

ИССЛЕДОВАНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ПРОТЕИНА СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА

Ю. Ю. Поморова, Ю. М. Серова, Д. В. Бескорвайный,
В. В. Пятовский, Ю. С. Болховитина

ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт
масличных культур»

г. Краснодар, Российская Федерация (Российская Федерация, 350038,
г. Краснодар, ул. Филатова, 17; e-mail: protein@vniimk.ru)

Ключевые слова: биологическая ценность, животноводство и кормовая промышленность, незаменимые аминокислоты, белок подсолнечника, высокоэффективная жидкостная хроматография.

Аннотация. Потребность в полноценном кормовом белке стоит остро во многих странах мира, т. к. продуктивность животных напрямую зависит от сбалансированности рациона. Определение содержания аминокислот в источниках кормового протеина позволяет более точно прогнозировать состав и полноценность кормов, детализировать нормы кормления. В данной работе рассмотрены вопросы применения жидкостной хроматографии для исследования белкового комплекса семян подсолнечника. Определены незаменимые аминокислоты (кроме триптофана) в белке сортов Умник, Круиз, Скормас. Аминокислотный скор более 100 % отмечен у суммы фенилаланина и тирозина, и треонина. Установлено, что аминокислотами, лимитирующими биологическую ценность, в сравнении с эталонным белком, являются лизин, лейцин и валин. Семена подсолнечника характеризуются низкой биологической ценностью, относительно высокими показателями утилитарности, поэтому могут быть рекомендованы для кормопроизводства с последующим обогащением лизином или в комплексе с другими кормовыми компонентами.

THE STUDY OF AMINO ACID COMPOSITION AND BIOLOGICAL VALUE OF SUNFLOWER SEEDS PROTEIN

Yu. Yu. Pomorova, Yu. M. Serova, D. V. Bezkorvayny,
V. V. Pyatovsky, Yu. S. Bolkhovitina

V. S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops (VNIIMK)
Krasnodar, Russia (Russia, 350038, Krasnodar, 17 Filatova str., e-mail:
protein@vniimk.ru)

Key words: biological value, livestock feed industry, essential amino acids, sunflower protein, high-performance liquid chromatography.

Summary. The need for complete feed protein is acute in many countries of the world, as the productivity of animals depends directly on the balancing of diets.

Determining the content of amino acids in feed protein sources allows you to more accurately predict the composition and fullness of feed, to detail the feeding standards. This paper discusses the application of liquid chromatography to study the protein complex of sunflower seeds. Identified essential amino acids (except for tryptophan) in the protein varieties of Umnic, Cruise, Scormus. An amino acid score of more than 100 % was observed in the sum of phenylalanine and tyrosine and threonine. It was found that the amino acids that limit the biological value, in comparison with the reference protein are lysine, leucine and valine. Sunflower seeds are characterized by low biological value, relatively high utility indicators, so they can be recommended for feed production with subsequent enrichment with lysine or in combination with other feed components.

(Поступила в редакцию 01.06.2020 г.)

Введение. Потребность населения в продуктах питания обуславливает развитие отрасли животноводства. В свою очередь, перед агропромышленным комплексом стоит задача реализации генетического потенциала животных в сочетании с оптимизацией условий содержания. Одним из решающих факторов в этой системе является повышение эффективности кормления животных.

Вследствие неполноценности белка по аминокислотному составу происходит существенный перерасход кормов, и генетические возможности животных реализуются не в полной мере. В результате низкой трансформации белка в животноводческую продукцию сектор недополучает почти 30-35 % продукции, возрастает ее себестоимость [1]. Так, по данным ФАО, затраты кормового белка на 1 кг белка свинины составляют 8 кг, говядины – 21,8 кг, птицы – 5,5 кг, или соответственно 12,5; 4,6 и 18,0 % [2].

На Юге России проблема кормового белка решается, прежде всего, за счет использования распространенных масличных культур. Наиболее ценные продукты переработки их семян – жмых и шрот – служат для производства кормов и комбикормов [3]. Подсолнечник является основной масличной культурой нашей страны, поэтому его использованию в кормопроизводстве отводится одно из ведущих мест. К преимуществам подсолнечного шрота и жмыха относится высокое содержание (от 30 до 43 %) сырого протеина и перевариваемость протеина (78-80 %) по сравнению с другими белковыми кормами растительного происхождения. Лимитирующим фактором использования подсолнечных кормов является повышенное содержание клетчатки (15 %) и дефицитность по лизину [4].

