или доведены до предельно допустимых концентраций антипитательные и другие нежелательные компоненты; возможность достижения практически любой концентрации белка, что немаловажно при использовании" этих продуктов в качестве обогатителей при создании аналогов пищевых, в том числе комбинированных, продуктов; подобная форма удобна также для разнообразия энтерального, детского /80/, а также диетического и лечебно-профилактического питания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ НА ГЛАВЕ 1

В заключение, следует отметить ряд особых преимуществ соевого молока, существенно увеличивающих пищевую ценность комбинированных молочных продуктов:

Белки сои содержат весь состав незаменимых аминокислот и по своим функциональным, органолептическим и физико-химическим свойствам очень хорошо сочетаются с молочными белками. Они также относятся к категории так называемых диетических (обладающих особой биологической ценностью) белков.

Содержащийся в соевом молоке белково-липидно-жировой и углеводный комплексы, обладают стабилизирующим эффектом и могут служить в качестве улучшителя консистенции без введения дополнительных, функциональных ингредиентов.

Уникальный набор фитохимических соединений, мощный антиоксидный комплекс, отсутствие холестерина, лактозы и, как следствие, 30-50% снижения холестерина и лактозы в готовых продуктах обеспечивают профилактику и лечение раковых и сердечно-сосудистых заболеваний, сахарного диабета, остеопороза, стимулирует обменные процессы в организме, в том числе связанные с метаболизмом.

Основной компонент сои, ради которого она и возделывается - белок, очень похожий на белок животного происхождения, на втором месте - масло. Семена сои содержат до 55% белков и 25% жиров.

По содержанию белков соя превосходит: куриное мясо - в 14 раз; яйцо - в 4 раза; говядину - в 3,5 раза. По жирности соя превосходит: куриное мясо - в 5 раз; яйцо - в 2 раза; говядину - в 1,5 раза.

По полученным данным, количество белка, полученного с одного гектара сои, в три раза выше по сравнению с пшеницей и в полтора раза выше, чем у подсолнечника, который считается самой высокобелковой сельскохозяйственной культурой.

Соевые белки используют как мясной наполнитель. В пищевом отношении они достаточно сбалансированы по содержанию незаменимых аминокислот (полноценного белка), по биологической ценности сравнимы с белком молока, рыбы, говядины, яиц. В отличие от этих продуктов они не содержат холестерина, что позволяет рекомендовать их больным с нарушением липидного обмена (атеросклероз, ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь и так далее). Соевые белки легко усваиваются (86-98% в зависимости от вида продукта), низкокалорийны, обладают лечебным эффектом также при диатезе и аллергии.

Кроме того, установлено, что соевый белок способен эффективно улучшить суммарное качество пищевого белка в рационе при использовании его в комбинации с другими малоценными растительными продуктами из круп, злаковых, овощей и так далее; - соевый белок как источник железа не уступает по его усвояемости высокоценным белкам животного происхождения и значительно превосходит аналогичные показатели, установленные для других видов растительных белков; - при переваривании соевые белки, в отличие от белков животного происхождения, не дают пуриновых оснований, которые могут откладываться в суставах и вызывать подагру, - таким образом, соевые белки подагрических отложений не дают; не содержащий холестерина соевый белок обладает способностью снижать уровень сывороточных липидов у больных различными формами гиперлипидемических состояний (атеросклероз, желчнокаменная болезнь, сахарный диабет, эндокринные расстройства при гинекологических заболеваниях и другие); высокое содержание лецитина в соевом белке способствует снижению уровня холестерина и сахара в крови, очищению стенок кровеносных сосудов, улучшению обменных процессов; иммунохимическая реактивность большинства компонентов соевых белков легко устраняется при тепловой обработке, что позволяет относить их к гипоаллергенным белкам, в отличие от белков коровьего молока; соевые белки и продукты переработки сои служат источником пищевой клетчатки,

представленной как водорастворимыми, так и нерастворимыми фракциями, способными создавать структурно-функциональные образования и имеющие самостоятельную лечебно-физиологическую функцию по воздействию на моторику и микрофлору кишечника; высокая влагосвязывающая способность соевых белков и продуктов их переработки (1 грамм белка связывает 6 граммов воды) обеспечивает стабильную или гелеобразную форму пищевым продуктам, изготовленным на их основе, что особенно ценно в лечебном питании больных с заболеваниями желудочно-кишечного тракта, нуждающихся в максимально щадящих слизистую свойствах диетических блюд. Жиры сои в основном ненасыщенные, что позволяет широко использовать их в диетах с низким содержанием холестерина. По усвояемости они близки к подсолнечному маслу. Около 80% масла, применяемого в кулинарии - соевое. Это масло содержит многие виды жиров, которые добавляют в тесто и маргарин, консервированные и замороженные продукты.

ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

2.1. Количественное определение белка.

Количественное определение белков в образцах проводили по методу М.М.Бредфорда. Реагент - раствор красителя. Растворяли 100 мг Кумасси бриллиантового голубого G-250 в 50 мл 95%- ного этанола.

К раствору добавляли 100 мл фосфорной кислоты (85%, масс./об.), и доводили объем до 1 л дистиллированной водой. Фильтровали. Хранили при 20 С в течение 2 нед. Раствор белка (10-100мкг) помещали в пробирку (12 x 100 мм) и разбавляли до 0,1 мл 0,15 М раствором NaCl. Добавляли 5 мл раствора красителя и перемешивали на вибротрибке. Через 2 мин. начинали снимать кривую поглощения (при 595 нм) в сравнении с контрольным раствором (0,1 мл соответствующего буфера +1 мл раствора красителя); измерения продолжали в течение 1 ч.

2.2. Определение аминокислотного состава белков.

Аминокислотный состав белков определяли по С.Муру и В.Стейну. Навеску (1-5 мг белка) гидролизуют 2 мл 20%-ной HCl, квалификации "осч" или "хч" при 105 С, в течение 24 часов. Гидролизат упаривали в фарфоровых чашках на водяной бане, гуминовые вещества очищали фильтрованием через стеклянный фильтр. Сухой остаток аминокислот после упаривания растворяли в лимоннокислом буфере, рН 2,2, и наносили в колонки аминокислотного анализатора Biotronic System 2 G-2000.

Принцип метода: определение аминокислотного состава белков и главным образом содержания незаменимых аминокислот – важнейший показатель их *пищевой* и *кормовой* ценности.

Перед определением аминокислотного состава белков необходимо провести их гидролиз, вследствие чего в белках разрываются *пептидные связи* и освобождающиеся аминокислоты переходят в раствор. Для гидролиза белков обычно используют *соляную, серную и другие* кислоты в довольно

высокой концентрации. Иногда проводят *щелочной* или *ферментативный* гидролиз. Наиболее часто белок гидролизуют 6N HCl при температуре 100-105°C в течение 20-24 часов, причем отношение кислоты к белку может быть от 10:1 до 1000:1; и если гидролизуют небольшое количество белка, то необходимо брать возможно больше кислоты, так как чем шире отношение кислоты к белку, тем меньше потерь при гидролизе. Наблюдения показывают, что при кипячении аминокислот с 6N. HCl в течение 24 часов *триптофан*, полностью распадается и несколько уменьшается количество содержащих серу аминокислот - *метионина, цистина и цистеина*. Содержание других аминокислот остается постоянным. В связи с распадом триптофана его определение проводят без предварительного гидролиза белков или после щелочного гидролиза. Необходимо учитывать также, что при кислотном гидролизе белков в присутствии углеводов или даже нагревании аминокислот с углеводами в присутствии кислоты очень многие аминокислоты распадаются, и кроме того, значительная часть их затрачивается на образование термоокрашенных *гуминовых веществ*. Поэтому для гидролиза следует использовать лишь хорошо очищенные от углеводов и других веществ белковые препараты. Для гидролиза и определения аминокислотного состава нельзя использовать исходный растительный материал (семена, листья корни) без предварительного извлечения белков, так как при этом будут наблюдаться грубые ошибки в определениях всех аминокислот.

Установлено, что одни аминокислоты освобождаются из белков с большей скоростью, чем другие; что температура, концентрация белков, объем кислоты и некоторые другие факторы могут оказывать частичное влияние на количественный выход отдельных аминокислот. По этому гидролиз белков надо проводить в строго определенных условиях.

Ход определения:- На аналитических весах берут навески хорошо очищенных препаратов белка в количестве около 50мг ($\pm 1-2$ мг). Одновременно в этих же препаратах определяют влажность и процент азота.

Навески белка помещают в стеклянные ампулы и туда же добавляют по 10мл 6Н HCl. Если все полученных белковых препаратов был меньше 50мг, соответственно уменьшают объем кислоты. Ампулы запаивают и ставят в термостат с терморегулятором на 24 часа. Температура в термостате поддерживают в пределах 103-105 °С. В течение времени содержимое ампул 3-5 раз тщательно встряхивают, после окончания гидролиза ампулы охлаждают, вскрывают и их содержимое количественно переносят в фарфоровые чашки. Ампулы несколько раз споласкивают небольшими порциями дистиллированной воды. Чашки с гидролизатом ставят на водяную баню в вытяжную шкаф и содержимое вытараивают с вентилятором при температуре не более 50°.

