

DOI 10.25741/2413-287X-2022-01-3-161

УДК 664.3

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА СОЕВОГО БЕЛКОВОГО КОНЦЕНТРАТА КАК ВАЖНЫЙ ЭЛЕМЕНТ КОРМОВОЙ ЦЕННОСТИ ПРОДУКТА

А. ЛУЦЕНКО, Н. ЛУЦЕНКО, компания «Содружество Групп С.А.»

А. ШЕНДЕРЮК-ЖИДКОВ, ООО «Управляющая компания «Содружество»

М. ДОМОРОЩЕНКОВА, ВНИИЖиров

E-mail: mdomor@mail.ru

В статье приводится обзор основных антипитательных факторов (АПФ), содержащихся в сое и продуктах ее переработки. Обсуждаются преимущества использования в кормах соевых белковых концентратов (СБК), получаемых по технологии водно-спиртовой экстракции. Исследованы химический и аминокислотный составы, содержание АПФ в промышленных образцах СБК. Показано, что СБК отличаются от соевого шрота более низкой активностью ингибитора трипсина (менее нижнего предела определения 0,50 мг/г), значительным снижением концентрации олигосахаридов (суммарное содержание раффинозы и стахиозы менее 2,5%), уменьшением антигенной активности глицина и β-конглицинина, более высокой концентрацией аминокислот в продукте.

Ключевые слова: соевый белковый концентрат (СБК), антипитательные факторы (АПФ), сырой протеин, ингибиторы трипсина, олигосахариды, белки с антигенной активностью, аминокислотный состав.

Антипитательные факторы в продуктах переработки сои

Технологии переработки семян сои на кормовые цели активно развиваются, в результате появляются новые виды соевых белковых продуктов с улучшенной кормовой ценностью. Современные рационы кормления животных выдвигают особые требования к качеству белковых составляющих. Обеспеченность высококачественными кормами во многом определяет уровень развития и экономики животноводства, так как в структуре себестоимости животноводческой продукции стоимость кормов может достигать 65–75%. В мире ежегодно растет потребление соевых шротов, при этом увеличивается спрос на продукты их глубокой переработки — кормовые компоненты с высоким содержанием протеина и пониженной концентрацией антипитательных веществ [1]. Это вызвано ростом цен и ограниченностью ресурсов кормовых белков животного происхождения. Промышленное внедрение новых технологий переработки сои позволяет инактивировать или удалить те антипитательные вещества, которые еще остаются

The article provides an overview of the main anti-nutritional factors (ANF) of soybeans and processed soybean products. The advantages of usage in feeds of soy protein concentrates (SPC) produced by aqueous alcoholic extraction are discussed. The chemical composition, amino acid profile and content of ANF in industrial samples of SPC have been investigated. It has been demonstrated that SPC versus to soybean meal are characterized by a lower activity of a trypsin inhibitor (less than the lowest detection level of 0.50 mg/g), by a significant decrease of concentration of oligosaccharides (the total content of raffinose and stachyose is less than 2,5%) and of the antigenic activity of glycine and β-conglycinin and by a higher concentration of amino acids.

Keywords: soy protein concentrate (SPC), antinutritional factors (ANF), crude protein, trypsin inhibitors, oligosaccharides, antigenic proteins, amino acid profile.

в традиционных соевых белковых компонентах, таких как соевые жмыхи, шроты, полножирная соя, и могут вызывать у молодняка сельскохозяйственных животных и птицы расстройство пищеварения и снижение скорости роста; их использование ограничивают в кормах для объектов аквакультуры.

