

## КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ СОЇ ТА СОНЯШНИКА

*Г. П. Ривак, канд. с.-г. наук,  
Г. Й. Бойко, старший науковий співробітник,  
Р. О. Ривак, канд. с.-г. наук*

Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів  
та кормових добавок,  
вул. Донецька, 11, м. Львів, 79019, Україна,  
[hryvak@gmail.com](mailto:hryvak@gmail.com)

*У літературному огляді статті подано характеристику білкової цінності рослинних кормових матеріалів, зокрема, продуктів переробки сої та соняшника, залежно від технології отримання. Їх амінокислотний склад ідеально відповідає потребам молодяку тварин і птиці завдяки високому вмісту незамінних амінокислот.*

*В розділі «Матеріали і методи» подано методи визначення: сирого протеїну методом К'ельдаля, розчинного протеїну в 0,2 % калію гідроксиду, білка по Барнштейну, фальсифікації білкових продуктів неорганічним азотом, а також характеристику методів визначення вмісту замінних і незамінних амінокислот, в т.ч. сірковмісних, за допомогою системи капілярного електрофорезу «Капель-105М».*

*В результаті проведених досліджень встановлено, що з усієї кількості проаналізованих зразків соєвої макухи за вмістом протеїну, 30,8 % продуктів не відповідали задекларованим значенням виробників і знаходилися в межах 37,4 – 40,8 %, за показником коефіцієнта розчинності протеїну – були в межах 75 – 78 %, що відповідає нормам годівлі. Крім того, 5,0 % зразків від усієї кількості проаналізованих, виявилися фальсифікованими бардою післяспиртовою, фальсифікації неорганічним азотом не було виявлено. Використання низькобілкової сировини для виробництва соняшникових шротів і макух відобразалося на вмісті у них протеїну в межах 26,3 – 33,7 %.*

*Продукт соєвий ферментований і шрот соєвий тостований характеризуються вищим сумарним вмістом незамінних амінокислот у складі білка, який складав 26,3 % і 27,2 %, відповідно, порівняно з соєю повножировою тостованою експандованою, де цей показник був на рівні 20,25 %, та переважав інші проаналізовані продукти за вмістом метіоніну, треоніну, тирозину, фенілаланіну, проліну, аланіну тощо.*

*Проаналізований зразок соняшникового шроту, виготовлений за спеціальною технологією, є рівноцінним за сумарним вмістом амінокислот у досліджуваних соєвих продуктах. Вміст у ньому метіоніну був у 1,5 та 2,1 раза вищим, порівняно з шротом соєвим тостованим і соєю повножировою, відповідно. Також, вміст треоніну, гліцину, цистину, триптофану, аспарагінової і глутамінової кислот у зразку соняшникового шроту переважав вміст цих же амінокислот у продуктах переробки сої.*

*Таким чином, всестороння комплексна оцінка рослинних білкових компонентів дає можливість контролювати не тільки кількісний вміст протеїну та амінокислот, але й забезпечує детальну оцінку годівлі.*

**Ключові слова:** ПРОТЕЇН, АМІНОКИСЛОТИ, ПОВНОЖИРОВА СОЯ, МАКУХА, ШРОТ, БІЛКОВА ЦІННІСТЬ.

## COMPREHENSIVE EVALUATION OF SOYBEAN AND SUNFLOWER PROCESSING PRODUCTS

*H. P. Ryvak, G. I. Boyko, R. O. Ryvak*

State Scientific Research Control Institute of Veterinary Preparations and Feed Additives,  
11, Donetska str., Lviv, 79019, Ukraine,  
[hryvak@gmail.com](mailto:hryvak@gmail.com)

The literature review of the article presents the characteristics of the protein value of plant feed materials, in particular, of soybean and sunflower processing products, depending on the production technology. Their amino acid composition ideally meets the needs of young animals and poultry due to the high content of essential amino acids.