После выпаривания соляной кислоты в чашки добавляют немного дистиллированной воды и снова выпаривают до суха.

После полного удаления соляной кислоты чашки охлаждают и в них добавляют точно по 4мл. 10%-ного *изопропилового* спирта.

Содержимое чашек тщательно перемешивают стеклянными палочками для полного растворения аминокислот.

После этого содержимое чашек переносят в маленькие центрифужные пробирки (мыть чашки нельзя) и центрифугируют в течение 5-10 минут при 3-4 тысяч об./мин. для осаждения гуминовых веществ.

Чистые растворы аминокислот сливают в маленькие пробирки, которые плотно закрывают пробками, замораживают в холодильнике и сохраняют для количественных определений. Эти растворы могут храниться в холодильнике несколько недель.

Количественное определение аминокислот в гидролизатах проводят таким же методом, как и при определении содержания свободных аминокислот в растениях.

Объем раствора, наносимого на одну хроматограмму должен составлять 0,1 мл. Хроматографию проводят в трехкратной повторности.

2.3. Методы выделения и очистки белков.

Получение индивидуальных белков из биологического материала (тканей, органов, клеточных культур) требует проведения последовательных операций, включающих: дробление биологического материала и разрушение клеточных мембран; фракционирование органелл, содержащих те или иные белки; экстракцию белков (перевод их в растворённое состояние); разделение смеси белков на индивидуальные белки.

1. Методы разрушения тканей и экстракции белков. Для разрушения биологического материала используют методы: гомогенизации ткани, метод попеременного замораживания и оттаивания, а также обработку клеток ультразвуком.

Гомогенизация биологического материала

Ткань, находящуюся в буферном растворе с определённым значением рН и концентрацией солей, помещают в стеклянный сосуд (гомогенизатор) с пестиком. Вращающийся пестик измельчает и растирает ткань о притёртые стенки сосуда.

Метод замораживания и оттаивания ткани

В результате попеременного замораживания и оттаивания образующиеся кристаллы льда разрушают оболочки клеток.

После разрушения ткани нерастворимые части осаждают центрифугированием. Последующее центрифугирование гомогената с разной скоростью позволяет получить отдельные фракции, содержащие клеточные ядра, митохондрии и другие органеллы, а также надосадочную жидкость, в которой находятся растворимые белки цитозоля клетки. Искомый белок будет содержаться в одной из этих фракций.

Экстракция белков, связанных с мембранами, и разрушение олигомерных белков на протомеры

Если искомый белок прочно связан с какими-либо структурами клетки, его необходимо перевести в раствор. Так, для разрушения гидрофобных взаимодействий между белками и липидами мембран в раствор добавляют

детергенты; чаще всего используют тритон X-100 или додецилсульфат натрия. Механизм действия детергентов описан в разделе "Денатурация белков" (см. рис. 1-15). При действии детергентов обычно разрушаются и гидрофобные взаимодействия между протомерами в олигомерных белках.

Удаление из раствора небелковых веществ

Нуклеиновые кислоты, липиды и другие небелковые вещества можно удалить из раствора, используя их особые физико-химические свойства. Так, липиды легко удаляются из раствора добавлением органических растворителей, например ацетона. Однако воздействие должно быть кратковременным, так как ацетон вызывает денатурацию некоторых белков. Нуклеиновые кислоты осаждают добавлением в раствор стрептомицина.

Методы очистки белков

Наиболее трудоёмкий этап получения индивидуальных белков - их очистка от других белков, находящихся в растворе, полученном из данной ткани. Часто изучаемый белок присутствует в небольших количествах, составляющих доли процента от всех белков раствора.

Так как белки обладают конформационной лабильностью, при работе с белками следует избегать денатурирующих воздействий, поэтому выделение и очистка белков происходят при низких температурах.

На первых стадиях очистки белков целесообразно использовать методы, учитывающие какую-либо характерную особенность данного белка, например термостабильность или устойчивость в кислых растворах. Первыми методами очистки необходимо удалить из раствора основную массу балластных белков, которые значительно отличаются от выделяемого белка физико-химическими свойствами. Впоследствии применяют всё более тонкие методы очистки белка.

Очистка белков избирательной денатурацией

Большинство белков денатурирует и выпадает в осадок уже при кратковременном нагревании раствора до 50-70 °С или подкислении раствора до pH 5. Если выделяемый белок выдерживает эти условия, то с

помощью избирательной денатурации можно удалить большую часть посторонних белков, отфильтровав выпавшие в осадок-белки, или осадить их центрифугированием.

Высаливание

Метод очистки белков, основанный на различиях в их растворимости при разной концентрации соли в растворе. Соли щелочных и щёлочно-земельных металлов вызывают обратимое осаждение белков, т.е. после их удаления белки вновь приобретают способность растворяться, сохраняя при этом свои нативные свойства.

Чаще всего для разделения белков методом высаливания используют разные концентрации солей сульфата аммония - $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Чем выше растворимость белка, тем большая концентрация соли необходима для его высаливания.

Гель-фильтрация, или метод молекулярных сит

Для разделения белков часто используют хроматографические методы, основанные на распределении веществ между двумя фазами, одна из которых подвижная, а другая неподвижная. В основу хроматографических методов положены разные принципы: гель-фильтрации, ионного обмена, адсорбции, биологического сродства.

Метод разделения белков с помощью гель-фильтрационной хроматографии основан на том, что вещества, отличающиеся молекулярной массой, по-разному распределяются между неподвижной и подвижной фазами. Хроматографическая колонка заполняется гранулами пористого вещества (сефадекс, агароза и др.). В структуре полисахарида образуются поперечные связи и формируются гранулы с "порами", через которые легко проходят вода и низкомолекулярные вещества. В зависимости от условий можно формировать гранулы с разной величиной "пор".

Неподвижная фаза - жидкость внутри гранул, в которую способны проникать низкомолекулярные вещества и белки с небольшой молекулярной массой. Смесь белков, нанесённую на хроматографическую колонку,

вымывают (элюируют), пропуская через колонку растворитель. Вместе с фронтом растворителя движутся и самые крупные молекулы.

Более мелкие молекулы диффундируют внутрь гранул сефадекса и на некоторое время попадают в неподвижную фазу, в результате чего их движение задерживается. Величина пор определяет размер молекул, способных проникать внутрь гранул (рис.).

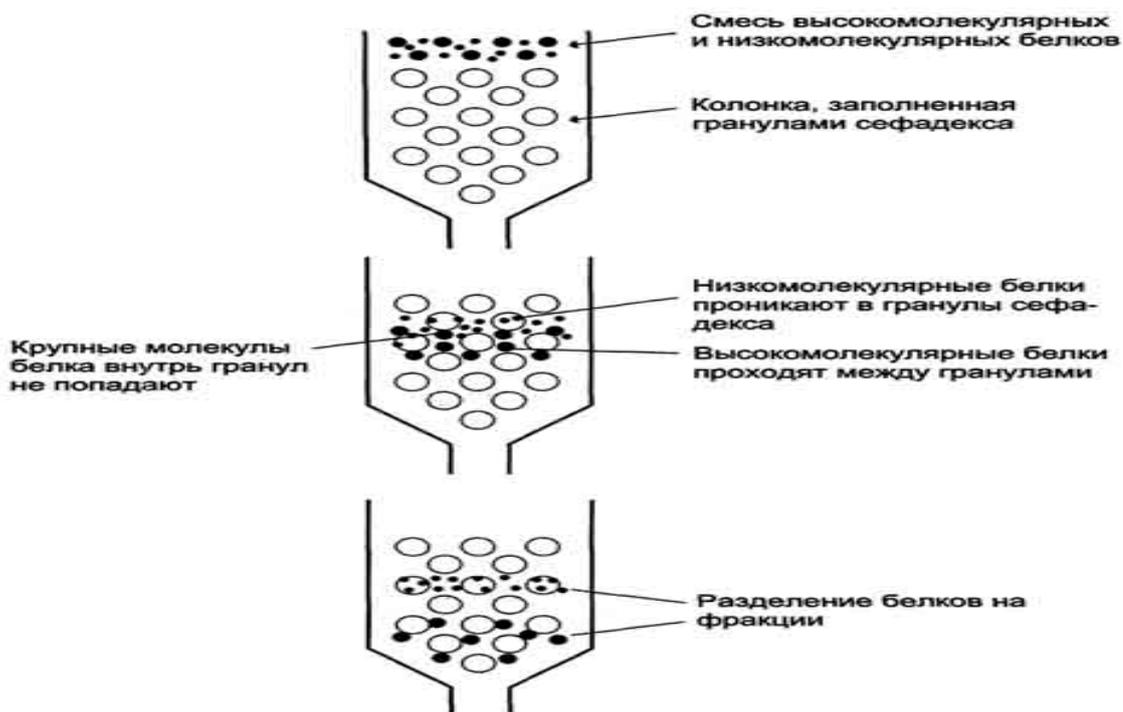


Рис. Разделение смеси белков методом гель-фильтрации.

