

ПЕРЕРАБОТКА ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 637.65.096.571

Н.В. Аникеева

ВОПРОСЫ БИОТЕХНОЛОГИЙ БЕЛКОВЫХ ПРЕПАРАТОВ В УСЛОВИЯХ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО КРИЗИСА

Ключевые слова: аминокислотный скор, нут, белковый изолят, растительные белки.

Введение

Обеспеченность человечества продуктами питания всегда являлась не только главным условием его существования, но и наиболее важным фактором социальной стабильности. Неудивительно, что еще в первой половине XX в. в большинстве стран мира аграрный сектор занимал приоритетные позиции. Именно его состояние определяет положение государства на мировой арене. Вот почему США, Канада, Россия, страны ЕС, успешно решившие проблему собственной продовольственной безопасности, возглавляют список наиболее развитых стран мира.

И все же несмотря на огромные достижения человечества, связанные с внедрением организационных, технических и технологических новшеств в аграрном секторе народного хозяйства, обеспеченность продовольствием населения мира и в XXI в. остается неудовлетворительной. Это определило проблемы нового века, важной из которых является обеспеченность человечества полноценными по химическому составу продуктами питания, что обуславливает здоровье населения. К наиболее дефицитным веществам относится белок.

Одним из путей решения проблемы недостатка белка является выработка концепции в биохимических технологиях производства пищевых продуктов из нетрадиционного сырья на основе использования

фундаментального естественнонаучного задела в таких отраслях, как физическая и биохимия, молекулярная биология, генетика и селекция. Перспективность тех или иных источников пищевого белка определяется ресурсными соображениями, например, возобновляемым характером и масштабами производства этого пищевого белка, научно-техническим уровнем, достигнутым в области выделения из данного вида сырья пищевого белка с высокими и варьируемыми функциональными свойствами.

К наиболее перспективным источникам пищевого белка относятся семена масличных, дрожжи и бобовые, а также вторичное сырье пищевой промышленности, образующееся при производстве растительных масел, крахмала, при переработке молока и мяса.

При сравнении целесообразности использования животных белков следует учитывать непрерывно возрастающую их стоимость, а также дефицитность и трудоемкость получения. При производстве животноводческой продукции обычно теряется растительного белка, поэтому белок говядины стоит в 30-50 раз дороже белка, например, обезжиренной соевой муки, что в условиях мирового кризиса недопустимо. В настоящее время уровень изученности к реализации методов получения белков с необходимыми функциональными свойствами наиболее высок из семян сои. Однако соевые белки поставляются в основном американскими товаропроизводителями, и могут быть получены из сырья, подвергнутого генетиче-

ской модификации. Этот факт не может не вызывать серьезной озабоченности. В рамках общероссийской программы «Здоровое питание – здоровье нации» предусмотрено разработка систем экологически чистых безотходных технологий получения белковых препаратов из отечественного растительного сырья, а также продуктов питания с функциональными свойствами.

Цель исследовательской работы заключалась в разработке научных основ новых технологий получения белковых препаратов из семян нута и комбинированных продуктов диетического назначения. Такая цель может быть достигнута путем системных подходов и методологии получения и применения белковых препаратов из семян нута при производстве новых продуктов питания с заданным соотношением пищевых веществ.

Объекты и методы исследований

Объектом исследований является технология производства белковых препаратов из семян нута [1]. Белковые препараты были получены из семян нута следующих биологических сортов. Сорт Волгоградский-5 выведен методом индивидуального отбора из гибридной популяции, полученной от скрещивания сорта Юбилейный с образцом из Афганистана К-249. Сорт Волгоградский-10 выведен методом индивидуального отбора из гибридной популяции, полученной от сложного скрещивания. Сорт Прива-1 выведен методом индивидуального отбора из сортовых популяций местного происхождения. В ходе экспериментальных исследований использовались современные методы определения. Фракционный состав белков в семенах бобовых культур осуществляли методом последовательной экстракции водосоле- и щелочерастворимых фракций. Альбумины и глобулины разделяли диализом суммарного солевого экстракта против дистиллированной воды. По окончании диализа надсадочную жидкость подкисляли соляной кислотой до рН 3,8, при котором прекращалось осаждение глобулинов, растворимых в воде. Гелевую фильтрацию проводили на сефадексе Г-200 в фосфатном буфере М 0,5 при рН 7,5. Термическую денатурацию белков нута определяли по методике П.А. Таланова на фотоколориметре с чувствительностью 0,5 мкал/с с концентрацией белков в растворе 10% [2]. Определение критической точки коагуляции белков различных