The section «Materials and methods» presents methods for determining: crude protein by the Kjeldahl method, soluble protein in 0.2% potassium hydroxide, Barnstein protein, falsification of protein products with inorganic nitrogen, as well as characteristics of methods for determining the content of essential and non-essential amino acids, incl. sulfur-containing, using the system of capillary electrophoresis «Drops-105M».

As a result of the research it was found that of the total number of analyzed samples of soybean meal in terms of protein content, 30.8% of products did not meet the declared values of producers and were in the range of 37.4 - 40.8%, in terms of protein solubility were in the range of 75 - 78%, which meets the norms of feeding. In addition, 5.0% of the total number of samples analyzed, were falsified after Bard alcohol, falsification of inorganic nitrogen was not found. The use of low-protein raw materials for the production of sunflower meal and cake was reflected in their protein content and ranged from 26.3 to 33.7%.

Fermented soybean product and toasted soybean meal are characterized by a higher total content of essential amino acids in the protein, which was 26.3% and 27.2%, respectively, compared with full-fat expanded soybean expanded, where this figure was at 20.25%, and prevailed other analyzed products by methionine, threonine, tyrosine, phenylalanine, proline, alanine etc.

The analyzed sample of sunflower meal, produced by a special technology is equivalent in total amino acid content in the studied soy products. Its content of methionine was 1.5 and 2.1 times higher, compared with toasted soybean meal and full-fat soybean, respectively. Also, the content of threonine, glycine, cystine, tryptophan, aspartic and glutamic acids in the sample of sunflower meal prevailed the content of the same amino acids in soybean products.

Thus, the comprehensive assessment of plant protein components makes it possible to control not only the quantitative content of protein and amino acids, but also provides a detailed assessment of feeding.

**Keywords:** PROTEIN, AMINO ACIDS, FULL-FAT SOYBEAN, CAKE, MEAL, PROTEIN VALUE.

Серед кормових інгредієнтів з високим вмістом білка важливе місце займає соя. Зерно сої містить 30-39 % білка, майже 16-18 % жиру, тому має значні переваги енергетичної цінності, і займає важливе місце у раціонах годівлі свиней та птиці. Необхідною умовою є термообробка соєвих бобів для знешкодження антипоживних речовин, зокрема, олігосахаридів, які мають негативний вплив на організм молодяку свиней та птиці. Наприклад, завдяки процесу ферментації з використанням бактерій, в основному чистих культур *Aspergillus oryzae*, отримують ферментований соєвий шрот з мінімальним вмістом олігосахаридів (Kolishnik, 2012).

Існуючі технології переробки соєвих бобів, такі, як екструдвання, експандування, тостування та мікронізація забезпечують відповідний температурний режим і продукти,

отримані цими технологіями – повножирова соя, соєва макуха, успішно використовуються на сировинному ринку. Методом екстрагування органічними розчинниками, зокрема, гексаном, отримують соєвий шрот, ціна якого значно вища. Серед білкових кормових сировинних матеріалів важливе місце займають соняшниковий шрот та макуха, однак, через високий вміст незасвоюваної клітковини, застосування їх у раціонах молодняку свиней та птиці обмежене.

Однак, використання повножирової сої у складі раціонів свиней зумовлює зниження синтезу білка у м'язовій тканині та негативно впливає на секрецію ферментів, зокрема, протеази (Chornolara et al., 2015).

Окремою характеристикою продуктів переробки сої є їх амінокислотний склад. Білок сої містить незамінні амінокислоти, зокрема, лізину, метіоніну та триптофану в ньому більше, ніж в інших зернових. Однак, висока температура при переробці сої негативно впливає на доступність цих амінокислот, утворюючи сполуки з іншими амінокислотами та редуруючими цукрами. Така соєва макуха має низький рівень розчинності в 0,2 % розчині калію гідроксиду та характерний коричневий колір.