Так как гелевая структура сефадекса легко деформируется под давлением, гели стали заменять более жёсткими матрицами (сефактил, той-оперл), представляющими сферические гранулы с разными размерами пор. Выбор размеров пор в гранулах зависит от целей хроматографии (о других хроматографических методах будет сказано ниже).

Ультрацентрифугирование

Метод разделения также основан на различии в молекулярных массах белков. Скорость седиментации веществ в процессе вращения в ультрацентрифуге, где центробежное ускорение достигает 100 000-500 000 g, пропорционально их молекулярной массе. На поверхность буферного раствора, помещённого в кювету, наносят тонкий слой смеси белков. Кювету

помещают в ротор ультрацентрифуги. При вращении ротора в течение 10-12 ч более крупные молекулы (с большей молекулярной массой) оседают в буферном растворе с большей скоростью. В результате в кювете происходит расслоение смеси белков на отдельные фракции с разной молекулярной массой (рис.). После расслоения белковых фракций дно кюветы прокалывают иглой и по каплям собирают содержимое небольшими порциями в пробирки.



Рис. Кювета, заполненная буферным раствором с разделёнными белковыми фракциями.

Электрофорез белков

Метод основан на том, что при определённом значении рН и ионной силы раствора белки двигаются в электрическом поле со скоростью, пропорциональной их суммарному заряду. Белки, имеющие суммарный отрицательный заряд, двигаются к аноду (+), а положительно заряженные белки - к катоду (-).

Электрофорез проводят на различных носителях: бумаге, крахмальном геле, полиакриламидном геле и др. В отличие от электрофореза на бумаге, где скорость движения белков пропорциональна только их суммарному заряду, в полиакриламидном геле скорость движения белков пропорциональна их молекулярным массам.

Разрешающая способность электрофореза в полиакриламидном геле выше, чем на бумаге. Так, при электрофорезе белков сыворотки крови человека на бумаге обнаруживают только 5 главных фракций: альбумины, α_1 глобулины, α_2 -глобулины, β -глобулины и γ -глобулины (рис. 1-57). Электрофорез тех же белков в полиакриламидном геле позволяет получить

до 18 различных фракций. Для обнаружения белковых фракций полоски бумаги или столбики геля обрабатывают красителем (чаще всего бромфеноловым синим или амидовым чёрным). Окрашенный комплекс белков с красителем выявляет расположение различных фракций на носителе.

2.4. Ионообменная и афинная хроматография

Так же как и электрофорез, метод основан на разделении белков, различающихся суммарным зарядом при определённых значениях рН и ионной силы раствора. При пропускании раствора белков через хроматографическую колонку, заполненную твёрдым пористым заряженным материалом, часть белков задерживается на нём в результате электростатических взаимодействий.

В качестве неподвижной фазы используют ионообменники - полимерные органические вещества, содержащие заряженные функциональные группы.

Различают положительно заряженные анионообменники, среди которых наиболее часто используют диэтиламиноэтилцеллюлозу (ДЭАЭ-целлюлозу), содержащую катионные группы, и отрицательно заряженные катионообменники, например карбоксиметилцеллюлозу (КМ-цел-люлозу), содержащую анионные группы.

Выбор ионообменника определяется зарядом выделяемого белка. Так, для выделения отрицательно заряженного белка используют анионообменник. При пропускании раствора белка через колонку прочность связывания белка с анионообменником зависит от количества отрицательно заряженных карбоксильных групп в молекуле. Белки, адсорбированные на анионообменнике, можно смыть (элюировать) буферными растворами с различной концентрацией соли, чаще всего NaCl, и разными значениями рН. Ионы хлора связываются с положительно заряженными функциональными группами анионообменника и вытесняют карбоксильные группы белков. При низких концентрациях соли элюируются белки, слабо связанные с

анионообменником. Постепенное увеличение концентрации соли или изменение рН, что меняет заряд белковой молекулы, приводит к выделению белковых фракций, в одной из которых находится искомый белок.

Аффинная хроматография, или хроматография по сродству

Это наиболее специфичный метод выделения индивидуальных белков, основанный на избирательном взаимодействии белков с лигандами, прикреплёнными (иммобилизованными) к твёрдому носителю. В качестве лиганда может быть использован субстрат или кофермент, если выделяют какой-либо фермент, антигены для выделения антител и т.д. Через колонку, заполненную иммобилизованным лигандом, пропускают раствор, содержащий смесь белков. К лиганду присоединяется только белок, специфично взаимодействующий с ним; все остальные белки выходят с элюатом. Белок, адсорбированный на колонке, можно снять, промыв её раствором с изменённым значением рН или изменённой ионной силой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ГЛАВЕ II.

При исследовании процессы получения белковых концентратов из соевых семян. В этой работе использованы следующие методы: количественное определение белка, определение аминокислотного состава белков, удаление из раствора небелковых веществ, методы очистки белков, очистка белков избирательной денатурацией, гель-фильтрация, или метод молекулярных сит, ультрацентрифугирование и ионообменная и аффинная хроматография.

ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.

3.1. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПИЩЕВЫХ БЕЛКОВ ИЗ СОЕВОГО ШРОТА

В настоящее время интерес к сое как сельскохозяйственной культуре третьего тысячелетия растет и в связи с ее высокой экологичностью. Она представляет большой интерес в севообороте зерновых хозяйств по сравнению с другими культурами, так как, благодаря своей способности связывать атмосферный азот, она в большей степени обеспечивает защиту окружающей среды.

Соя является экономически выгодной культурой, которая производится без внесения азотных удобрений, пестицидов, не требует затрат на возмещение ущерба окружающей среде и способствует ее сохранению, пользуется устойчивым спросом на мировом рынке. Соя - важная белково-масличная культура мирового значения. Ее семена содержат в среднем 37-52% белка, 19-22% масла и до 30% углеводов; вегетативная масса, убранная в фазу налива бобов, богата белками (16-18%), углеводами и витаминами. По аминокислотному составу протеин сои близок к белку куриных яиц, а масло относится к легкоусвояемым и содержит жирные кислоты, не вырабатываемые организмом животных и человека.

Благодаря богатому и разнообразному химическому составу соя широко используется как продовольственная, кормовая и техническая культура. Она не имеет равных себе в этом отношении. Так, по содержанию лизина он не уступает сухому молоку и куриному яйцу. Он на 85-90 % растворим в воде и хорошо (80-95 %) усваивается.

Соевое масло полувысыхающее (йодное число 107-137). Его используют для пищевых и технических целей. В нем преобладают ненасыщенные жирные кислоты - олеиновая (до 25 %), линолевая (43-59 %) и линоленовая (7-10 %); насыщенных кислот мало - около 15 %. По питательности и усвояемости оно близко к подсолнечному маслу и мало уступает коровьему. В соевом масле много полезных веществ - фосфатиды, каротиноиды, витамины и др. Из витаминов в семенах сои содержатся: В₁ - 11-17 мг/кг, В₂ -

2,1-2,7 мг/кг, В₃ - 13-16 мг/кг, В₆ - 4-9 мг/кг, РР - 22-34 мг/кг, Р - 1000-1600 мг/кг, К - 1,5-2,5 мг/кг, С - 100-200 мг/кг и др. В масле содержание ряда витаминов больше, чем в семенах.

Создание промышленных технологий производства концентрированных белковых продуктов из растительного сырья, в частности сои, - одно из основных направлений увеличения ресурсов продовольствия и кормов, совершенствования структуры питания населения.

В большинстве промышленно развитых стран уже накоплен практический опыт по переработке сои с получением соевых белков и разнообразного ассортимента высококачественных пищевых продуктов на их основе. Как правило, эти производства работают по экологически чистой безотходной технологии, выпуская помимо пищевых высококонцентрированных белков также высококачественные корма и биологически активные препараты.

Технология обработки сои, прежде чем стать продуктом питания или пищевой добавкой, соевые бобы проходят несколько стадий обработки.

- Соевые бобы очищаются, производится оценка степени влажности, дробление и раскатывание в хлопья.
- Из хлопьев экстрагируется соевое масло.
- Хлопья высушиваются, формируя обезжиренный соевый шрот.

Обезжиренные хлопья (шрот) являются сырьем для производства трех основных продуктов: концентрата соевого протеина, изолята соевого протеина и текстурата соевого протеина.

Виды соевый белок представлен на рынке тремя видами продуктов: концентрат соевого протеина, изолят соевого протеина и текстурат соевого протеина.

Концентрат соевого протеина -это, собственно, то, что остается после экстрагирования соевого масла. Обезвоженный (влага удаляется ранее из соевых хлопьев) концентрат содержит как минимум 65% протеина, сохраняются в нем и практически все углеводы. Изолят соевого протеина-

лучший источник качественного, очищенного соевого белка. Сырьем для производства соевого изолята является соевый шрот, из которого удаляются все примеси, и остается лишь химически чистый протеин (более 90% в сухом остатке). Поскольку углеводы из изолята удалены, специфический привкус сои практически неощутим. Текстурат производится из соевого концентрата и является сырьем для многих соевых продуктов, таких как искусственная курица, свинина, говядина и др.

