

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ ПОДСОЛНЕЧНОГО ШРОТА

Л.И. Сапунова¹, Л.В. Ерхова¹, В.В. Горбань²

¹Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь, leonida@mbio.bas-net.by

²ООО «СОЙТЭКС», Москва, Россия, v.gorban@soytex.com

Мировой рынок белка оценивается более чем в 1 трлн. долл. США, из которых доля кормового белка сегодня составляет 125 млрд. долл. (40 млн. т) и в 2024 г. достигнет 200 млрд. долл. Особенностью современных рационов животных является преобладание в них растительных источников протеина при дефиците белка животного происхождения. В настоящее время в составе комбикормов используют преимущественно соевый (до 30 %) и рапсовый (до 10 %) шрот. В качестве альтернативы рассматривается подсолнечный шрот: к 2024 г. его доля среди белковых продуктов только для объектов аквакультуры прогнозируется на уровне более 5 % [1].

Подсолнечный шрот с различной степенью отделения лузги получают из семян подсолнечника путем экстракции масла растворителями. Выпускают обычный (с частичным удалением лузги) и высокобелковый (с отделением основного количества лузги) шрот [2]. Содержание в последнем сырого протеина варьируется в пределах 44–50 % [3].

Подсолнечный шрот – это хороший источник протеина с доступностью аминокислот как у соевого шрота, и гораздо большей, чем у рапсового или хлопкового шрота. Следует, однако, отметить, что подсолнечный шрот дефицитен по лизину, что требует коррекции рациона животных дополнительным включением его синтетического аналога. Соотношение в нем аминокислот сильно изменяется при нагревании в процессе обработки: значительно снижается доступность аспарагиновой кислоты, аргинина, треонина, лейцина и триптофана, увеличивается содержание глутаминовой кислоты, серина и амина. Поэтому возможность снижения доступности многих аминокислот следует учитывать при использовании подсолнечного шрота в рационах моногастричных животных [4].

Подсолнечный шрот сходен с соевым по содержанию кальция, однако превосходит его по содержанию фосфора и витамина В. В его составе выявлены также токоферол, кальциферол, тиамин, ниацин, рибофлавин, холин, пантотеновая кислота, пиридоксин.

Преимуществом подсолнечного шрота является отсутствие тех антипитательных факторов, которые обнаруживаются в соевом, рапсовом и хлопковом шроте и ограничивают их использование в кормах. Однако в семенах и шроте подсолнечника присутствуют фенольные соединения, представленные преимущественно хлорогеновой кислотой, в меньшей степени – кофейной, коричной, кумаровой, феруловой, синаповой и гидроксibenзойной кислотами [5].

Хлорогеновая кислота, составляющая 43–73 % фенольных соединений подсолнечного шрота [6], а также хинная кислота рассматриваются как токсичные элементы, которые при их обычном содержании в шроте соответственно 1,56 и 0,48 % не оказывают токсического действия на организм животных. Однако более высокие концентрации хлорогеновой кислоты ингибируют трипсин и липазу, что ухудшает перевариваемость корма [7]. При этом разрушению до 43 % хлорогеновой кислоты и улучшению питательной ценности комбикормов, содержащих подсолнечный шрот, способствует его термообработка при 100–120 °С [8].

Таким образом, учитывая высокое содержание в подсолнечном шроте лузги, состоящей, в основном, из трудноперевариваемых пентозанов, клетчатки (целлюлозы), лигнина, актуальной является его комплексная глубокая переработка с акцентом на высокое качество получаемых белковых продуктов, минимизацию объемов образующихся отходов.

На содержание протеина в подсолнечном шроте и жмыхе негативно влияет высокое содержание клетчатки, которая в количестве 34–35 % содержится, в основном, в лузге. Считается, что кормовая ценность и переваримость всех питательных веществ корма обратно пропорциональны

концентрации в нем клетчатки. Нежелательно также и ее невысокое (< 15 %) содержание в рационах из-за физиологических функций. Известно, что клетчатка придает рыхлость кормовой массе, играет роль раздражителя стенок кишечника, и, главное, является источником образования в желудках уксусной кислоты, которая служит предшественником молочного жира. В частности, для лактирующих коров оптимальный уровень сырой клетчатки в кормах составляет 17–22 % [9, 10].

На перерабатывающих предприятиях полное удаление лузги для снижения содержания клетчатки в шроте не практикуется. Это связано с увеличением потерь маслосодержащих тканей семян подсолнечника и, соответственно, снижением выхода масла, получаемого по существующим в настоящее время технологиям [11].

