

Научная статья

УДК 581.134.4 + 581.192:633.854.78

DOI: 10.25230/2412-608X-2022-2-190-46-50

Сравнительная характеристика содержания незаменимых аминокислот, биологическая ценность белка семян подсолнечника селекции ВНИИМК

Юлия Юрьевна Поморова
Юлия Михайловна Серова

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК
Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17
protein@vniimk.ru

Аннотация. Перспективным источником пищевого белка являются семена подсолнечника. Это обусловлено не только распространением культуры в России, но в большей степени аминокислотным составом белка семян, который имеет высокий процент перевариваемости (до 90 %) и биологическую ценность на уровне 60 %. В данной работе проведена сравнительная оценка содержания незаменимых аминокислот белка семян гибридов подсолнечника селекции ВНИИМК, выращенных на опытных участках Краснодарского края с близкими агроэкологическими условиями. Определение аминокислотного состава проводили с применением высокоэффективной жидкостной хроматографии по общепринятым действующим методикам. Выявлены лимитирующие аминокислоты белка семян подсолнечника (лизин, лейцин). Первой лимитирующей аминокислотой подсолнечника является лизин, максимальное количество которого отмечено в белке семян гибрида Ахиллес (4,2 г/кг), Тайфун и Кубанский 930 (3,6 г/кг). Обнаружено, что в составе белка семян подсолнечника содержание аминокислот с разветвленной углеродной цепью (лейцин, изолейцин, валин) от общего числа незаменимых аминокислот находится в пределах 50,8–52,6 %. Расчетным путем установлена биологическая ценность данных образцов подсолнечника, находящаяся в диапазоне от 56,4 до 62,2 % по отношению к эталонному белку ФАО/ВОЗ. Коэффициент утилитарности аминокислотного состава белка семян подсолнечника отличается между гибридами на 0,06 долей единиц.

Ключевые слова: подсолнечник, сбалансированный белок, незаменимые аминокислоты, биологическая ценность

Для цитирования: Поморова Ю.Ю., Серова Ю.М. Сравнительная характеристика содержания незаменимых аминокислот, биологическая ценность белка семян подсолнечника селекции ВНИИМК // Масличные культуры. 2022. Вып. 2 (190). С. 46–50.

UDC 581.134.4 + 581.192:633.854.78

Comparative characteristics of the content of essential amino acids, biological value of seed protein of sunflower bred in VNIIMK.

Yu.Yu. Pomorova, PhD in engineering, head of the lab.
Yu.M. Serova, researcher

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

Abstract. Sunflower is a promising raw source of protein. This is due not only to the spread of the crop in Russia, but to a greater extent to the amino acid composition of the seed protein, which has a high percentage of digestibility (up to 90%) and has a biological value of 60%. We carried out a comparative estimation of the content of essential amino acids in seeds of sunflower hybrids and varieties bred in VNIIMK, which were grown on the experimental plots of the Krasnodar region in similar agroecological conditions. Determination of the amino acid composition was carried out using the high-performance liquid chromatography according to generally accepted current methods. Limiting amino acids in sunflower seed protein (lysine, leucine) have been identified. The first limiting amino acid of sunflower is lysine, the maximum amount of which is noted in the protein of seeds of the hybrids Achilles – 4.2 g/kg, Taifun and Kubansky 930 – 3.6 g/kg each. It was found that sunflower seed protein contains branched chain amino acids (leucine, isoleucine, valine) which is within 50.8–52.6% of the total number of essential amino acids. According to the amount of essential amino acids in the protein of sunflower seeds, the following hybrids were distinguished: Achilles, Gorstar, Taifun, Kubansky 930. The biological value of sunflower samples has been calculated, ranging from 56.4 to 62.2% in relation to the FAO/WHO protein standard. The utilitarianism coefficient of the amino acid composition of sunflower seed protein differs between hybrids by 0.06 fractions of units.