При разработке рецептур кормов внимание уделяется степени его сбалансированности по незаменимым аминокислотам относительно потребности животных, в особенности лимитирующим [5-7]. Для оценки белкового комплекса используют критерии, такие как коэффициент

различия аминокислотных скоров (КРАС), коэффициент утилитарности (K_i), коэффициент рациональности (R_c), биологическая ценность (БЦ) [8]. В расчетных показателях принято соотносить незаменимые аминокислоты исследуемого белка с «эталонным» белком ФАО [3].

Одним из наиболее точных и эффективных методов идентификации аминокислотного состава является анализ высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) белковых изолятов.

Цель работы – оценить степень соответствия аминокислотного состава семян подсолнечника «эталонному» белку и выявить возможность составления полноценных кормов, сбалансированных по незаменимым аминокислотам.

Материал и методика исследований. В работе исследовались сорта подсолнечника селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК: Умник, Круиз и Скормас (урожай 2016-2018 гг.). Определение аминокислотного состава семян проводили в лаборатории белка отдела биологических исследований согласно руководству по кислотному гидролизу проб (Sevko&Co, Россия).

Анализ выполняли на аминокислотном анализаторе Sevco (система ВЭЖХ с автоматическим реакционным модулем для постколоночной дериватизации проб нингидрином и колонкой с ионообменной смолой). Использовали готовые буферные растворы для разведения образца и элюирования. Расчет концентрации выполняли по стандартному образцу аминокислот (Sykam, Германия).

Общее содержание сырого протеина определяли методом Кьельдаля [9].

Для оценки биологической ценности белков подсолнечника рассчитывали показатели их аминокислотной сбалансированности [8]. Аминокислотный скор каждой НАК (незаменимая аминокислота) (АКС, %) рассчитывали по формуле:

$$АКС = \frac{AK_i}{AK_{i,ст}} \times 100, \quad (1)$$

где AK_i – содержание каждой i -й незаменимой аминокислоты в 100 г исследуемого белка, г; $AK_{i,ст}$ – содержание той же аминокислоты в 100 г белка «эталона», г.

Коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС, %) получали по формуле:

$$КРАС = \frac{\sum \Delta PАС}{n}, \quad (2)$$

где $\Delta PАС$ = $AC_i - AC_{min}$ – различия аминокислотного сора i -й незаменимой аминокислоты, %; AC_{min} – минимальный из скоров НАК в исследуемом белке, %; n – количество НАК в исследуемом белке.

Показатель биологической ценности (БЦ, %) белка подсолнечника рассчитывали по формуле:

$$\text{БЦ} = 100 - \text{КРАС}. \quad (3)$$

Коэффициент утилитарности () *i*-й незаменимой аминокислоты рассчитывали по формуле:

$$K_i = \frac{AC_{\min}}{AC_i}. \quad (4)$$

Коэффициенты утилитарности () *i*-й незаменимой аминокислоты использовали для расчета коэффициента утилитарности аминокислотного состава (, доли единиц):

$$R_c = \frac{\sum_{i=1}^n (AK_i \times K_i)}{\sum_{i=1}^n AK_i}. \quad (5)$$

Результаты исследований и их обсуждение. В результате проведенного исследования установлено содержание протеина в семенах (лузга + ядро): сорт Умник – 19,53 г/100 г; сорт Круиз – 21,80 г/100г; сорт Скормас – 19,91 г/100 г.

Обнаружено, что для белка подсолнечника исследуемых сортов первой лимитирующей аминокислотой является лизин, АКС составляет менее 55 %. Также протеин подсолнечника неполноценен по содержанию лейцина и валина (таблицы 1-3).