Для снижения содержания лузги в шроте или жмыхе подсолнечника проводят максимальное ее удаление на стадиях обрушивания семян и разделения рушанки. Например, из стандартного подсолнечного шрота путем механического удаления основной (более 80 %) части лузги получают продукт с высоким уровнем сырого протеина (42–46 %) и низким содержанием клетчатки (8–12 %) [7].

Продукт с высоким содержанием протеина и минимальными примесями оболочек семян [12] или лузги [13] получают путем измельчения шрота/жмыха подсолнечника и фракционирования частиц по размеру. Высококачественный корм (сырой белок > 40 %, сырая клетчатка < 10 %), который по питательной ценности сопоставим с экстракционным соевым шротом, получают дополнительным механическим структурированием грубых частиц шелухи за счет расщепления на волокна и частицы, измельчением и фракционированием [14].

Таким образом, при механической обработке стандартного [15] подсолнечного шрота образуются две фракции: одна – с максимальным накоплением клетчатки и минимальным содержанием протеина, другая – тонкоизмельченная однородная масса подсолнечного отсева с высоким содержанием протеина, которая практически не содержит волокнистой лузги. Выход последней фракции варьируется в пределах 55–65 % по массе, что дает возможность получить из подсолнечного шрота белковый концентрат с выходом до 70 %. Кормовые продукты, полученные дополнительной механической обработкой шрота подсолнечника, могут рассматриваться в качестве адекватной альтернативы сое [16].

Экономически более целесообразными формами белковых продуктов пищевого и кормового назначения являются концентраты и изоляты растительных белков с обезличенным вкусом и запахом, что позволяет использовать их в больших дозировках [17].

Существует три основных метода получения концентрата белка растительного происхождения: водное выщелачивание, спиртовая и кислотная экстракция небелковых компонентов масличных семян [18].

В процессе водного выщелачивания, которое является простейшим способом получения белкового концентрата, используют измельченное в муку сырье, подвергнутое термической обработке для денатурации белка. Обычно концентрация диспергируемого в воде белка составляет менее 15 % от его общего содержания в сырье. При этом в раствор помимо белка переходят углеводы, красящие и вкусовые вещества, витамины, минеральные соединения, другие растворимые в воде соединения. Получаемый продукт абсорбирует воду и жир, и его применение обычно ограничивается случаями, когда функциональные свойства не имеют особого значения.

Экстракция небелковых компонентов водным (70%) раствором спирта позволяет, в отличие от водной промывки, получить концентраты белка более светлого цвета без изменения их функциональных свойств.

Методом кислотной обработки растительного сырья получают концентраты белка с гораздо большей функциональной ценностью. В этом случае сырье промывают кислым раствором (обычно pH 4,0–4,5), соответствующим изоэлектрической точке белка, что при его минимальной потере позволяет максимально удалить небелковые компоненты [18].

Особо следует подчеркнуть, что экстракция белковых соединений шрота в щелочных условиях приводит к образованию окисленных производных фенольных соединений, придающих изолятам белка серую, серо-зеленую окраску и ухудшающих потребительские свойства продукта. Реализацию процесса в более мягких условиях, исключающих образование окрашенных соединений, обеспечивает ферментативный гидролиз растительного сырья [19].

Наиболее эффективным способом увеличения концентрации протеина, повышения его питательной ценности, перевариваемости и усвояемости представляется использование микробных и/или ферментных технологий.

Предложен способ получения биологически активной кормовой добавки, который предусматривает измельчение растительного сырья (шелухи семян подсолнечника, гречихи, проса, овса, рапса) до размера частиц ≤ 1 мм (60–85 %); отбор культур бактерий из пищеварительного тракта (ротовой полости, зоба, преджелудка, кишечника) или экскрементов растительноядных животных; получение посевного материала; твердофазную или жидкофазную микробную ферментацию указанного целлюлозосодержащего сырья в факультативно-анаэробных условиях при температуре 18–70 °С в течение 5–48 ч до достижения в ферментационной среде определенной величины целлюлазной активности (не менее 90 ед/г сухого продукта). Ферментацию проводят монокультурой, ассоциацией микроорганизмов или комплексом, состоящим из ассоциации микроорганизмов и, по крайней мере, одного дополнительного штамма из числа микроорганизмов, относящихся к родам *Bacillus*, *Clostridium*, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus*, *Micrococcus*, *Ruminococcus*, *Proteus*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*, *Brevibacterium* [20].

Способ получения кормового продукта с повышенным содержанием белка включает измельчение и суспендирование подсолнечного шрота в воде; ферментативный гидролиз суспензии, обеспечивающий разрушение клетчатки шрота до моносахаров; внесение в полученную питательную среду дрожжей рода *Saccharomyces* и их размножение; инактивацию дрожжевых клеток и сопутствующей микрофлоры термическим способом; сушку полученного продукта [21].