Key words: sunflower, balanced protein, essential amino acids, biological value

Введение. В мировых ресурсах растительного белка потенциал семян подсолнечника существенно ниже, чем у сои,

кукурузы, пшеницы, риса и некоторых других культур, но для нашей страны эта культура является перспективным сырьем для получения растительных белковых ингредиентов [1; 2]. В структуре посевных площадей России в 2020 г. наибольшую долю занимали: пшеница (озимая и яровая) – 36,9 % всех площадей, ячмень (озимый и яровой) – 10,7, подсолнечник – 10,6 % [3]. Самые большие территории под подсолнечником засеваются в Приволжском, Южном и Центральном федеральных округах [4].

В связи с нехваткой растительного пищевого и кормового белка развивается высокобелковая селекция [5]. Поэтому в настоящее время при оценке нового сорта и гибрида важно характеризовать его не только по количеству и качеству масла в семенах, но и по аминокислотному профилю протеиновых метаболитов в них.

Практически все белки растений неполноценны, так как имеют дефицит различных незаменимых аминокислот [1; 6; 7]. Повышенная доля незаменимых аминокислот способствует росту относительной биологической ценности белков.

В литературе имеются сведения по изучению состава белка семян подсолнечника [1; 2; 4; 6; 8; 9]. Впервые была проведена сравнительная оценка семян современных гибридов подсолнечника селекции ВНИИМК по содержанию незаменимых аминокислот, биологической ценности с выявлением наиболее сбалансированных среди изучаемых образцов.

Материалы и методы. Объектами исследований являлись образцы семян 14 гибридов подсолнечника вегетации 2020 г., выращенных на опытных участках ВНИИМК (табл. 1).

Определение незаменимых аминокислот (кроме триптофана) проводили в лаборатории белка отдела биологических исследований согласно руководству по кислотному гидролизу проб [10]. Каждую пробу анализировали в четырех повторностях, за результат принимали среднее значение измерений.

Анализ выполняли на аминокислотном анализаторе Sevco методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Расчёт концентрации – по стандартному образцу аминокислот (Sykam, Германия).

Оценку биологической ценности белковых компонентов проводили по критериям и показателям, разработанным Н.Н. Липатовым и И.А. Роговым, позволяющим выявить сбалансированность и качество протеина [11].

Аминокислотный скор каждой незаменимой аминокислоты (АКС, %) рассчитывали по формуле:

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

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:

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

где $\Delta \text{РАС} = AC_i - AC_{\min}$ – различия аминокислотного сора i -й незаменимой аминокислоты, %;

AC_{\min} – минимальный из скоров незаменимой аминокислоты в исследуемом белке, %;

n – количество незаменимой аминокислоты в исследуемом белке.

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

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

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

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

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

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

Расчетные результаты сравнивали с актуальными данными Продовольственного комитета Всемирной организации здравоохранения (ФАО/ВОЗ) [12].

Результаты и обсуждение. На основании проведенных исследований был определен аминокислотный состав белков семян гибридов подсолнечника. Данный эксперимент отмечает вариацию аминокислот в белках семян подсолнечника. Подтверждены данные, что первой лимитирующей аминокислотой белка семян подсолнечника является лизин. Содержание лизина в образцах находилось в пределах от 2,0 до 4,2 г/кг (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика содержания незаменимых аминокислот в белке семян подсолнечника (урожай 2020 г.)