Рівень використання амінокислот характеризує їх доступність, а саме: розчинність і швидкість розщеплення різних фракцій білків та співвідношенні замінних і незамінних амінокислот. Дисбаланс незамінних амінокислот призводить до порушення білкових обмінів, синтезу деяких гормонів та ферментів. Встановлена пряма кореляція між біологічною цінністю протеїну та засвоюваністю амінокислот (Nagorna, 2021).

Амінокислотний склад продуктів переробки сої ідеально відповідає потребам молодняку тварин завдяки високому вмісту лізину, метіоніну, триптофану і треоніну. Соєва макуха і шрот містять комплекс життєво важливих мікроелементів (Ферум, Манган, Цинк) та відносно високий вміст макроелементів, таких як Калій, Магній і Сульфур. Також соєві продукти багаті Фосфором, однак необхідно враховувати рівень його засвоєння через наявність фітатних сполук (Makarinska et al., 2018).

Світовий досвід показує можливість часткового ефективного використання продуктів переробки соняшника – макухи та шроту, але в цьому випадку потрібно враховувати вміст клітковини та амінокислотний склад, особливо при годівлі молодняку птиці і свиней.

**Матеріали і методи.** Для досліджень було взято зразки рослинної кормової сировини. Визначення вмісту сирого протеїну проводили, згідно з ДСТУ ISO 5983:2003, методом К'ельдаля, розчинного протеїну в 0,2 % калію гідроксиду, білка по Барнштейну визначали згідно з методичними рекомендаціями (Kotsiumbas et al., 2016). Крім, того проводили дослідження рослинних білкових продуктів на предмет фальсифікації їх неорганічним азотом, згідно з ДСТУ ISO 6654:2005 і методичними рекомендаціями (Kotsiumbas et al., 2007).

Визначення вмісту амінокислот проводили методом капілярного електрофорезу із застосуванням трьох методик: 1) одночасне визначення 14 амінокислот, згідно з методичними рекомендаціями, яке базується на розкладі проб кислотним гідролізом з переходом амінокислот у вільні форми фенілізотиокарбамільних похідних (ФТК-похідних); 2) одночасне визначення амінокислот (цистин, аспарагінова кислота +аспарагін, глутамінова кислота +глутамін) із полярними незарядженими бічними групами з додатковим окисненням, згідно з методичними рекомендаціями; 3) визначення триптофану, основаному на розкладі проб лужним гідролізом з отримання ФТК-похідних або прямим визначенням, згідно з методичними рекомендаціями, у подальшому їх розділенні і кількісній ідентифікації за допомогою програмного забезпечення на основі персонального комп'ютера і спеціалізованої програми (Kotsiumbas et al., 2013).

**Результати й обговорення.** Впродовж 2020 р. в лабораторії контролю кормових добавок і преміксів за вмістом сирого протеїну було проаналізовано 684 зразки продукції, з яких 11,8 % становить рослинна білкова сировина, а саме: макухи соєві і соняшникові, шроти соєві і соняшникові, соя повножирова тостована експандована, продукти соєві ферментовані.

Окрім визначення вмісту сирого протеїну, в цих зразках проводили визначення розчинного протеїну, білка за методикою Барнштейна, неорганічного азоту і амінокислотного складу.

Проаналізовані зразки за видами продукції впродовж року у відсотковому співвідношенні подано на рисунку 1, а кількість досліджених показників – на рисунку 2.