Описан способ получения кормового продукта с повышенным содержанием белка путем обогащения подсолнечного шрота белком гриба-ксилофита [22]. Способ заключается в разрыхлении и стерилизации подсолнечного шрота пропариванием до температуры не менее 50 °С, его инокуляции мицелием гриба-ксилофита (1–4 % от массы шрота), выращивании гриба в нестерильных условиях до образования примордий, тепловой инактивации мицелия для уничтожения посторонней микрофлоры и сушки полученного продукта.

При получении ферментативного гидролизата сырье (шрот или жмых масличного сырья, включая подсолнечник) влажностью 10–30 % экструдуют при 90–180 °С, после чего экструдат обрабатывают ферментами протеолитического и/или целлюлолитического и/или альфа-галактозидазного действия [23].

Обезжиренный подсолнечный шрот, ферментированный с использованием молочнокислых бактерий, отличается от исходного сырья повышенной растворимостью белка, уменьшенным содержанием хлорогеновой кислоты, фенольного пигмента, ответственного за потемнение шрота, отсутствием несбраживаемых сахаров (раффинозы) и более высоким содержанием лизина – основной ограничивающей аминокислоты подсолнечника. Ферментированный подсолнечный шрот может найти применение при производстве хлеба и другой выпечки, при изготовлении обогащенных белком закусок, в рецептурах диетических продуктов с улучшенным составом питательных веществ [24].

Для получения модифицированного белкового изолята из подсолнечного жмыха после предварительного измельчения, обезжиривания и отделения семенной оболочки экстрагируют, а затем осаждают белок. После промывки водой проводят двухступенчатый ферментативный гидролиз белкового изолята, сначала протеазами подсырной молочной сыворотки (10 : (1–2), вес/вес; 35–37 °С, 30–35 мин), а затем протеазами из пророщенных семян подсолнечника (3 : (1–2), вес/вес; 25–35 °С, 40–45 мин). Затем изолят модифицированного белка подвергают термической обработке при 80–90 °С в течение 5–10 мин, сушат при 40–45 °С в течение 20–24 ч до влажности 7–8 % [25].

Для повышения выхода белка на стадии его экстракции из обезжиренного шрота подсолнечника предлагается использование ферментных препаратов Protex 40E, Protex 6L, Protex 51FP и Protex 7L [26], а также трипсина в нейтральном или слабощелочном растворе хлорида натрия [27].

В целом, использование микроорганизмов для обработки подсолнечного шрота сопровождается увеличением содержания в конечном продукте белка, характеризующегося сбалансированным аминокислотным составом и, значит, более высокой питательной ценностью и усвояемостью, улучшенными функционально-технологическими свойствами при интенсификации и упрощении как самого процесса, так и его машинно-аппаратурного оформления [21–23].

Таким образом, анализ научно-технической и патентной информации показывает, что повысить питательную ценность подсолнечного шрота и полученных из него белковых изолятов позволяют механическое удаление лузги; химическая, микробная, ферментативная обработка и/или их сочетанное воздействие. Наиболее перспективным способом увеличения концентрации белка и незаменимых аминокислот представляется микробная обработка подсолнечного шрота, возможно, в сочетании с ферментативным воздействием на содержащиеся в нем трудногидролизуемые высокомолекулярные компоненты.