Обобщенная схема технологий их получения представлена на рис.3.1.1.

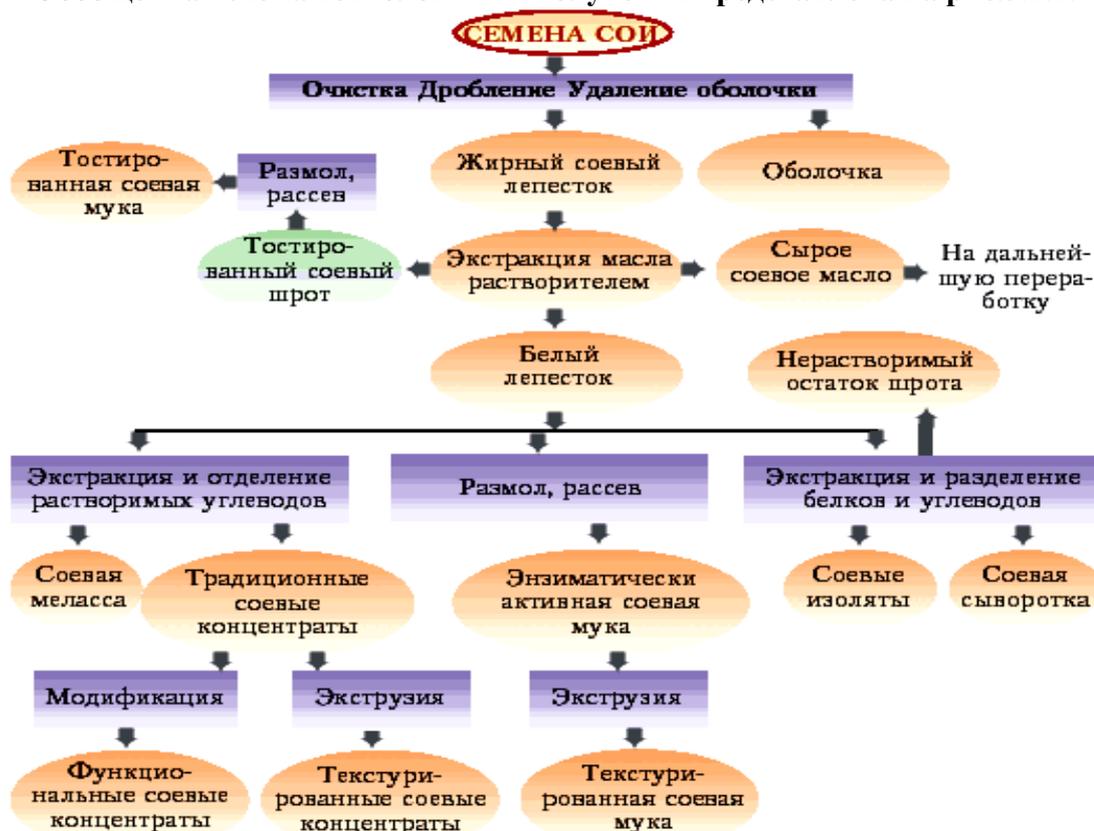


Рисунок 3.1.1. Схема переработки семян сои с получением пищевых белков.

Для пищевой промышленности наибольший интерес представляют белковые продукты из соевого шрота (изоляты, концентраты, обезжиренная мука, текстурированные белки). Технологии их производства можно отнести к первому подходу, так как при их получении ставилась задача достижения максимального выхода белкового компонента после исчерпывающего извлечения липидов. Обезжиренные соевые продукты можно разделить на три основные группы, которые различаются по содержанию протеина.

Примерный состав соевых белковых продуктов, представленный по соевым белкам, приведен в табл. 3.1.1.

Таблица 3.1.1

Показатель	Типовой состав соевых белковых продуктов, %		
	Обезжиренная мука и крупа	Концентраты белка	Изоляты белка
Сырой протеин Nх6,5	56-59	65-72	90-92
Сырой жир	0,5-1,1	0,5-1,0	0,5-1,0
Сырая клетчатка	2,7-3,8	3,5-5,0	0,1-0,2
Зола	5,4-6,5	4,0-6,5	4,0-5,0
Влажность	6-8	4-6	4-6
Углеводы(по разнице)	32-34	20-22	3-4

В промышленных технологиях получения соевых белков существуют свои "ноу-хау". Количество комбинаций способов выработки различных продуктов безгранично. Даже при производстве одного вида продукта технологии и оборудование у разных производителей отличаются, что обуславливает небольшие отличия продуктов. Обычно пищевые соевые белки производят на отдельных технологических линиях, а не на тех же линиях, которые используются для производства масла и кормовых шротов, когда из колотых и недостаточно качественных соевых семян в процессе экстракции получают кормовой шрот.

До настоящего времени большинство соевых белковых продуктов в мире производят из белого лепестка (БЛ - обезжиренный гексаном лепесток, полученный из пищевых сортов очищенных от оболочки соевых семян).

Для производства лепестка с высоким значением PDI/NSI обычно используют систему отгонки растворителя в газовой трубе (флеш) или в перегретых парах растворителя, которую иногда называют "системой получения белого лепестка". Ни на одном из отечественных предприятий таких систем отгонки растворителя из шрота нет.

В отечественной концепции здорового питания важное место занимает использование растительных белков в производстве пищевых изделий. В целом продукты с добавлением растительных белков относят к здоровой пище с улучшенным балансом питательных веществ по сравнению с

традиционными продуктами. В связи с этим интерес к соевым белкам постоянно растет, увеличивается выпуск продуктов с вводом соевых белков.

3.1.1. Соевые белковые концентраты. В последние годы в мире активнее развивается производство соевых белковых концентратов. Их получают из высококачественных, чистых и здоровых семян сои, очищенных от оболочки, после извлечения липидной фракции. Содержание протеина в соевых концентратах составляет 65-72 % в зависимости от качества исходного сырья и технологии производства.

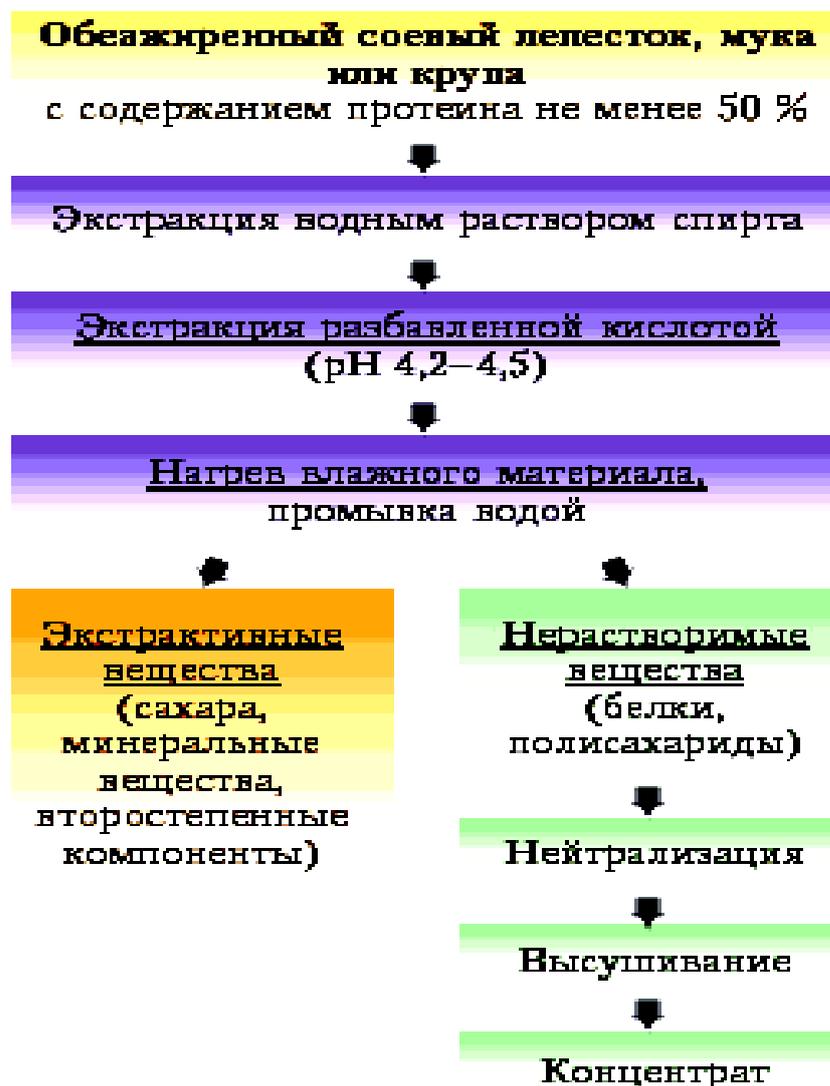


Рисунок 3.1.2.Обобщенная схема промышленных способов производства соевых концентратов

Известны три основных способа промышленного получения концентратов из сои (рис.2). Все они предусматривают извлечение из обезжиренных соевых семян в виде лепестка, муки или крупы так

называемых безазотистых экстрактивных веществ сои (растворимых углеводов, органических кислот, низкомолекулярных соединений), при этом основные фракции белков остаются в нерастворимом состоянии.