Таблица 1 – Содержание незаменимых аминокислот (), аминокислотный скор (АКС) и коэффициент утилитарности лимитирующих аминокислот () в белке сорта Умник

Название НАК	$C_{\text{НАК}}$ в белке «этало-лона» ФАО/ВОЗ, г/100 г	$C_{\text{НАК}}$ в белке, г/100 г	АКС, %	K_i , %
Валин	4,00	3,60	90,00	0,56
Лейцин	6,10	5,04	82,62	0,61
Изолейцин	3,00	3,15	105,00	0,48
Лизин	4,80	2,42	50,41	1,00
Треонин	2,50	3,06	122,40	0,41
Метионин + Цистеин	2,30	2,26	98,26	0,52
Фенилаланин + Тирозин	4,10	5,21	127,07	0,40
Сумма НАК	26,80	24,74	-	-

Аминокислотные скоры суммы фенилаланина и тирозина, а также треонина превышают 100 % (таблица 1-3).

Таблица 2 – Содержание незаменимых аминокислот (), аминокислотный скор (АКС) и коэффициент утилитарности лимитирующих аминокислот () в белке сорта Круиз

Название НАК	$S_{\text{НАК}}$ в белке «эталона» ФАО / ВОЗ, г/100 г	$S_{\text{НАК}}$ в белке, г/100 г	АКС, %	Ki, %
Валин	4,00	3,51	87,75	0,53
Лейцин	6,10	4,53	74,26	0,63
Изолейцин	3,00	2,68	89,33	0,53
Лизин	4,80	2,26	47,08	1,00
Треонин	2,50	2,79	111,60	0,42
Метионин + Цистеин	2,30	2,64	114,78	0,41
Фенилаланин + Тирозин	4,10	4,96	120,97	0,39
Сумма НАК	26,80	23,37	-	-

Для суммы аминокислот метионин и цистеин отмечено близкое значение АКС к «эталонному» белку в сортах Умник и Скормас и выше 100 % в белке сорта Круиз (таблицы 1-3).

Таблица 3 – Содержание незаменимых аминокислот (), аминокислотный скор (АКС) и коэффициент утилитарности лимитирующих аминокислот () в белке сорта Скормас

Название НАК	$S_{\text{НАК}}$ в белке «эталона» ФАО / ВОЗ, г/100 г	$S_{\text{НАК}}$ в белке, г/100 г	АКС, %	Ki, %
Валин	4,00	3,29	82,25	0,55
Лейцин	6,10	4,63	75,90	0,59
Изолейцин	3,00	2,90	96,66	0,47
Лизин	4,80	2,17	45,20	1,00
Треонин	2,50	2,83	113,30	0,40
Метионин + Цистеин	2,30	2,18	94,78	0,47
Фенилаланин + Тирозин	4,10	4,82	117,56	0,38
Сумма НАК	26,80	22,82	-	-

В таблице 4 приведены расчетные значения КРАС, БЦ, R_c для рассматриваемых сортов подсолнечника.

Таблица 4 – Сравнительная характеристика белкового комплекса сортов подсолнечника

Показатели	Эталон ФАО / ВОЗ	Сорт Умник	Сорт Круиз	Сорт Скормас
КРАС, %	0,0	46,12	45,17	44,16
БЦ, %	100	53,88	54,83	55,84
R_c , дол. ед.	1,0	0,69	0,58	0,60

Значение коэффициента различия аминокислотного сора в исследуемых белках подсолнечника отличается незначительно. Максимальное значение биологической ценности отмечено у сорта Скормас. Наибольший показатель коэффициента утилитарности аминокислотно-

го состава выявлен у сорта Умник, превышающий на 0,11 дол. ед. сорт Круиз и 0,09 дол. ед. сорт Скормас.

Заключение. В результате исследования определено содержание незаменимых аминокислот (кроме триптофана) и выполнена оценка полноценности белков подсолнечника в сравнении с «эталонным» белком ФАО / ВОЗ.