Гибрид	Незаменимые аминокислоты, г/кг белка						
	Lys	Leu	Ile	Val	Thr	Phe	Met
Ахиллес	4,2	5,9	3,6	4,5	3,5	4,1	2,0
Тайфун	3,6	5,5	3,4	4,1	3,2	3,8	1,7
Кубанский 930	3,6	5,1	3,0	3,9	3,1	3,4	1,5
Горстар	3,4	5,9	3,6	4,2	3,2	4,0	1,6
Сурус	3,1	4,8	2,9	3,6	2,8	3,1	1,7
Горфилд	3,0	4,9	2,9	3,5	2,9	3,4	1,2
Тайзар	2,8	4,4	2,7	3,3	2,6	2,9	1,5
Натали	2,8	4,3	2,6	3,2	2,6	2,9	1,1
Факел	2,7	4,3	2,6	3,2	2,4	2,8	1,4
Грант	2,7	4,2	2,6	3,2	2,4	2,8	1,4
Паритет	2,7	4,1	2,4	3,1	2,5	2,7	1,2
Реванш	2,5	4,3	2,6	3,2	2,6	2,9	1,1
Гермес	2,4	4,0	2,3	2,9	2,3	2,5	1,5
Клип	2,0	3,3	2,0	2,5	2,0	2,2	0,9

Примечание: Lys – лизин, Leu – лейцин, Ile – изолейцин, Val – валин, Thr – треонин, Phe – фенилаланин, Met – метионин

Максимальное количество лизина отмечено в белке гибридов Ахиллес, Тайфун, Кубанский 930, минимальное содержание этой аминокислоты выявлено у семян гибрида подсолнечника Клип.

Аминокислоты с разветвленной алифатической боковой цепью (branched-chain amino acids, ВСАА) – лейцин, изолейцин, валин – составляют в белке изучаемых образцов семян 45,8–52,6 % от общего числа незаменимых аминокислот. Второй лимитирующей незаменимой аминокислотой белка семян подсолнечника является лейцин. Варьирование между образцами подсолнечника по количеству лейцина составило 1,8 раз.

Установлено, что в большей части семян подсолнечника содержание треонина (71,4 %) находилось в пределах 2,0–3,0 г/кг. В пробах семян гибридов подсолнечника Горстар и Тайфун (3,2 г/кг), Ахиллес (3,5 г/кг) обнаружены максимальные значения треонина.

В исследуемых образцах подсолнечника среднее содержание фенилаланина составило 3,1 г/кг. Количество этой аминокислоты ниже 3,0 г/кг обнаружено в 57,1 % исследуемых образцов. Максимальное значение отмечено в белке семян гибрида Ахиллес – 4,1 г/кг.

Среднее содержание метионина в белке семян подсолнечника составило 1,4 г/кг. Наибольшее количество этой аминокислоты отмечено в образце семян гибрида Ахиллес – 2,0 г/кг, наименьшее – Клип – 0,9 г/кг.

По сумме незаменимых аминокислот в белке семян подсолнечника выделились следующие гибриды: Ахиллес, Горстар, Тайфун, Кубанский 930 (рисунок).

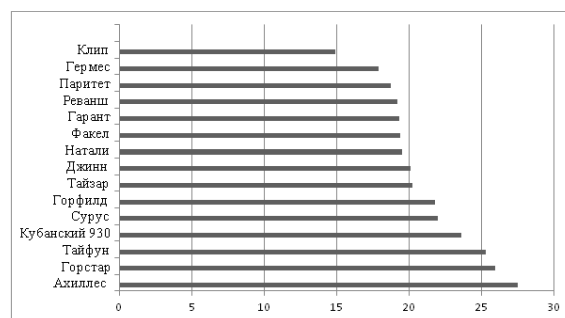


Рисунок – Сумма незаменимых аминокислот в белке гибридов подсолнечника, г/кг

Наибольшая сумма незаменимых аминокислот отмечена в образце семян гибрида Ахиллес (27,5 г/кг), наименьшая – Клип (14,9 г/кг).

Среди изучаемых семян подсолнечника были отобраны образцы с максимальным содержанием лизина для расчета их биологической ценности (Тайфун, Ахиллес, Кубанский 930). Они были выбраны ввиду того, что белок семян подсолнечника лимитирован лизином и его уровень существенно влияет на полноценность самого белка и использования всех остальных аминокислот для построения протеина организмом.