сортов нута вели по методике Г.С. Инихова, для этого готовили 4 пробы раствора белка, где в 3 пробы добавляли раствор различной концентрации лимонной кислоты, а в четвертую пробу – дистиллированную воду, затем определяли оптическую плотность [3]. Резкое изменение оптической плотности свидетельствовало о начале коагуляции белков. Биологическая ценность белков нута определяли по аминокислотному составу с последующим расчетом аминокислотного сора и коэффициента различия аминокислотного сора. Аминокислотный состав белков семян определяли на аминокислотном анализаторе ААА-881 (Чехия).

Результаты и их обсуждение

Предварительные исследования по этому вопросу и обобщенные патентно-информационные данные показали, что семена нута являются дешевым высокополноценным белковым сырьем при производстве белковых препаратов для пищевой промышленности. Себестоимость производства 1 т зерна нута в 2,3 раза дешевле сои за счет стабильных урожаев в Нижнем Поволжье и неприхотливости его при возделывании.

Нут – культура древняя. Об этом свидетельствуют дошедшее до нашего времени название нут на санскритском языке. Люди это растение назвали в честь богини. Нут, так как он неприхотлив при возделывании и отличался от прочих растительных продуктов широчайшим спектром полезных качеств. Один из полезных важнейших свойств нута – это химический состав белка его семян. В связи с чем в настоящее время весьма актуальны разработки разнообразных подходов, принципов, методов его максимального вовлечения в производство пищевых продуктов.

Фундаментальных биохимических исследований по производству белковых препаратов из семян нута пока недостаточно, поскольку в основном о структуре его белков и конфигурации известно меньше, чем о белках гороха, сои, поэтому был проявлен интерес.

Анализ данных семян зернобобовых культур, полученных вышеуказанными методами, показал, что нут по содержанию белка уступает сое, превосходя при этом фасоль и горох на 3-7%. При этом установлено, что уровень содержания белка последних более подвержен колебанию в зависимости от условий произрастания, чем у нута.

По содержанию суммарных белков нут уступает лишь сое, в нем мало липидов, он равен гороху и фасоли по углеводам. Нут также выгодно отличается от других бобовых более высоким содержанием большинства минеральных элементов, витаминный состав семян этой культуры приближается к сое.

Кроме того, белки нута выгодно отличаются от белков других бобовых, например, фасоли, гороха, сои уровнем содержания антипитательных веществ, то есть ингибиторами протеолитических ферментов. Исследования показали, что в семенах нута содержатся три единицы ингибированного трипсина (ЕИТ-ИТ) в количестве 5-6% от общего содержания белка, тогда как в семенах фасоли – 17 единиц. В семенах нута содержатся относительно в небольшом количестве лектины (400-800 генаглютелиновых единиц на 1 мг белка, в семенах фасоли же – 3200-6400). В целом белки нута характеризуются низкой трансингибирующей способностью, равной в среднем 1,3 мг/г, следовательно, это хорошо легкоусваиваемый продукт [4].

При изучении химического состава семян нута и других, бобовых в зависимости от биологического сорта и условий произрастания первый выгодно выделяется уровнем содержания белка (до 32%), а также уровнем содержания незаменимых аминокислот.

Результаты представлены в таблице 1.

Данные таблицы 1 свидетельствуют о высокой биологической ценности семян нута. По содержанию незаменимых аминокислот белков нут уступает лишь сое.

Кроме того, фракционный состав белков семян нута по степени растворимости не уступает белкам другим зернобобовым культурам (табл. 2).

Как следует из таблицы 2, нутвые белки содержат практически такое же количество щелочерастворимых белков, как и соя, но отличаются водосоле-растворимой фракцией. Они составляют 50,1 и 41,6%, почти столько же, сколько у гороха. Полученные данные предполагают более выраженные структурообразующие свойства белковых систем нута, чем фасоль и это является положительным фактором для технологии мучных и мясных изделий.