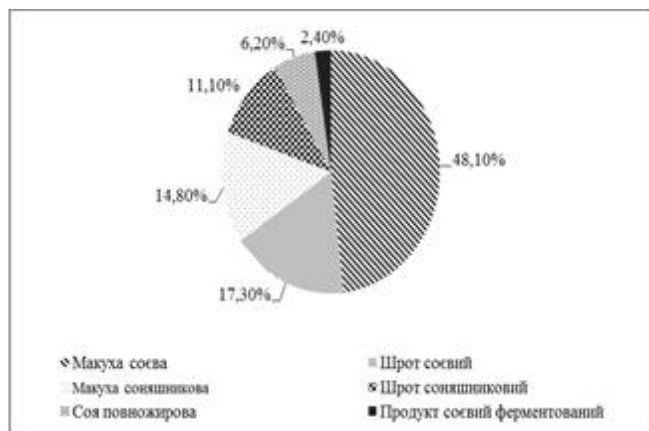


Рис. 1. Кількість досліджених зразків рослинної білкової сировини

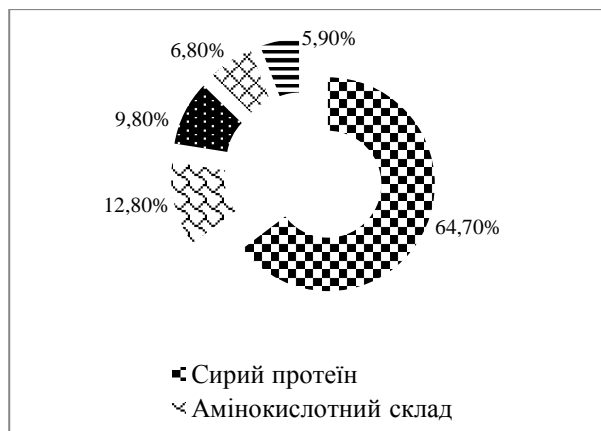


Рис. 2. Показники, за якими проводили дослідження

Із 39 зразків проаналізованої соєвої макухи, 12 продуктів за вмістом протеїну не відповідали задекларованим значенням виробників і знаходилися в межах 37,4 – 40,8 %. Досліджувані зразки соєвих продуктів за показником коефіцієнта розчинності протеїну були в межах 75 – 78 %, що відповідає нормам годівлі. Два зразки макухи соєвої виявилися фальсифікованими бардою післяспиртовою. Проаналізовані зразки за методикою Барнштейна не показали наявності неорганічного азоту.

Вміст протеїну в зразках соняшникових шротів і макух знаходився в межах 26,3 – 33,7 %, що характеризує використання низькопротеїнової сировини для їх виробництва.

Результати досліджень амінокислотного складу кормової сировини рослинного походження наведено в таблиці.

Як відомо, якість протеїну залежить від збалансованості амінокислот, тому деякі досліджувані зразки були проаналізовані за амінокислотним складом.

Дані таблиці свідчать, що продукт соєвий ферментований і шрот соєвий тостований характеризуються вищим сумарним вмістом незамінних амінокислот у складі білка, який складав 26,3 % і 27,2 %, відповідно, порівняно з соєю повножировою тостованою експандованою, де цей показник був на рівні 20,25 %. Такі соєві продукти необхідні для росту і розвитку молодняку тварин та птиці, оскільки містять високий рівень таких незамінних амінокислот, як лізин, метіонін і треонін.

Вміст лізину в продукті соєвому ферментованому був на 33,0 % вищим, порівняно з його вмістом в зразку сої повножирової і на 19,0 % нижчим, порівняно з вмістом цієї амінокислоти в шроті соєвому тостованому. За вмістом метіоніну продукт соєвий ферментований переважав обидва досліджувані соєві продукти, а саме: в 2 рази – соєю повножировою тостованою експандованою і 1,5 рази шрот соєвий тостований. Вміст треоніну в продукті був на 31,3 % вищим за його вміст у шроті соєвому тостованому і в 1,7 рази вищим, порівняно з соєю повножировою тостованою. Така ж картина спостерігається і за вмістом триптофану. Крім того, продукт соєвий ферментований переважав інші проаналізовані продукти за вмістом тирозину, фенілаланіну, проліну, аланіну тощо.