Первый метод включает промывание обезжиренного лепестка, муки или крупы 60-80%-ным водным раствором спирта. Белки и полисахариды нерастворимы в спирте, в то время как сахара и другие компоненты растворяются и удаляются. Полученный концентрат белка затем нейтрализуют и высушивают. Использование дистилляции позволяет регенерировать спирт и повторно применять в технологическом процессе.

Такие комбинированные изделия позволяют решить проблемы рационального использования животного сырья и эффективно использовать высокую биологическую и пищевую ценность соевых белков и их функциональные свойства. Введение соевых белков позволяет сделать питание человека более рациональным и здоровым.

3.2.ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ПИТАТЕЛЬНОСТИ СОЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Характеристики состава продуктов, представленные в таблицах 3.2.1 и 3.2.2, дают хорошее представление о показателях питательности соевых продуктов. Однако они требуют более глубокого понимания химических, аналитических и питательных аспектов продуктов.

Композиционные характеристики также содержат данные о специфических процессах, которые использовались для получения этих продуктов. Это особенно характерно для данных таблицы 3.2.2. Наряду с общим описанием, приведенным выше, эти данные рисуют достаточно полную картину различных характеристик и потенциальных применений каждого продукта. Разновидностей соевых продуктов несомненно намного больше, чем представлено в таблицах, где приведены значения только для основных продуктов.

Разные компании производят большое разнообразие соевых продуктов для определенных областей применения. Концентраты соевого белка или продукты для рациона жвачных животных, подвергнутые высокотемпературной обработке или обработке формальдегидом, прекрасно иллюстрируют данный факт. Фактическое содержание питательных веществ в анализируемых продуктах может незначительно отличаться от табличных данных, но при этом питательная ценность может существенно различаться (из-за различий в переваримости и деградируемости). Поскольку в таблицах приведены только данные состава, которые можно непосредственно измерить, эти отличия в них не отражены.

Концентрации питательных веществ в различных соевых продуктах в таблицах 3.2.1 и 3.2.2. Поскольку данные получают из широкого спектра публикаций, пользователь может захотеть обратиться к исходным материалам, если образец более точно соответствует одному из источников в его регионе. Это особенно верно в случае с соевым шротом или побочными продуктами соевого производства, когда питательную ценность продуктов в

большой степени определяют процессы маслособыывания и дальнейшей обработки ингредиента.

В таблицах приводятся средние показатели, основанные на анализе большого количества образцов различного происхождения за достаточный большой промежуток времени. Они не могут использоваться в качестве стандартных значений, а лишь как ориентиры, вокруг которых должны располагаться данные анализа индивидуальных образцов, если необходимо идентифицировать название ингредиента. Большинство значений для индивидуальных образцов будут находиться в пределах приемлемого статистического диапазона колебаний от данных средних значений.

Данный уровень точности достаточен для классификации, хранения продуктов и заключения торговых контрактов, поскольку последние обычно основаны на ограниченном наборе анализов (приблизительный или точный анализ показателей влажности, протеина и жира). Дальнейшие детальные анализы, относящиеся к более трудным для определения питательным веществам, могут показать существенные отклонения от средних значений и возможные несоответствия с некоторыми из табличных значений, оказавшись выше или ниже их. Так часто происходит с аминокислотами и микроэлементами: они могут указывать на системные различия в производственном процессе конкретного поставщика или же отражать проблемы в процедуре анализа.

В данном случае чрезвычайно важны опыт и навыки лаборанта-техника при интерпретации результата. Перекрестная проверка показателей образцов, которые подверглись подобному воздействию производственного процесса или лабораторной процедуры, могут дать объяснение несоответствию и подтвердить фактическое значение и классификацию ингредиента. Для большинства потребителей соевых продуктов детальные данные о концентрациях нутриентов служат основой для составления рецептуры и расчета общего количества питательных веществ, скармливаемых животному. Поскольку состояние животного зависит от концентрации и

взаимосвязи отдельных нутриентов, знание точного состава питательных веществ отдельных ингредиентов рецептуры позволит предвидеть состояние животного и, таким образом, детально оценить значимость каждого ингредиента.

Четкие композиционные описания соевых продуктов, следовательно, необходимы не только для контроля качества, но также и для оценки рациона или процесса кормления. Для составления более точных рецептов необходимо использовать данные анализа ингредиентов, полученные на производстве. Использование только табличных значений, особенно с учетом вклада, который соевые продукты вносят в потребление белка и аминокислот, может привести к значительным различиям в концентрации питательных веществ между разработанной рецептурой и реальным рационом.

Данные состава питательных веществ, приведенные в таблице 4, охватывают показатели, которые могут быть проанализированы в большой и хорошо оборудованной лаборатории. Эти анализы (особенно приблизительные) чаще всего используются для получения ссылок на другие показатели питательной ценности, такие как аминокислоты или энергия. В системах с усовершенствованными рецептурами они обычно сочетаются с расчетными показателями усвояемости для каждого индивидуального питательного компонента.

В таблицу не включены данные по усвояемости, поскольку эта информация скорее всего была получена не в результате прямого наблюдения, а в результате литературных компиляций и исследований, проведенных производителями кормов. Таким образом, данные по усвояемости, используемые в рецептурных системах, могут значительно отличаться среди пользователей и в целом считаются конфиденциальной информацией.

Таблица 3.2.1 Состав некоторых соевых белковых ингредиентов, используемых в кормах

	Ед. измер.	Соевый жмых	Соевые шрот	Соевый концентрат белки	Соевый изолят
Сухие вещества	%	89,80	88,20	91,83	93,38
Сырой протеин	%	43,92	48,79	85,8/8	85,88
Сырая клетчатка	%	5,50	5,40	1,65	1,32
Сырой жир (эфир)	%	5,74	1,30	2,00	0,62
Зола	%	5,72	5,78	5,15	3,41
Крахмал	%	7,00	3,28	-	-
Общая энергия	ккал/кг	-	4120	4280	5370
Лизин	%	5,50	3,00	4,59	5,26+
Треонин	%	2,21	1,90	2,82	3,17
Метионин	%	0,80	0,67	0,87	1,01
Цистин	%	0,77	0,73	0,89	1,19
Триптофан	%	0,74	0,65	0,81	1,08
Кальций	г/кг	2,96	2,68	2,37	1,50
Фосфор	г/кг	6,64	6,36	7,63	6,50
Магний	г/кг	2,84	2,88	1,85	0,80
Калий	г/кг	20,28	20,84	12,35	2,75
Натрий	г/кг	0,33	0,88	0,55	2,85

Таблица 3.2.2 Характеристики типовых соевых белковых продуктов.

Тип продукта	Ед. изм.	Семена сои	Соевый шрот	Соевый концентрат спиртовый	Изолят
Влажность	%	10-12	10-12	6-7	6-7
Сырой протеин	%	33-17	42-50	63-67	85-86
Жир	%	17-20	0,9-3,5	0,5-3	0,1-1,5
Зола	%	4,5-5,5	4,5-6,5	4,8-6	2-3,5
Олигосахариды	%	14	15	3,5-4	0,4

Содержание антипитательных факторов уменьшается при возрастании глубины переработки, т. е. в соевых продуктах с более высокой концентрацией белка. Повышенная концентрация белка при пониженном содержании антипитательных факторов увеличивает ценность соевого продукта в пропорции намного более значительной, чем увеличение затрат на переработку. Как следствие, подобным продуктам отдается предпочтение в специальных рационах кормов. Однако их использование в рационе

взрослых животных остается экономически нецелесообразным, поскольку последние менее восприимчивы к антипитательным факторам и их потребности в белке могут удовлетворяться продуктами с более низкой концентрацией белка (т. е. низшего качества).

В настоящее время методы получения белков сои с необходимыми функциональными свойствами изучены достаточно хорошо, в связи с чем белки сои служат эталоном сравнения при открытии новых растительных белков. Можно выделить два направления глубокой переработки семян сои. В обезжиренной соевой муке высокое содержание белка (около 40% от сухого веса); белок отличается высоким содержанием незаменимых аминокислот, высокой биологической ценностью. В настоящее время существуют три вида сухих соевых белковых продуктов: соевая мука и крупка; соевый белковый концентрат; соевый белковый изолят.

Соевая мука бывает трех видов: жирная соевая мука и крупка (производят путем измельчения семян сои до определенного размера частиц, предварительно очистив семена от оболочки; содержание сырого протеина около 40%); обезжиренная соевая мука и крупка (вырабатывают путем измельчения соевого «белкового лепестка», который, в свою очередь, получают экстрагированием гексаном очищенных от оболочки семян сои; содержание сырого протеина 52-54%); соевая мука с восстановленным содержанием жира (от 0,5 до 30,0%) и лецитированная соевая мука.