Практика получения белкового изолята из растительного сырья заключается в изолированном извлечении протеинов путем отделения сопутствующих балластных компонентов. Следуя известным схемам получения изолятов, на первой стадии производства этого продукта, белки, содержащиеся в растительном сырье, избирательно переводятся в растворимое состояние, а затем отделяются от нерастворимого продукта.

Таблица 1

Аминокислотный состав белков бобовых культур (г/100 г белка)

Наименование аминокислоты	Нут (сорт Волгоградский-10)	Горох сорт (Неосыпающейся 1)	Фасоль (сорт Цанава)	Соя (сорт Белоснежка)
Изолейцин	4,8	4,7	3,5	4,4
Лейцин	8,1	8,5	7,2	8,6
Лизин	8,9	10,0	3,1	3,8
Метеонин + цистин	4,0	4,5	4,3	3,8
Триптофан	1,1	1,1	1,2	1,4
Фенилаланин + тирозин	8,0	9,0	8,1	8,6

Таблица 2

Фракционный состав белков зернобобовых культур

Наименование культуры	Массовая доля фракций, % к сумме всего извлеченного азота при растворении		
	в воде	в растворе с массовой долей NaCl 10% (0,1М)	в растворе с массовой долей NaOH 0,15%
Нут (сорт Волгоградский-10)	50,1	41,6	8,3
Фасоль (сорт Цанава)	62,1	25,4	12,5
Горох (сорт Неосыпающейся 1)	39,8	54,6	5,6
Соя (сорт Белоснежка)	68,5	22,1	9,4

В ходе изучения белков нута было установлено, что условия их перехода в растворимое состояние зависят от сортовых его особенностей.

Анализ фракционного состава показал, что белки семян нута сорта Волгоградский-5 характеризуются высокой растворимостью при pH 6,5 (87%), но, увеличив концентрацию соли $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ до 0,5 М экстрагирование белков увеличивалось при pH 9 до 93,5%. Минимальная растворимость белков нута была отмечена в пределах pH 4-4,5 и составляла 8%. Белки семян нута сорта Волгоградский-10 достигают высокой степени растворимости при pH 7 (95,4%). Этот показатель изменяется при увеличении концентрации соли в пределах pH 9-12 на 3%. Минимальная растворимость белков у этого сорта достигает в пределах pH 4,5-5 до 12%.

Самый низкий выход белков (85%) отмечено у сорта нута Прива-1. Этот факт объясняется относительно высокой ионной силой белков нута этого сорта. Исследования показали, что увеличивая концентрацию растворителя, эффект действия ионной силы постепенно ослабляется, однако не достигает уровня растворимости в чистой воде. Минимальная растворимость белков этого сорта находилась в пределах pH 3,2 и составляла 6,3%. Наблюдаемые различия в минимумах растворимости в основном обусловлены неодинаковым содержанием небелкового азота (табл. 3).

Данные, указанные в таблице 3, свидетельствуют, что больше всего небелково-

го азота содержится во фракциях белка семян нута сорта Волгоградский-10 и меньше всего в белках сорта Прива-1.

Далее изучалось влияние различных реагентов на эффективность растворения белков нута. В результате этих исследований было установлено, что в присутствии $\text{Ca}(\text{OH})_2$ снижалась степень растворимости независимо от сортовых его особенностей и pH среды, а в присутствии NaOH, наоборот, увеличивался этот показатель. В присутствии соляной кислоты максимум растворимости белков pH 2 достигало 85%, а в присутствии серной кислоты при той же среде этот показатель достигал только 70%. Этот факт можно объяснить специфичностью белков нута.

В ходе изучения фракционного состава белков нута хроматографическим методом было выявлено, что белки семян сортов Волгоградский-5 и Волгоградский-10 характеризуются основными свойствами, а белки семян сорта Прива-1 кислыми свойствами, факт отражается на условиях осаждения белков в экстракте. У разных сортов нута изоэлектрическая точка варьирует. Так, белки нута сорта Волгоградский-5 и Волгоградский-10 изоэлектрическая точка отмечена была в пределах pH 4,4-4,0, а у сорта Прива-1 она была отмечена при pH 3,2, но наиболее растворимы белки нута независимо от сортовых особенностей при нейтральной реакции среды.