Известно, что антипитательные факторы (АПФ) снижают кормовую ценность продуктов переработки сои в случае повышенного остаточного содержания [2, 3]. Концентрации основных АПФ в сырой сое и в продуктах ее переработки приведены в статье Яна Ван Эйса в журнале «Комбикорма» [4]. Многие из этих веществ являются термолабильными (ингибиторы протеаз, лектины и гоитрогены), и правильная влаготепловая обработка позволяет снизить их активность в соевых жмыхе и шроте, экструдированной сое до безопасного уровня для использования в рецептах комбикормов и в кормовых смесях. К антипитательным веществам, которые не разрушаются при термической обработке, относятся олигосахариды, сапонины, фитиновая кислота, эстрогены, белки

с высокой антигенной активностью и др. За исключением олигосахаридов и белков-антигенов, большинство АПФ содержатся в незначительном количестве и не оказывают отрицательного влияния на взрослых животных и птицу. Однако использование компонентов, содержащих АПФ, в составе стартерных комбикормов, кормов для некоторых объектов аквакультуры и домашних питомцев может приводить к сокращению потребления корма и расстройствам пищеварения, снижению темпов роста, к диарее, повышенной заболеваемости и даже смертности.

Ингибиторы протеаз активно ингибируют пищеварительные ферменты трипсин и химотрипсин, снижают усвояемость белков. Идентифицировано не менее пяти ингибиторов трипсина. Наиболее известные из них термолабильный ингибитор Кунитца (1,4%) и ингибитор Баумана-Бирк (0,6%), который устойчив к действию тепла, щелочи и кислоты. Правильная термическая обработка сои и продуктов ее переработки устраняет более 90% активности ингибиторов трипсина и позволяет эффективно использовать тостированные, экструдированные и другие термообработанные соевые продукты в кормах [5, 6]. Лектины (гемагглютинины) — второй по распространенности термолабильный антипитательный фактор в соевых бобах. Это гликопротеины, способные агглютинировать эритроциты и связывать сахара. Содержание лектинов в бобах колеблется от 1 до 3%. Лектины не расщепляются в кишечнике; прикрепляясь к клеткам слизистой оболочки, они повреждают стенку кишечника и снижают всасывание питательных веществ. На рационе с высоким содержанием лектинов у животных наблюдается повышенная потеря азота с фекалиями и мочой, что приводит к отрицательному его балансу и замедлению роста [7–9]. Лектины эффективно инактивируются при термической обработке.

Из термостойких АПФ сои наибольшее влияние при кормлении животных оказывают белки с антигенной активностью и олигосахариды. Основными антигенными белками в сое являются глицинин и β -конглицинин. Не разрушаясь при обычном тостировании, они остаются в соевых жмыхе и шроте. Во многих исследованиях сообщалось, что у телят или поросят, которые потребляли корма с соевым шротом с высоким содержанием антигенов, наблюдались кишечные расстройства. Белки-антигены вызывают сильные аллергические реакции, особенно у детенышей млекопитающих с недостаточно развитым пищеварительным трактом. У животных, главным образом у молодняка, в результате потребления белков-антигенов образуются определенные антитела, которые подавляют полезную микрофлору желудочно-кишечного тракта, нарушая пищеварение [10].

Неперевариваемые олигосахариды, содержащиеся в соевом шроте, — стахиоза, раффиноза и небольшое количество вербаскозы. Птица и свиньи не способны переваривать олигосахариды по причине отсутствия у них эндогенной α -галактозидазы, которая необходи-

ма для расщепления молекулы на глюкозу и галактозу. Различные авторы [11, 12] полагают, что в кормах для нежвачных животных олигосахариды действуют как антипитательные факторы, поскольку вследствие ферментации в толстом кишечнике они вызывают вздутие живота и рост микрофлоры.

Кроме того, в соевом шроте в небольших количествах присутствуют и такие термостабильные АПФ, как сапонины, фитаты, фитоэстрогены и другие второстепенные компоненты [2, 3].

При существующих уровнях ввода соевых жмыхов и шротов в полнорационные комбикорма или в рационы сельскохозяйственных животных остаточные концентрации АПФ не представляют особой угрозы на стадиях роста и откорма, но у молодняка (цыплят или поросят) и некоторых чувствительных объектов аквакультуры они могут вызывать проблемы [13–16]. В таких случаях целесообразно использовать соевые белковые продукты глубокой переработки с пониженным содержанием АПФ, такие как соевые белковые концентраты (СБК), соевые белковые изоляты и ферментированный соевый шрот или концентрат.