Обезжиренная соевая мука получается после удаления гексаном жира из соевых семян. В ходе переработки семян содержание сырого протеина возрастает с 39-40% (в расчете на сухое вещество) до 49,0% (в этом случае соевая оболочка не удаляется) и до 54,0% (при этом перед экстракцией соевая оболочка удаляется). Содержание общих углеводов в обезжиренной соевой муке находится на уровне 38,0%, в том числе растворимых моно- и олигосахаридов – 15,0%, полисахаридов- 13,0%. В таблице 3 представлен химический состав соевых продуктов.

Таблица 3.2.3. Химический состав соевых белковых продуктов, % на сухой вес

Компоненты	Обезжиренная мука и крупка	Концентраты	Изоляты
Белок (Сырой протеин)	56-59	65-72	90-92
Липиды (Сырой жир)	0,5-1,1	0,5-1,0	0,5-1,0
Сырая клетчатка (Волокна (целлюлоза))	2,7-3,8	3,5-5,0	0,1-0,2
Зола	5,4-6,5	4,0-6,5	4,0-5,0
Углеводы (по разнице)	32,0-34,0	20,0-22,0	3,0-4,0

В таблице 3.2.4. представлены основные показатели обезжиренной соевой муки.

Таблица 3.2.4 Характеристика обезжиренной соевой муки

Интенсивность тепловой обработки	КЭБ	Активность		КДБ	Вкус
		Ингибитор трипсина	Различные ферменты		
Минимальная	1,31	Высокая		50-90 и выше	Бобовый горьковатый
Умеренная	1,59	Умеренная		25-75	Промежуточный
Интенсивная	2,19	Близка к нулю		Менее 25	Сладковатый, ореховый

В таблице 3.2.5 представлены сравнительный аминокислотный состав белков соя и куриного яйца

Таблица 3.2.5 Сравнительный аминокислотный состав белков соя и куриного яйца

Аминокислоты	Содержание, мг на 100 г съедобной части	
	в яйце	в сое
Цистин	293	620
Лизин	903	2090
Гистидин	340	980
Аргинин	787	2340
Аспарагиновая кислота	1229	2820
Серии	710	1470
Глицин	416	1420
Глутаминовая кислота	1773	6050
Треонин	610	1390
Пролин	396	1860

Тирозин	476	1060
Триптофан	204	450
Метионин	424	560
Валин	772	2090
Фенилаланин	652	1610
Лейцин	1081	2670
Изолейцин	597	1810

Соя богата свободными аминокислотами - в ней присутствуют глутаминовая и аспарагиновая кислоты, значительны массовые доли тирозина (18,4 - 28,3 мг%), треонина (16,9 - 20,5 мг%), метионина (15,4 - 26,9 мг%). По экспериментальным данным соя является более предпочтительным источником растительного белка. Соевые белковые концентраты получают путем вымывания из «белого лепестка» всех растворимых веществ. Выход белкового концентрата - около 75% от массы соевого шрота (муки). Экспериментального анализа получены пищевые формы соевого белка: обезжиренная соевая мука с массовой долей белка 50%, соевые концентраты - 70%, соевые изоляты - до 90% (табл. 3.2.6), которые весьма эффективны при использовании их в качестве заменителя сырья в натуральных мясных продуктах и при создании искусственных мясных изделий.

Таблица 3.2.6 Формы и химический состав соевых пищевых препаратов

Наименование	Массовая доля, %				
	Влага	Жир	Углеводы	Белок	Зола
Соевая мука	6,0-9,0	1,6-6,0	29,0-31,0	49,0-53,0	5,0-7,0
Соевый концентрат	4,0-8,0	1,5-2,0	21,0-23,0	62,0-70,0	6,8-8,0
Соевый изолят	5,0-7,0	0,3-1,0	-	85,0-90,0	4,0-6,5

Массовая доля белка в соевых препаратах выше, чем в других продуктах: например, в говядине она составляет 18,5%, свинине - 13,5%, плазме крови - 7,2%. Пищевые соевые препараты широко используются в пищевой промышленности.

3.3. ПРИМЕНЕНИЕ СОЕВЫХ БЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Соевых белков - сбалансировать жизненно необходимые элементы в комбинированных продуктах питания, чтобы исключить образование сложных неусвояемых компонентов, уменьшить дефицит белка, увеличить полезные свойства готового изделия, улучшить его вкус, снизить себестоимость за счет использования дешевого сырья. Соевые белковые продукты завоевали признание как полезные и рентабельные ингредиенты в производстве традиционных, а также в создании новых видов продуктов питания. Сформировались области применения соевых белковых продуктов в некоторых отраслях пищевой промышленности. Белковые продукты из масличных семян применяют в качестве разбавителей (наполнителей) при производстве комбинированных мясных изделий.

Это наиболее простая и экономически эффективная форма использования белковых продуктов.

Применение соевых белковых продуктов в мясной промышленности благодаря их высокой водо- и жиросвязывающей способности позволяет значительно уменьшить потери при производстве мясных изделий, особенно при их термообработке. В результате значительно снижается себестоимость продукта, а качество улучшается.

В мясных изделиях мелкого измельчения (сосиски, варёная колбаса без жира) соевые концентраты и изоляты благодаря способности эмульгировать жиры и оказывать стабилизирующее влияние делают готовый продукт более сочным, он содержит больше белка, меньше жира и лучше сбалансирован с точки зрения питательности. Поскольку соя является растительным протеином, она имеет равные функциональные возможности при производстве, как мясных, так и растительных продуктов.

Ингредиенты из соевого белка широко используются в консервировании: для адсорбции соков, уменьшения процентного содержания жира в желе, выделившегося в процессе консервирования. Таким образом, достигается более плотная консистенция продукта.

В результате поглощения воды соевой мукой и удержания влаги в процессе выпечки получают более высокий выход продукта. Соевая мука находит применение в хлебопекарной и кондитерской промышленности.

Разработаны технологии диетического хлеба, булок для детей школьного возраста, массовых сортов хлеба из пшеничной муки 2-го сорта, ржаной муки и их смесей, рецептуры которых содержат от 1-20% соевой муки.

Введение соевого изолята при производстве хлеба существенно повышает процесс газообразования, увеличивает пористость изделия. Готовый продукт характеризуется хорошей органолептикой, более высокой пищевой и биологической ценностью, кроме того, уменьшается его усушка, продлевается срок хранения.

В настоящее время на мировом рынке множество компаний специализируются на производстве соевых белковых продуктов, предназначенных для применения в различных областях пищевой промышленности.

Соевые белковые продукты, будучи полифункциональными ингредиентами, могут применяться в различных отраслях пищевой промышленности. Они способны не только позитивно регулировать пищевую и биологическую ценность продуктов питания, но и определять их технологические свойства в процессе изготовления.

В целях снижения стоимости производства, сокращения проявлений аллергических реакций, повышения питательности и улучшения функциональности был разработан ряд аналогов молочных продуктов на основе соевых белков. Они включают заменитель молока, заменитель сыра, немолочные замороженные сладости, заменитель сливок для кофе, простоквашу и другие продукты. В настоящее время многие фирмы производят смеси соевых и молочных белков для пищевой промышленности.

С разработкой технологии производства изолятов соевых белков и сухого соевого молока появилась возможность улучшить качество заменителей молока на соевой основе для грудных детей.

Благодаря экономичности и питательности соевые белки часто используются как заменитель молочных белков для откорма новорожденных животных.

Обычно белками сои заменяется не больше 30% молочных белков. Лечебные свойства сои поистине огромны и неисчерпаемы. Во-первых, уже научно доказано, что продукты, приготовленные на основе соевого белка значительно снижают риск заболеваний сердца. Достаточно съесть 17-25 г соевого белка и уровень холестерина понизится аж на 10-12%. К тому же эти продукты абсолютно не влияют на так называемый полезный холестерин и полностью могут заменить мясо. Для больных атеросклерозом соя - продукт бесценный. Еще один положительный момент - соя содержит клетчатку.

Соевое молоко - это экстракт соевого белка, получаемый из вымоченной, измельченной и проваренной на пару сои.

Соевое молоко высококалорийный продукт с высоким содержанием белка. Используется как качественный заменитель коровьего молока в сельскохозяйственных целях.

В пищевых целях соевое молоко используется как продукт, который имеет свойство приобретать вкус и запах продукта, с которым смешивается. Если смешать 80% соевого и 20% коровьего молока, мы получим продукт, который не отличается ни по запаху, ни по вкусу, ни по цвету, от цельного молока.

Так же, как и другие виды растительного молока (рисовое, овсяное, миндальное) используется в кулинарии, из соевого молока, производится: тофу, соевый йогурт, прочие напитки (например, молочные коктейли).

Для производства соевого молока пюрируются предварительно замоченные на несколько часов соевые бобы. Полученная масса варится, фильтруется и остужается.

Может производиться в домашних условиях, в том числе с помощью электроприборов для производства растительного молока. В промышленном производстве соевого молока размоченные соевые бобы пюрируются в воде, в которой были замочены, затем масса отжимается, а жидкость нагревается в течение короткого времени до температуры 135-150°C.