Имеющиеся данные показывают, что протеин подсолнечника сортов Умник, Круиз, Скормас характеризуются относительно низкой биологической ценностью 53,88; 54,83 и 55,84 % соответственно. Однако коэффициенты утилитарности аминокислотного состава отражают относительно высокую сбалансированность к эталону, несмотря на низкое содержание лизина. Вследствие этого, применение протеина подсолнечника в кормопроизводстве рекомендуется сочетать с другими кормовыми компонентами или обогащать их лизином.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулинцев, В. В. Оптимизация аминокислотного питания молодняка сельскохозяйственных животных: автореф. дис. ... д-ра. с-х. наук: 06.02.08 / В. В. Кулинцев; Рос.госуд. агр. унив. К. А. Тимирязева – Москва, 2011. – 38 с.
2. Amino acid in animal nutrition [Electronic resource]. – Mode of access: <http://studyres.com/doc/1238420/amino-acids-in-animal-nutrition>. – Date of access: 20.04.2020.
3. Сравнительный анализ аминокислотного состава белка семян подсолнечника селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК / Ю. Ю. Поморова [и др.] // Масличные культуры. – Краснодар, 2020. – Выпуск 1 (181). – С. 31-37.
4. Жмыхи и шроты – отходы технических производств. Инновационные израильские технологии – Животноводство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://alecon.co.il/animals/shrot_i-zhmyh_cho-i-kak.html. – Дата доступа: 24.03.2020.
5. Аверкиева, О. М. Использование аминокислот в кормлении свиней / О. М. Аверкиева // Главный зоотехник. – 2005. – № 5. – С. 34-37.
6. Лемешева, Н. А. Аминокислотное питание птицы / Н. А. Лемешева // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2007. – № 4. – С. 57-60.
7. Рядчиков, В. Г. Производство и рациональное использование белка / В. Г. Рядчиков // Аминокислотное питание животных и проблема белковых ресурсов: материалы науч. конф., Краснодар, 23.03.2004 г. / Кубанский гос. агр. университет. – 2005. – С. 17-70.
8. Надточий, Л. А. Инновации в биотехнологии. Пищевая комбинаторика: учеб.-метод. пособие / Л. А. Надточий, О. Ю. Орлова. – СПб.: ИТМО, 2015. – 37 с.
9. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина: ГОСТ 13496.4-93. Взамен ГОСТ 13496.4-84; введ. РФ.21.10.93. – Москва: Стандартинформ, 2011. – 18 с.

УДК: 631.8:633.162"321"

БИОПРЕПАРАТЫ КАК ЭКОНОМИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ДВУРЯДНОГО

О. А. Порхунцова

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»
г. Горки, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 213407, г. Горки,
ул. Мичурина, 5; e-mail: botanika_bgsha@mail.ru)

Ключевые слова: ячмень яровой, биопрепараты Азотовит и Фосфатовит, фунгицид Старт, КС, продуктивная кустистость, урожайность, себестоимость зерна, условный чистый доход, окупаемость дополнительных затрат.

Аннотация. Естественные по своему происхождению микробиологические препараты, не проявляя отрицательного воздействия на экосистему, способствуют восстановлению нормальной структуры биоценоза почвы, тем самым оказывают позитивное воздействие на рост и развитие растений. Включение биопрепаратов, обладающих азотфиксирующей (Азотовит) и фосфатмобилизирующей (Фосфатовит) активностью, обеспечило увеличение урожайности ярового ячменя двурядного сорта Бровар. При применении Азотовита продуктивная кустистость составила 757 шт./м², Фосфатовита – 735 шт./м² в сравнении с контрольными вариантами – 650 шт./м². О положительном действии биопрепаратов также свидетельствует уровень семенной продуктивности растений ячменя, которая в совокупности с продуктивной кустистостью обеспечила получение прибавки урожайности на 10,5 и 22,9 ц/га. Высокая урожайность ячменя также обеспечила получение 148,6 руб./га (Фосфатовит) и 339,9 руб./га (Азотовит) условного чистого дохода при окупаемости дополнительных затрат 2,4-2,6 руб./руб., что экономически подтверждает целесообразности включения биопрепаратов в технологию возделывания ярового ячменя двурядного.

BIOLOGICS AS COST-EFFECTIVE ELEMENTS OF SPRING CROP CULTIVATION TECHNOLOGY BARLEY TWO-ROWED

O. A. Porkhuntsova

ЕІ «Belarusian state agricultural academy»
Gorki, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 213407, Gorki,
5 Michurina st.; e-mail: botanika_bgsha@mail.ru)

Key words: spring barley, biologics Azotovit and Phosphatovit, fungicide Start, CS, productive bushiness, yield, cost of grain, conditional net income, payback of additional costs.

Summary. Naturally occurring microbiological preparations, without having a negative impact on the ecosystem, contribute to the restoration of the normal struc-