Сегодня наибольшее распространение в кормах получили соевые белковые концентраты, производимые из соевого шрота по технологии водно-спиртовой экстракции [17–19] (см. статью на с. 28 — *Ред.*). Благодаря специальной технологической обработке соевые концентраты имеют более высокий уровень сырого протеина по сравнению с соевым шротом, практически не содержат олигосахаридов и белков с антигенной активностью, а также могут служить полноценной заменой рыбной муки и других дорогих белковых компонентов животного происхождения в рационах. К преимуществам использования соевых концентратов в кормах относится также следующее:

- содержание сырого протеина, переваримость протеина и энергии сопоставимы с показателями рыбной муки;
- более низкое содержание золы по сравнению с рыбной мукой, отсутствие биогенных аминов, диоксина, полихлорбифенила;
- по сравнению с соевым шротом улучшается доступность аминокислот;
- стабилен при хранении;
- улучшенные санитарно-гигиенические показатели;
- улучшенные органолептические характеристики.

Исследование качества СБК

Организация первого отечественного производства соевых белковых концентратов на заводах ГК «Содружество» в Калининградской области — важный шаг по увеличению ассортимента, улучшению качества кормовых белков из возобновляемых растительных источников, снижению зависимости от импортной рыбной муки и других аналогов в производстве комбикормов. Оперативный контроль фактического содержания ингибиторов трипсина, белков-антигенов, олигосахаридов и других АПФ явля-

Таблица 1. Химический состав и содержание АПФ в соевом шроте и в СБК

Показатель	Соевый шрот (белый лепесток)	СБК-200 марка 70-К, образец №1, 2018 г.	СБК-200 марка 70-К, образец №2, 2019 г.	СБК-200 марка 70-К, образец №3, 2020 г.	СБК-500, образец №4, 2021 г.
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	11,40	7,80	6,50	8,00	9,00
Массовая доля сырого протеина на а.с.в., %	54,83	70,72	70,40	71,30	68,46
Массовая доля сырого протеина при фактической влажности, %	48,58	65,20	65,80	65,60	62,30
Массовая доля сырого жира на а.с.в., %	1,90	0,71	1,20	1,42	0,65
Массовая доля сырой золы на а.с.в., %	6,74	5,82	6,30	6,30	6,70
Массовая доля сырой клетчатки на а.с.в., %	3,80	5,10	5,30	4,52	4,35
Массовая доля растворимых протеинов, % (в 0,2% NaOH)	76,00	57,60	64,10	Не определяли	Не определяли
Массовая доля растворимых протеинов, % (в 0,2% KOH)	84,83	50,03	53,60	62,60	59,50
ТИА (трипсингибирующая активность), мг/г	2,80	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Глицинин, мг/г	38,78*	<1,40	<1,40	<1,40	<1,40
β-конглицинин, мг/г	116,42*	<2,80	<2,80	<2,80	<2,80
Сумма моно-, ди- и олигосахаров, %	15,55	1,74	1,25	2,23	3,75
Глюкоза, %	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Фруктоза, %	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Сахароза, %	7,15	0,43	0,38	0,29	1,13
Раффиноза, %	1,90	<0,10	0,20	0,20	0,50
Стахиоза, %	6,10	<0,10	0,70	1,30	1,70

* По литературным данным [16].

Примечание: остаточное содержание олигосахаридов, ингибитора трипсина и белков-антигенов исследовано в TLR International Laboratories (Нидерланды).

ется дорогостоящим и трудоемким процессом. Поэтому при производстве кормовых соевых белков с высокой добавленной стоимостью важной задачей является получение готовых продуктов с высокими и стабильными характеристиками кормовой питательности. Были исследованы химический состав и содержание антипитательных веществ в различных промышленных партиях соевого белкового концентрата, произведенного в период с 2018 по 2021 г. на двух заводах ГК «Содружество», и проведено сравнение с соевым шротом. Образцы №№1–3 были отобраны на заводе по производству СБК с использованием в качестве сырья экспандированного белого лепестка; образец №4 — на новом заводе, в качестве сырья служил тостированный высокопротеиновый соевый шрот.