## Амінокислотний склад кормової сировини рослинного походження, % (n=3)

Амінокислоти	Шрот соєвий тостований гранульований	Соє повножирова тостована експандована	Продукт соєвий ферментований	Шрот соняшниковий високобілковий	Макуха соняшникова
Аргінін (Arg)	3,98 ± 0,216	3,40 ± 0,352	3,88 ± 0,514	3,97 ± 0,530	2,25 ± 0,391
Лізин (Lys)	4,51 ± 0,135	2,85 ± 0,192	3,79 ± 0,105*	2,64 ± 0,272	1,36 ± 0,116
Тирозин (Tyr)	1,77 ± 0,072	1,34 ± 0,208	2,02 ± 0,102	1,52 ± 0,108	0,93 ± 0,027
Фенілаланін (Phe)	2,94 ± 0,230	2,17 ± 0,217	3,20 ± 0,263	3,21 ± 0,126	1,58 ± 0,132
Гістидин (His)	1,37 ± 0,058	1,22 ± 0,071	0,83 ± 0,066	1,78 ± 0,054	0,75 ± 0,045
Лейцин (Leu)	5,12 ± 0,401	3,73 ± 0,416	5,39 ± 0,502	4,68 ± 0,507	2,49 ± 0,230
Ізолейцин (Ile)	2,38 ± 0,133	1,95 ± 0,870	2,57 ± 0,305	1,75 ± 0,084	0,96 ± 0,028
Метіонін (Met)	0,88 ± 0,029	0,63 ± 0,051	1,32 ± 0,076**	1,36 ± 0,063**	0,57 ± 0,031
Валін (Val)	2,34 ± 0,106	2,23 ± 0,128	2,65 ± 0,601	3,32 ± 0,332	1,91 ± 0,172
Пролін (Pro)	2,20 ± 0,097	2,39 ± 0,303	3,25 ± 0,242	3,09 ± 0,440	2,06 ± 0,118
Треонін (Thr)	2,14 ± 0,235	1,62 ± 0,177	2,81 ± 0,730*	3,69 ± 0,216*	1,45 ± 0,127
Аланін (Ala)	3,23 ± 0,194	2,06 ± 0,205	4,08 ± 0,459	4,22 ± 0,345	1,39 ± 0,096
Серин (Ser)	4,15 ± 0,342	2,42 ± 0,093	3,15 ± 0,123	3,57 ± 0,273	1,48 ± 0,159
Гліцин (Gly)	2,73 ± 0,086	1,78 ± 0,137	2,94 ± 0,256	5,10 ± 0,608*	1,87 ± 0,051
Аспарагінова кислота +аспарагін (Asp+Asn)	4,45 ± 0,315	4,15 ± 0,418	5,60 ± 0,368	6,43 ± 0,712	2,95 ± 0,612
Глутамінова кислота +глутамін (Glu+Gln)	6,76 ± 0,511	8,50 ± 0,871	6,87 ± 0,436	10,85 ± 1,534	5,36 ± 0,423
Цистин (Cys)	0,91 ± 0,060	0,51 ± 0,050	0,88 ± 0,035	1,38 ± 0,061	0,47 ± 0,038
Триптофан (Trp)	0,60 ± 0,037	0,45 ± 0,028	0,78 ± 0,038	1,09 ± 0,043*	0,53 ± 0,026
Сумарний вміст амінокислот	52,46 ± 1,853	43,4 ± 1,422	56,01 ± 1,708	63,65 ± 2,009	30,36 ± 1,157

Примітка: \*p<0,05; \*\*p<0,01

Також у процесі досліджень було проаналізовано зразок соняшникового шроту, виготовленого із високобілкової сировини за технологією, яка передбачає зменшення рівня клітковини з одночасним підвищенням вмісту білка, відповідно, біологічної цінності отриманого шроту. Цей шрот є рівноцінним за сумарним вмістом амінокислот у досліджуваних соєвих продуктах. Вміст у ньому лізину був нижчим, порівняно із продуктами переробки сої, однак вміст метіоніну був у 1,5 та 2,1 раза вищим, порівняно з шротом соєвим і соєю повножировою, відповідно. Також, вміст треоніну, гліцину, цистину, триптофану, аспарагінової і глутамінової кислот в зразку соняшникового шроту переважав вміст цих же амінокислот у продуктах переробки сої. Отже, застосування такої технології переробки соняшника позитивно відображається на білковій цінності отриманого продукту, а завдяки зменшенню рівня клітковини він може застосовуватися в годівлі сільськогосподарських тварин і птиці на рівні із соєвими продуктами.