Список использованных источников

1. Вопросы производства и использования белков : материалы международных форумов «ПротеинТек» и «ПроПротеин», Москва, 26–27 сентября 2018 г. / Комбикорма. – 2018. – № 11. – С. 13–16.
2. Алихаев, В.А. Справочник по контролю кормления и содержания животных / В.А. Алихаев, Е.А. Петухова, Л.Д. Халенова. – М.: Колос. – 1982. – 308 с.
3. Шванская, И.А. Использование отходов перерабатывающих отраслей в животноводстве. Научно-аналитический обзор / И.А. Шванская, Л.Ю. Коноваленко // Москва: Росинформагротех, 2011. – 96 с.
4. Антипитательные факторы продуктов переработки подсолнечника [Электронный ресурс] // <http://ait-magazine.com.ua/sites/default/files/pictures/edinstvo.pdf>
5. The content of antioxidants in sunflower seed and kernel / S. Žilić [et al.] // *Helia*. – 2010. – Vol. 33, № 52. – P. 75–84.
6. Обоснование получения хлорогеновой кислоты из подсолнечного шрота / И.Е. Шаповалова [и др.] // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. – 2013. – Т. 3, № 6 (63). – С. 39–41.
7. Федоров, Ю. Высокопротеиновый подсолнечный шрот в рационе бройлеров / Ю. Федоров, В. Манукян, Е. Байковская // *Комбикорма*. – 2019. – № 9. – С. 50–52.
8. Евтушенко, С.Л. Влияние качественных показателей сырья и технологического процесса на содержание протеина в семенах подсолнечника и продуктах его переработки / С.Л. Евтушенко // *Вестн. Нац. техн. ун-та «ХПИ» : сб. науч. тр. Темат. вып. : Новые решения в современных технологиях*. – Харьков, 2008. – № 3. – С. 89–97.
9. Корма Республики Татарстан: состав, питательность и использование : справочник / Л.П. Зарипова [и др.]. – 3-е изд., перераб., дополн. – Казань : Изд-во Академии наук РТ, 2010. – 372 с.
10. Анализ питательной ценности растительных кормов и вторичного сырья / Р.А. Шурхно [и др.] // *Вестн. Казан. техн. ун-та*. – 2014. – Т. 17, № 21. – С. 223–228.
11. Марков, С.А. Особенности химического состава фракций подсолнечных жмыхов и шротов при их безреагентном разделении / С.А. Марков, А.И. Петенко // *Известия вузов. Пищевая технология*. – 2012. – № 1. – С. 29–31.
12. Способ удаления оболочек семян из шрота/жмыха подсолнечника и установка для его осуществления : пат. RU 2268629 (C2) / А.Б. Петров. – Оpubл. 27.01.2006.
13. Способ доработки подсолнечного шрота и установка для его осуществления : пат. RU 2617597 (C2) / В.В. Васько. – Оpubл. 25.04.2017.
14. Способ и установка для переработки экстракционного шрота из семян подсолнечника для кормления животных : пат. RU 2297155 / У. Вальтер. – Оpubл. 20.07.2007.
15. Шрот подсолнечный. Технические условия : ГОСТ 11246-96. – Взамен ГОСТ 11246-65 ; введ. РБ 01.10.97. – Госстандарт РБ, 1997. – 18 с.
16. Подобед, Л. Концентрат подсолнечного шрота в рационе свиней / Л. Подобед, Л. Кузьменко // *Комбикорма*. – 2012. – № 8. – С. 85–86.
17. Щеколдина, Т.В. Технологии получения белоксодержащего сырья из продуктов переработки семян подсолнечника / Т. В. Щеколдина // *Научный журнал КубГАУ*. – 2015. – №109(05). – С. 360–378.
18. Получение пищевых белковых продуктов из семян и шротов подсолнечника и их использование / В.В. Карабутов [и др.] // *Вестн. Нац. техн. ун-та «ХПИ» : сб. науч. тр. Темат. вып. : Новые решения в современных технологиях*. – Харьков, 2008. – № 43. – С. 9–13.
19. Романова, А.Б. Получение белковых ферментоллизатов шрота подсолнечника / А.Б. Романова, Е.А. Самарина, Д.В. Баурин // *Успехи в химии и химической технологии*. – 2013. – Т. 27, № 9. – С. 11–14.
20. Способ получения биологически активной кормовой добавки из растительного сырья : пат. RU 2202224 / Н.А. Ушакова, Е.И. Наумова, Д.С. Павлов, Б.А. Чернуха. – Оpubл. 20.04.2003.
21. Способ получения кормового продукта с повышенным содержанием белка путем обогащения подсолнечного шрота белком дрожжей сахаромикетов : пат. RU 2561535 (C1) / С.В. Кислов. – Оpubл. 27.08.2015.
22. Способ получения кормового продукта с повышенным содержанием белка путем обогащения подсолнечного шрота белком гриба-ксилофита : пат. RU 2562197 (C1) / С.В. Кислов. – Оpubл. 10.09.2015.

23. Способ получения гидролизата из шротов и жмыхов масличных культур : пат. RU 2631827 (C1) / А.Ю. Шариков, А.С. Середа, В.И. Степанов, В.В. Иванов, Е.В. Костылева, И.А. Великорецкая, Н.В. Цурикова. – Оpubл. 26.09.2017.

24. Fermented sunflower meal and the method for its preparation : pat. CA 1204401A / M. Canella, A. Bernardi, D. Marghinotti, G. Sodini. – Publ. date 13.05.1986.

25. Способ получения модифицированного белкового изолята из подсолнечного жмыха : пат. RU 2483565 (C2) / Н.С. Безверхая, Н.В. Ильчишина. – Оpubл. 10.06.2013.

26. Баурин, Д.В. Комплексная технология переработки шрота подсолнечника с получением изолята белка и углеводно-белкового корма : дис. ... канд. техн. наук : 03.01.06 / Д.В. Баурин. – Москва, 2014. – 196 с.

27. Способ получения белковых изолятов из подсолнечного шрота : пат. UA 12489 U / Т.Т. Носенко. – Оpubл. 15.02.2006.