Как видно из данных таблицы 1, химический состав образцов СБК, выработанных в разные годы из разных партий соевых бобов, является стабильным. Все образцы СБК марки 70-К содержат более 70% сырого протеина в сухом веществе. Уровень сырой клетчатки в концентрате возрастает по сравнению со шротом до 4,35–5,30%. Это объясняется извлечением безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) из соевого шрота в процессе спиртовой экстракции и соответствующим концентрированием остающихся нерастворимых соединений. Содержание сырого жира снижается по сравнению со шротом из-

за экстракции некоторых веществ липидной природы. Количество растворимых протеинов в СБК снижается по сравнению с соевым шротом, что связано с дополнительной денатурацией белковых веществ при контакте со спиртом. Следует отметить, что молекулярные изменения в белках, вызываемые денатурацией спиртом, имеют другую природу по сравнению с термоденатурацией [20]. По этой причине качество СБК некорректно оценивать по критериям растворимости белка, применяемым для оценки качества соевых шротов. Помимо увеличения в СБК количества протеина, наибольшие изменения наблюдались в содержании антипитательных веществ — во всех образцах они были ниже пределов определения используемыми методами: трипсингибирующая активность — ниже 0,5 мг/г; содержание белков с антигенной активностью для глицинина — ниже 1,40 мг/г, для β-конглицинина — ниже 2,80 мг/г. Содержание олигосахаридов в СБК составляло: стахиозы — 0,1–1,7%, раффинозы — 0,1–0,5%, что было значительно ниже, чем в соевых бобах и шроте.

В таблице 2 приведены результаты анализа аминокислотного состава образцов соевого шрота и СБК. Они показывают, что в СБК с повышением уровня сырого протеина увеличивается содержание всех аминокислот по сравнению с соевым шротом.

Таблица 2. Аминокислотный состав образцов соевого шрота и СБК, %

Показатель	Соевый шрот стандартный протеиновый	Соевый шрот высокопротеиновый	СБК, образец 2018 г.	СБК, образец 2019 г.	СБК, образец 2020 г.
Сырой протеин	45,90	48,70	65,20	65,80	65,60
Лизин	2,68	2,83	4,13	3,96	3,95
Метионин	0,64	0,65	0,84	0,92	0,94
Треонин	1,61	1,65	2,43	2,49	2,42
Триптофан	0,67	0,64	0,95	0,78	0,66
Аланин	2,04	2,12	2,81	2,81	2,88
Аргинин	3,43	3,57	4,78	4,76	4,72
Аспарагиновая кислота	5,17	5,29	8,70	7,19	6,52
Глутаминовая кислота	8,66	8,77	12,40	12,00	12,30
Глицин	2,05	2,04	2,65	2,79	2,75
Гистидин	1,20	1,24	1,63	1,63	1,66
Изолейцин	1,92	2,01	2,75	2,56	2,90
Лейцин	3,52	3,51	5,03	5,10	5,11
Фенилаланин	2,69	2,75	3,44	3,38	3,36
Серин	2,39	2,36	3,43	3,41	3,31
Валин	2,15	2,25	3,25	2,97	3,14
Пролин	2,45	2,44	3,40	3,49	3,37
Тирозин	1,69	1,72	2,41	2,22	2,31
Цистеин	0,34	0,36	0,72	0,77	0,61

Примечание: аминокислотный состав белков исследован в TLR International Laboratories (Нидерланды).

Во ВНИИЖиров были выполнены исследования физико-химических и санитарно-гигиенических характеристик соевых белковых концентратов при хранении, которые были произведены на оборудовании ПСБК-200. Установлено, что в процессе длительного хранения — в течение 7 месяцев — во всех образцах сохранялся стабильный уровень содержания сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки и сырой золы, несмотря на колебания влажности продукта. Таким образом, срок годности соевого концентрата кормового, произведенного на ПСБК-200 ГК «Содружество» по ТУ 9146-008-15323453-2013, при хранении насыпью может составлять 6 месяцев. Колебания физико-химических показателей находились в допустимых пределах.