Проаналізований зразок макухи соняшникової характеризується низьким вмістом протеїну та незамінних амінокислот, які в сумі склали 13,85 %, та поступається за білковою цінністю іншим дослідженим продуктам.

## ВИСНОВКИ

1. Таким чином, всестороння комплексна оцінка рослинних білкових компонентів дає можливість контролювати не тільки кількісний вміст протеїну та амінокислот, але й забезпечує детальну оцінку годівлі.

2. Оцінка продуктів переробки сої та соняшника є невід'ємною частиною деталізації норм годівлі сільськогосподарських тварин і птиці. Використання шротів та макух, отриманих

різними технологіями, необхідно проводити із врахуванням показників розчинності білка, вмісту амінокислот, лімітованого рівня клітковини. В результаті чого, введення в раціон оптимальної кількості амінокислот з врахуванням потреб тварин та птиці, забезпечує ефективний синтез білка та зменшення виведення азоту з організму неперетравним.

**Перспективи досліджень.** Подальші дослідження будуть спрямовані на порівняльну оцінку білкової цінності відходів спиртової та бродильної переробки.

## References

Chornolapa, L.P., Kilimnyk, O.I., Germanjyk, O.A. (2015). Porivnannay pogivnoi cinnosti productiv pererobki soi ta vikoristannay ix u godivli sviney. Visnik agrarnoi nauki, 2015. 34-35. [in Ukrainian].

DSTU ISO 5983:2003 Animal feeding stuffs. Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content. Kjeldahl method. National standard of Ukraine. Guidelines – Technical committee N 64 Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 2005. 8. [in Ukrainian].

Kolisnik, S.I. (2012). Virobnictvo ta vikoristannay soi u tvarinnictvi ta ptahivnictvi. Kormy i kormovirobnictvo, 71 – 112. [in Ukrainian].

Kotsiumbas I.Ya., Levytskyi T.R., Ryvak H.P., Velychko V.O., Kurylas L.V. (2013). Feed and feed raw materials. Determination of cystine, aspartic and glutamic acid by capillary electrophoresis using the system of capillary electrophoresis «Kapel-105/105M» // Guidelines – Technical committee N 132 Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 2013. – 36. [in Ukrainian].

Kotsiumbas, I.Ya., Levytskyi, T.R., Ryvak, H.P., Kuchnir, G.V., Ryvak, R.O. (2013). Feed and feed raw materials. Determination of amino acid content by capillary electrophoresis using the system of capillary electrophoresis «Kapel-105/105M». Guidelines – Technical committee N 132 Derzhspozhyvstandart of Ukraine. 44. [in Ukrainian].

Kotsiumbas, I.Ya., Levytskyi, T.R., Ryvak, H.P., Kuchnir, G.V., Ryvak, R.O. (2013). Feed and feed raw materials. Determination of tryptophan content by capillary electrophoresis using the system of capillary electrophoresis «Kapel-105/105M». Guidelines – Technical committee N 132 Derzhspozhyvstandart of Ukraine. 36. [in Ukrainian].

Kotsiumbas, I.Ya., Levytskyi, T.R., Ryvak, H.P., Boyko, G.I. (2016). Feed, feed materials. Methods for determining the content of crude, soluble, coagulated, true protein and solubility index in feed, products of plant and animal origin. Guidelines – Technical committee N 132 Derzhspozhyvstandart of Ukraine. 17. [in Ukrainian].

Makarinska, A.V., Chernega, I.S., Oganesyanyan, A.A. (2018). Advantages of using protein vegetable concentrates in the manufacture of compound feed products. J. Grain products and compound feeds. 18, I.3. 34-39.

Nagorna, L.V. (2021). Influence of Liprot Bio® feed additive on productive qualities of pigs. J. Feed and feeding. 1. 58-61.