Таблица 3

Фракционный белковый состав семян нута в зависимости от биологических особенностей

Фракции	Сорт Волгоградский-5		Сорт Волгоградский-10		Сорт Прива-1	
	% на с.в.	% от общего белка	% на с.в.	% от общего белка	% на с.в.	% от общего белка
Общий азот	4,48	-	5,17	-	4,03	-
Небелковый азот	0,45	10,12	0,52	10,05	0,40	9,92
Белковый азот в т.ч.:	4,03	100	4,65	100	3,63	100
альбумины	0,18	4,46	0,25	5,37	0,20	5,51
глобулины, выделенные H_2O	1,87	46,4	2,20	47,31	1,69	46,55
глобулины, выделенные NaCl	1,63	40,4	1,83	39,35	1,50	41,32
глобулины, выделенные NaOH	0,34	8,43	0,36	7,74	0,24	6,61
Нерастворимый азот	0,46	11,41	0,53	11,99	0,40	11,02

Для создания научных основ и практических концепций в разработке биотехнологий применения белковых препаратов, выработанных из семян нута, в производстве хлеба проведены комплексные исследования по химическому составу и технологическим свойствам нутовой муки [5]. Расчет аминокислотного сора (АС), показал, что по сумме незаменимых аминокислот белки нута превышают белки пшеничной муки, особенно по лизину и треонину, этот показатель составляет по нуту 130,4 и 100% против 45,5 и 75% по пшенице. Сопоставительный анализ состава пшеничной муки I сорта и нутовой муки показал их существенное различие по основным компонентам, а именно: содержание в нутовой муке белка в 2,3 раза выше, а крахмала – в 1,7 раза меньше. Эмульгирующая способность достаточно велика (9,8-10,3 мг масла на 100 мг белка) [6].

Выводы

Учитывая сортовое влияние на степень растворимости белков нута, был получен продукт с содержанием белка 95,6 и общим выходом 94,6%, что выше стандарта по изоляту белка сои на 2,3% и 7,2% соответственно.

Наибольшей биологической ценностью обладал белковый изолят, полученный из сорта Волгоградский-10, его аминокислотный скор, равен 1,74. Самый относительно низкий аминокислотный скор был отмечен у белкового изолята, полученного из семян нута сорта Прива-1, его аминокислотный скор равен 1,32.

Также было установлено, что применении нутовых белковых препаратов в производстве пищевых продуктов определяется не только биологической ценностью, но функциональными свойствами его белков (2, 3, 4). Использование нутовой муки в общей технологии приготовления пше-

ничного хлеба способствовало увеличению белка в готовом изделии с 6 до 12%. Причем использовавшиеся в хлебопечении нутовой муки в качестве белкового препарата позволило сбалансировать белково-углеводное содержание 1:4, тогда как в пшеничном хлебе это соотношение согласно теории сбалансированного питания нарушено (1:6).

Библиографический список

1. Патент RU 2346456. Способ получения белкового изолята из нутового сырья / Аникеева Н.В.; опубл. 20.02. 2009 г.
2. Таланов П.А. Изменение атакуюемости белков и крахмала зерна и круп зернобобовых в процессе тепловой обработки / П.А.Таланов, В.Д. Яковенко // Вопросы питания. – 1974. – № 6. – С. 75-78.
3. Инихов Г.Н. Методы анализа молока и молочных продуктов / Г.Н. Инихов, Н.П. Брио. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – С. 346.
4. Аникеева Н.В. Научное теоретическое и практическое обоснование лечебно-профилактических свойств нута и продуктов, созданных на основе / Н.В. Аникеева. – Волгоград: Изд-во ИПК «Царицын», 2002. – 320 с.
5. Аникеева Н.В. Частные исследования технологии получения нутовой муки и ее характеристика / Н.В. Аникеева, Л.В. Антипова // Современные технологии переработки животноводческого сырья в обеспечении здорового питания: наука, образование и производство: матер. Междунар. науч.-практ. конф. (1-4 октября 2003 г.). – Воронеж: Изд-во Воронежской ГТА, 2003. – 567 с.
6. Аникеева Н.В. Хлеб «Нутовый» с лечебно-профилактическими свойствами / Н.В. Аникеева // Хлебопечение России. – 2003. – № 1. – С. 36-37.