Результаты исследований показали, что соевые белковые концентраты, производимые по технологии водно-спиртовой экстракции на заводах ГК «Содружество», характеризуются стабильным химическим составом и низким уровнем АПФ. Они могут использоваться в качестве белкового компонента в рецептах комбикормов для разных возрастных групп моногастрических животных, птицы и объектов аквакультуры.

Литература

1. Доморощенко, М. Л. Соя как важнейший источник кормового белка / М. Л. Доморощенко // Актуальные агро-системы. — 2016. — № 38. — С. 21–26.
2. Liener, I. E. Implications of antinutritional components in soybean foods / I. E. Liener // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. — 1994. — V. 34. — P. 31–67. — DOI: 10.1080/10408399409527649.
3. Liener, I. E. Non-nutritive factors and bioactive compounds in soy / I. E. Liener // Soy in Animal Nutrition / ed. J. K. Drackley. — Savoy : Federation of Animal Science Societies, 2000. — P. 13–55.
4. Ван Эйс, Я. Ферментированный соевый шрот: характеристики и преимущества для использования в прелартовых и стартовых рационах / Я. Ван Эйс // Комбикорма. — 2021. — № 4. — С. 31–37.
5. McNaughton, J. M. Effect of moisture content and cooking time on soybean meal urease index, trypsin inhibitor content, and broiler performance / J. M. McNaughton, F. N. Reece, J. W. Deaton // Poultry Sci. — 1980. — V. 59. — P. 2300–2306.
6. Csapó, J. Methods and procedures for reducing soy trypsin inhibitor activity by means of heat treatment combined with chemical methods / J. Csapó, Cs. Albert // Acta Univ. Sapientiae, Alimentaria. — 2018. — V. 11. — P. 58–80. — DOI: 10.2478/ausal-2018-0004.
7. Puszta, A. Biological effects of plant lectins on the gastrointestinal tract: Metabolic consequences and applications / A. Puszta, S. Bardocz // Trends Glycosci Glycotechnol. — 1996. — V. 8. — P. 149–165.
8. Response of turkey poults to soybean lectin levels typically encountered in commercial diets. 1. Effect on growth and nutrient digestibility // Y.O. Fasina [et al.] // Poultry Sci. — 2004. — V. 83. — P. 1559–1571.
9. The influences of soybean agglutinin and functional oligosac-