Соевое молоко содержит ценный соевый белок (около 35%), в котором содержатся все восемь незаменимых аминокислот и минералы. Многие сорта дополнительно обогащены кальцием, и витамином В₁₂, которые содержатся и в коровьем молоке.

Соевое молоко легко усваивается организмом. Совокупность этих качеств делает его полезной и полноценной альтернативой коровьему молоку.

Соевая мука повышает биологическую и питательную ценность любого продукта, обогащая его белками, витаминами А, В₁, В₂, РР, жиром, лецитином. В пищевых системах соевая мука обладает уникальными функциональными свойствами (образование эмульсий, сорбция жира и воды, пенообразующая способность, гелеобразование). Соевая мука широко применяется в производстве колбасных изделий и мясных полуфабрикатов. Тофу - это соевый творог, сытный, полезный и низкокалорийный, идеальный источник белка. Является полноценным растительным белком, который очень легко усваивается организмом человека. Тофу не имеет ни запаха, ни вкуса, но прекрасно впитывает в себя вкусы и ароматы специй, поэтому его добавляют в большую часть блюд японской кухни. Это диетический продукт, подходит для людей со слабым желудком, а также идеальный белковый продукт для страдающих сердечными заболеваниями, так как не содержит холестерина. Его можно включать в рацион людям с аллергической реакцией на молоко и яйца. Также тофу очень активно используется вегетарианцами по всему миру.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании вышеизложенного материала можно прийти к выводу, что ключевым направлением XXI века в вопросах решения продовольственной проблемы являются биотехнологии, а биотехнология, позволяющая обеспечить сохранность биологически активных компонентов, выгодно отличается от модели глубокого фракционирования сырья.

Современные подходы к получению белковой пищи в целом основаны на производстве изолятов и концентратов.

Современная технология производства белковых концентрат и изолятов направлена на достижение максимального фракционирования исходного сырья, в результате которого инактивируются или удаляются антиалиментарные факторы, обезличиваются негативные органолептические характеристики (вкус и запах сырых бобов), улучшаются технологические и функциональные свойства белковых препаратов. Это позволяет осуществлять прямое использование изолята растительного белка в производстве комбинированных пищевых продуктов.

Высокотехнологичные методы фракционирования позволяют увеличить сроки хранения белковых концентрат и изолятов, неограниченно расширить ассортимент пищевых продуктов, выпускаемых с использованием растительного белка, но применяя технологию максимального фракционирования растительных белковых препаратов происходит потеря биологически активных компонентов растительных объектов и снижение биологической ценности изолятов, снижается коэффициент эффективности белка.

Белки сои содержат весь состав незаменимых аминокислот и по своим функциональным, органолептическим и физико-химическим свойствам очень хорошо сочетаются с молочными белками. Они также относятся к категории так называемых диетических (обладающих особой биологической ценностью) белков.

Основной компонент сои, ради которого она и возделывается - белок, очень похожий на белок животного происхождения, на втором месте - масло. Семена сои содержат до 55% белков и 25% жиров.

По содержанию белков соя превосходит: куриное мясо - в 14 раз; яйцо - в 4 раза; говядину - в 3,5 раза. По жирности соя превосходит: куриное мясо - в 5 раз; яйцо - в 2 раза; говядину - в 1,5 раза.

Применение соевых белковых продуктов в мясной промышленности благодаря их высокой водо- и жиросвязывающей способности позволяет значительно уменьшить потери при производстве мясных изделий, особенно при их термообработке. В результате значительно снижается себестоимость продукта, а качество улучшается.

Соевый белок применяют в технологии производства полукопченых, вареных, а также кровяных колбас, при этом соевые белковые препараты рекомендуется вводить в фарш в виде гелей для более равномерного их распределения.

Соевые белки используют как мясной наполнитель. В пищевом отношении они достаточно сбалансированы по содержанию незаменимых аминокислот (полноценного белка), по биологической ценности сравнимы с белком молока, рыбы, говядины, яиц. Кроме того, установлено, что соевый белок способен эффективно улучшить суммарное качество пищевого белка в рационе при использовании его в комбинации с другими малоценными растительными продуктами из круп, злаковых, овощей и так далее.

ВЫВОДЫ

1. Проведено систематическое исследование функциональных свойств различных препаратов соевых белковых концентратов. Показано, что высокофункциональный соевый концентрат превосходит традиционный и комбинированный концентрат по комплексу функциональных свойств.
2. На основе обобщенного анализа данных по функциональным свойствам соевых концентратов и качества готовых продуктов установлено, что, чем ниже качество используемого мясного сырья, тем лучшими функциональными свойствами должен обладать препарат соевого белка, используемый в качестве добавки.
3. Высокое содержание белка, низкое - жира, наличие веществ, выводящих холестерин из организма человека, витаминов и минеральных веществ, входящих в состав сои, придают мясопродуктам с ее добавлением лечебно-профилактические свойства.
4. Изучено влияние технологических факторов: pH среды, температуры и времени воздействия на свойства разработанного соевого белкового концентрата
5. На основе обобщенного анализа данных по функциональным свойствам соевых концентратов и качества готовых продуктов установлено, что, чем ниже качество используемого мясного сырья, тем лучшими функциональными свойствами должен обладать препарат соевого белка, используемый в качестве добавки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Пищевая химия / Нечаев А. П., Траубенберг С. Е., Кочеткова А. А. и др. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 640 с.
2. Антипова Л.В., Перельгин В.М., Курчаева Е.Е. Продукт эмульсионной природы на основе растительного белка. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. № 1. С. 50-52.
3. Effect of germination on chemical composition, biochemical constituents and antinutritional factors of soya bean (*Glycine max*) seeds / Ming Bau H., Villaume Ch. et al. // J. Sci. Food Agric. – 1997. № 73. P. 1-9.
4. Браудо Е.Е. Патент РФ № 2207012 Модификация муки фуражного гороха с целью ее использования для получения комбинированных пищевых продуктов.
5. Лебедева Л.И. Применение растительных ингредиентов при производстве мясных продуктов // Все о мясе. – 2004. № 2. С. 27-35.
6. Курчаева Е.Е., Максимов И.В., Манжесов В.И. Растительные источники белка в комбинированных мясных продуктах // Пищевая промышленность. – 2006. № 1. - С. 90.
7. Витвицкий В.Н. Влияние белковых гидролизатов на обмен веществ и молочную продуктивность коров черно-пестрой породы// ЦИиТЭИагропром. Депонировано под № 3 ВС–2007, аннотирована в 1.2 выпуске электронного издания БД «Агрос». № 0220510769 в НТЦ «Информрегистр», 2007.- 9 с.
8. Химия пищи. Книга 1: Белки: структура, функции, роль в питании/ И. А. Рогов, Л. В. Антипова, Н. И. Дунченко и др. В 2 кн. Кн. 1. – М.: Колос, 2000. – 384 с.
9. Хоанг Тхи Минь Нгуэт. Выделение низкомолекулярной водорастворимой фракции углеводов из биомассы сои после кислотной и щелочной экстракции белковых веществ [Текст] / Хоанг Тхи Минь Нгуэт, Красноштанова А.А. //Сборник статей «Высокие технологии 21-го века». – 2009. – с. 108; 20см. – с.103-104.
10. Богатырев А.Н. Качество пищи и культура питания // Пищевая промышленность. - 2006. № 7. С. 70-71.
11. Лищенко В.Ф. Мировая продовольственная проблема: белковые ресурсы (1960-2005 гг.). – М.: ДеЛи принт, 2006. – 272 с.
12. Растительный белок: Пер. с фр. / Под ред. Т.П. Микулович. – М.: Агропромиздат, 1991. – 684 с.
13. Толстогузов В.Б. Новые формы белковой пищи (Технологические проблемы и перспективы производства). – М.: Агропромиздат, 1987. – 303 с.

14. Кудряшева А.А. Новые направления научно-технического развития в области питания, здоровья и экологии // Пищевая промышленность. – 2005. № 9. С. 110-113.
15. Хоанг Т.М.Н. Утилизация стоков производства изолята белка сои в кормовой продукт [Текст] / Хоанг Т.М.Н., Красноштанова А.А // Журнал «Химическая промышленность сегодня» ». – 2009, № 7. – с. 56 – 600 экз – с.18-23. ISSN 0023 110X.
16. Мулина Н.А., Евстигнеева Н.И. Юрков Е.А. Проблема недостаточного статуса питания и подходы к ее решению // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2006. № 6. С. 71-72.
17. Химия и биохимия бобовых растений: Пер. с англ. К. С. Спектрова / Под ред. М.Н. Запрометова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 336 с.
18. Артемова Е.Н.; Глебова Н.В. Нетрадиционное использование муки круп и бобовых // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. № 3. С. 73.
19. Хоанг Тхи Минь Нгуэт. Исследование процесса экстракции белковых веществ из белого лепестка сои водными растворами минеральных кислот и щелочей [Текст] /Хоанг Тхи Минь Нгуэт // Успехи в химии и химической технологии: Сб. науч. тр.–М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. – Т. XXI, №12. – с. 136; 20см. –160 экз. –с.33-35.
20. Касьянов Г.И., Разведская Л.В. Технология обработки и консервирования нетрадиционных бобовых культур // Известия вузов. Пищевая технология. – 2001. № 4. С. 50-51.
21. Райимкулова Ч.О., Джамакеева А.Д., Григорова Л.В.Использование фасоловой муки при производстве рубленых полуфабрикатов // Все о мясе. – 2005. № 2. С. 17-20.
22. Донченко Л.В., Надыкта В.Д. Безопасность пищевой продукции: Учебник. 2 изд., перераб. и доп. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 539 с.
23. Пищевая ценность люпина и направления использования продуктов его переработки / Сизенко Е.И., Лисицын А.Б. и др. // Все о мясе. – 2004. № 4. С. 34-40.
24. Пищевая ценность люпина и направления использования продуктов его переработки / Сизенко Е.И., Лисицын А.Б. и др. // Все о мясе. – 2004. № 4. С. 34-40.
25. Семена люпина - новый перспективный источник пищевого белка / Е.К. Вовнянко, В.Н. Красильников, Н.Н. Фролова и др. – М.: АгроНИИТЭИПП, 1991. – 32 с.
26. Хоанг Тхи Минь Нгуэт. Получение кормового белкового продукта на основе сточных вод производства белкового изолята [Текст] / Хоанг Тхи Минь Нгуэт //Успехи в химии и химической технологии: Сб. науч.