- charides on the intestinal tract of monogastric animals / L. Pan [et al.] // *Int. J. Mol. Sci.* — 2018. — V. 19. — DOI: 10.3390/ijms19020554.
10. Heppell, L. M. J. A comparison of the antigenicity of soybean-based infant formulas / L. M. J. Heppell, J. W. Sissons, H. E. Pedersen // *Br. J. Nutr.* — 1987. — V. 58. — P. 393–403.
 11. The influence of soy oligosaccharides on apparent and true ileal amino acid digestibilities and fecal consistency in growing pigs / M. R. Smiricky [et al.] // *Journal of Animal Science.* — 2002. — V. 80. — P. 2433. — DOI: 10.2527/2002.8092433x.
 12. Soy oligosaccharides and soluble non-starch polysaccharides: A review of digestion, nutritive and antinutritive effects in pigs and poultry / M. Choct [et al.] // *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* — 2010. — Vol. 23. — № 10. — P. 1386–1398.
 13. Differing nutritional responses to dietary defatted soybean meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*) / S. Refstie [et al.] // *Aquaculture.* — 2000. — V. 190. — P. 49–63.
 14. Comparative efficacy of different soy protein sources on growth performance, nutrient digestibility and intestinal morphology in weaned pigs / Y. X. Yang [et al.] // *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences.* — 2007. — V. 20. — № 5. — P. 775–783. — DOI: 10.5713/ajas.2007.775.
 15. The effect of diets containing soybean meal, soybean protein concentrate, and soybean protein isolate of different oligosaccharide content on growth performance and gut function of young turkeys / J. Jankowski [et al.] // *Poultry Sci.* — 2009. — Vol. 88. — P. 2132–2140. — DOI: 10.3382/ps.2009-00066.
 16. The metabolizable energy value, standardized ileal digestibility of amino acids in soybean meal, soy protein concentrate and fermented soybean meal, and the application of these products in early-weaned piglets / H.Y. Zhang [et al.] // *Asian Australas. J. Anim. Sci.* — 2013. — Vol. 26. — № 5. — P. 691–699. — DOI: 10.5713/ajas.2012.12429.
 17. Peisker, M. Manufacturing of soy protein concentrate for animal nutrition / M. Peisker // *Feed manufacturing in the Mediterranean region. Improving safety: From feed to food* / ed. J. Brufau. — Zaragoza : CIHEAM, 2001. — P. 103–107.
 18. Chajuss, D. Soy protein concentrate: technology, properties, and applications / D. Chajuss // *Soybeans as functional foods and ingredients* / ed. K. Liu. — Champaign, Illinois, USA : AOCS Press, 2004. — P. 132–144.
 19. Доморощенкова, М. Л. Соевые белковые концентраты: технологии, качество, рынок / М. Л. Доморощенкова // *Птицепром.* — 2016. — № 3. — С. 54–56.
 20. Fukushima, D. Denaturation of soybean proteins by organic solvents / D. Fukushima // *Materials of 53rd Annual Meeting.* — Washington, 1968. — P. 156–163. ■



ИНФОРМАЦИЯ

С 1 января 2022 г. вступил в силу ФЗ №179, который вводит новые правила регистрации кормовых добавок. Одно из основных новшеств — государственный реестр кормовых добавок теперь будет вести Россельхознадзор, эти полномочия ведомству передал Минсельхоз. «В реестре любой производитель может посмотреть, зарегистрирована ли кормовая добавка, на каком этапе находится регистрация, легально ли она ввозится, действительно ли прошла регистрацию, оценена ли ее эффективность и безопасность», — пояснила «Ветеринарии и жизни» Василина Грицюк, заместитель директора ФГБУ «ВГНКИ». Эксперт уточнила, что реестр доступен на сайте Россельхознадзора.

Еще одно важное новшество — сокращен срок регистрации кормовых добавок. И если раньше образцы предоставлялись на исследование при регистрации, то теперь у заявителе-

ля, желающего зарегистрировать добавку, должен быть пакет документов с готовым протоколом исследования в аккредитованной лаборатории, обратила внимание Василина Грицюк.

Эксперт отметила еще одно принципиальное изменение: Россельхознадзор сможет отменять или приостанавливать регистрацию кормовой добавки. Приостановлена она может быть в следующих случаях: выявлено негативное влияние кормовой добавки, не указанное в инструкции по применению; выявлено содержание ГМО в зарегистрированной кормовой добавке, не указанное при регистрации; выявлено несоответствие зарегистрированной кормовой добавки обязательным требованиям, указанным в документации. При этом запрещается ее перемещение, оборот и производство в России. «Государственная регистрация кормовой добавки может быть приостановлена на срок, не превышающий 18 месяцев,

в течение которого федеральный орган исполнительной власти в области ветеринарного надзора должен принять решение о возобновлении государственной регистрации кормовой добавки либо направить в суд заявление об отмене государственной регистрации кормовой добавки», — пояснила Василина Грицюк.

Другим законом (№197-ФЗ), который также вступил в силу с 1 января, вводится госпошлина за регистрацию кормовой добавки в размере 85 тыс. руб. Если в досье на зарегистрированную добавку потребуются внести изменения с проведением экспертизы, пошлина составит 34 700 руб. Если изменения, вносимые в регистрационное досье на добавку, не требуют проведения экспертизы, то пошлина составит 7700 руб.

По материалам vetandlife.ru/sobytiya/kakie-zakony-i-veterinarnye-pravila-nachnut-dejstvovat-v-nastupivshem-godu/