- тр.– М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2008.-Т. XXII, №13. – с. 136; 20см. –160 экз. – с.80-84.
27. Василов Р.Г. Биоэкономика – как следующий шаг развития – шанс для России // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии имени Ю.А.Овчинникова. – 2008. Т 4. № 1. С. 28-32.
 28. Воробьев А.А., Василов Р.Г. Концепция, структура и механизмы реализации Национальной программы «Развитие биотехнологии в Российской Федерации на 2006–2015 гг.» // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова. – 2005. Т. 1. № 2. С. 44–49.
 29. Комплексная программа развития биотехнологий в России на период до 2020 г. Утверждена председателем Правительства России 24 апреля 2012 г. М. (ВП-П8-2322).
 30. Хоанг Т.М.Н. Исследование процесса получения изолята белка сои из белого лепестка [Текст] / Хоанг Т.М.Н., Красноштанова А.А //Сборник трудов V Международного Конгресса «Биотехнология: состояние и перспективны развития» - 2008 г. – с.92.
 31. Растительный белок: новые перспективы: Сборник статей. М.: Пищепромиздат, 2000. – 179 с.
 32. Кузнецов В.Н., Подобедов А.В. Патент № 2162289 «Способ производства продукта из сои». 2001 г.
 33. Попова О.И., Сенченко С.П.,Ляхова Н.С. Исследование различных сортов люпина с целью дальнейшего практического использования// [Электронный ресурс] <http://www.stavintech.ru>
 34. Хоанг Т.М.Н. Выделение низкомолекулярной водорастворимой фракции углеводов из депротеинизированного белого лепестка сои [Текст] / Хоанг Т.М.Н., Красноштанова А.А //Сборник трудов VI Международного Конгресса «Биотехнология: состояние и перспективны развития» – 2009 г.
 35. Тутельян В.А., Хавинсон В.Х., Малинин В.В. Физиологическая роль коротких пептидов в питании // Бюл. эксперим. биологии и медицины. - 2003. - Т. 135, № 1. - С. 4-10.
 36. Курбанова М. Г., Разумникова И. С., Просеков А. Ю. Изучение свойств и состава казеина, подвергавшегося ферментативному гидролизу. //Мат-лы международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в пищевой промышленности», Минск, 2010. с. 28-30
 37. Асатуллоев И. А. Исследование белкового и ферментативного комплекса бобовых культур Таджикистана: Автореф. дис. канд. техн. наук, Москва, 2008

38. Николаенко О.Ю., Чернышова А.Н., Каравай Л.В., Кузнецова А.А. Кулинарные изделия с модифицированным соевым сырьем в лечебно-профилактическом питании / Тихоокеанский медицинский журнал, 2009.-N 1.-С.65-67
39. Люпин - перспективный источник пищевых компонентов: обзорная информация / Е.И. Сизенко, А.Б. Лисицын, Л.С. Кудряшов и др. – М.:ВНИИМП, 2004. – 35 с.
40. Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 2002. – 704 с.
41. Pass the Pulse Chips Please // Pulse crop news. Official Journal of Alberta Pulse Growers. – 2006. Summer. Pp. 5-6.
42. Mohamed A.M., Aman M.E., Shehata A.A. Effect of debittering on chemical composition, functional properties and in vitro digestibility of lupine (*Lupinus termis*) flour (Egypt) // Egyptian journal of food Science. 1987, U15 (2) p. 161-168.
43. Капрельянц Л.В. Ферменты в пищевых технологиях: вчера, сегодня, завтра // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. - 2006. № 2. С. 48-51.
44. Соколова Т.В. Применение ферментных препаратов в народном хозяйстве // Пищевая промышленность. - 2001. № 11. С. 37-38.
45. Получение белка из пшеничных отрубей с применением ферментных препаратов / Колпакова В.В., Борисова О.Ю. и др. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 200. № 6. С. 12-17.
46. Румянцева Г.Н., Осадько М.И. Роль микробных ферментов при получении соевого белка // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. № 2. С. 53-54.
47. Осадько М.И., Румянцева Г.Н. Режимы ферментативной обработки сырья при получении соевого белка // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. № 3. С. 46-48.
48. Ксенз М.В. Применение протеиназ для повышения усвояемости пищевых белков // Пищевая промышленность. – 2002. № 1. С. 52-55.
49. Катализатор созидания: ферменты для создания безопасной и здоровой пищи / Биршбах П., Фиш Н. и др. // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. – 2005. № 1. С. 24-26.
50. Зорин С.Н., Бурдза Е.А. Получение и характеристика ферментативного гидролизата изолята соевых белков // Вопросы питания – 2006. № 1. С. 10-12.

51. Composition, toxic and antinutritional factors of newly developed cultivars of brazilian soybean (*Glycine max*) / Vasconcelos I., Siebra E. et al. // *J Sci Food Agric.* – 1997. № 75. P. 419-426.
52. Hall R., Johnson S., Baxter A., Ball M. Lupin kernel fibre-enriched foods beneficially modify serum lipids in men // *European Journal of Clinical Nutrition.* – 2005. № 59. Pp. 325–333.
53. Alternative approaches to the manufacture of plant protein products from grain legumes / Braudo E., Danilenko A. et al // *Nahrung/Food.* – 2001. № 6. P. 405-407.
54. D.S. Petterson, A.R. Fairbrother Lupins as a Raw Material for Human Foods and Animal Feeds // *Indonesian Food and Nutrition Progress 1996, Vol 3, № 2*, pp. 35-41.
55. Agosin, E., Diaz, D., Aravena, R. and Yanez, E. (1989). Chemical and nutritional characteristics of lupin tempe, *Journal of Food Science* 54: 102-104.
56. Annison, G., Choct, M. and Hughes, R.J. Enzymes and the nutritive value of lupins. In: *Proceedings Australian Poultry Science Symposium* 7: 126-129.
57. Bernard Carre, Jean Marc Brillouet and „Jean Francois Thibault. Characterization of polysaccharides from white lupine (*Lupinus albus* L.) cotyledons // *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 1985 33 (2), 285-292.
58. Fontana A. Limited proteolysis of globular proteins occur at exposed and flexible loops // *Highlights of Modern Biochemistry* / ed. by A. Kotyk, J. Skoda et al. – Amsterdam: VSP International Publications, 1989. – Pp. 1711–1726.
59. Vasilyeva O., Potapenko N., Ovchinnikova T. Limited proteolysis of *Escherichia coli* ATP-dependent protease lon // *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Khimiya.* – 2000. Vol. 41. № 6. P. 124-126.
60. Differential proteolysis of glycinin and β -conglycinin polypeptides during soybean germination and seedling growth / Wilson K., Rightmire B. et al. // *Plant physiology.* – 1986. Vol. 82. P. 71-76.
61. Wu Y. Effect of germination on oats and oat protein // *Cereal Chemistry.* – 1983. Vol. 60. № 6. P. 418-420.
62. Germination alters the chemical composition and protein quality of lupin seeds / Dagnia S., Petterson D. et al. // *Journal of the Science of Food and Agriculture.* – 1992. Vol. 60. Issue 4. P. 419-423.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Каршиев Т.О., Якубов Р.Р., Мухамеджанова Б.А., Кудратуллаева Р.Т. Изучение некоторых свойств кормовых дрожжевых белков (ТХТИ) Актуальные вопросы в области технических и социально-экономических наук. Республиканский межвузовский сборник. Часть I. Тошкент 2014. 99-100 С

2. Якубов Р.Р., Каршиев Т.О., Овлакулов С.Т. Современные технологии получения пищевых белков из соевого шрота (ТХТИ) Труды XXIV - научно – технической конференции молодых ученых, магистрантов и студентов бакалавриата. Тошкент 2015. 394-395 С

ПРИЛОЖЕНИЯ