Показатели, характеризующие биологическую ценность белка семян подсолнечника в сравнении с эталонным белком согласно рекомендациям ФАО/ВОЗ, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Сравнительная характеристика показателей сбалансированности белка семян подсолнечника

Показатель	Эталонный белок ФАО/ВОЗ	Гибрид подсолнечника		
		Тайфун	Ахиллес	Кубанский 930
АКС Lys, %	100	74,4	87,5	75,0
КРАС, %	0	43,6	43,6	37,8
БЦ, %	100	56,4	56,4	62,2
Rc	1,00	0,67	0,73	0,71

Семена изучаемых гибридов имели аминокислотный скор (АКС) лизина от 74,4 % до 87,5 %, что является достаточно высоким показателем для протеина подсолнечника.

Коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС) показывает среднюю величину избытка АКС незаменимых аминокислот по сравнению с уровнем АКС первой лимитирующей незаменимой аминокислоты, в данном случае лизина. Установлены одинаковые показатели КРАС для белка семян гибрида Тайфун и Ахиллес со значением 43,6 %.

Высокие показатели содержания незаменимых аминокислот в исследуемых образцах подсолнечника и в особенности значения лимитирующей аминокислоты обеспечили биологическую ценность (БЦ)

белка семян в диапазоне 56,4–62,2 %. Согласно литературным данным, БЦ белка семян подсолнечника варьирует от 45 до 60 % [1; 13; 14]. Максимальное значение биологической ценности белка выявлено у гибрида подсолнечника Кубанский 930 – 62,2 %.

Коэффициент утилитарности аминокислотного состава (Rc) белка семян подсолнечника отличается между гибридами на 0,06 долей единиц. Этот показатель отражает сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к эталону, так как чем выше значение коэффициента утилитарности (в идеале равен 1), тем рациональнее могут быть использованы незаменимые аминокислоты.

Принимая во внимание, что исследуемые белки семян подсолнечника не сбалансированы по отдельным незаменимым аминокислотам (лизин, лейцин), они не могут являться полноценным источником пищевого белка в качестве монобелкового продукта. Однако определены достаточно высокие значения коэффициента утилитарности и биологической ценности протеина, что указывает на перспективность использования в комбинациях с другими белками, позволяющими компенсировать лимитированные аминокислоты.

Выводы. В ходе исследований обнаружено, что протеин подсолнечника лимитирован лизином и лейцином. Средняя величина аминокислотного сора лизина в белке исследуемых образцов семян составила 63,5 %, лейцина – 78,1 %.

Установлено, что в составе белка семян подсолнечника содержание аминокислот с разветвленной алифатической боковой углеродной цепью (лейцин, изолейцин, валин) от общего числа незаменимых аминокислот находится в пределах 45,8–52,6 %. Наибольшая сумма незаменимых аминокислот отмечена в белке семян гибрида Ахиллес – 27,5 г/кг, наименьшая – гибрида Клип – 14,9 г/кг.

Установлены значения биологической ценности образцов подсолнечника в диапазоне от 56,4 до 62,2 % по отношению к эталонному белку.

Список литературы

1. Доморощенкова М.Л., Демьяненко Т.Ф., Крылова И.В., Камышева И.М. Белковый потенциал семян подсолнечника. Исследования процессов получения пищевых белков из подсолнечного шрота // Вестник ВНИИЖ. – 2020. – № 1–2. – С. 24–29.
2. Войченко О.Н., А.А. Стрыженко А.А., Воронцова О.С., Бутина Е.А. Оценка продуктов переработки семян подсолнечника как альтернативных источников пищевого белка // Известия вузов. Пищевая технология. – 2013. – № 4. – С. 89–90.
3. Посевные площади по культурам в 2020 году. Лидеры по приросту и сокращению: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/industries/posevnyye-ploshadi-po-kul-turam-v-2020-godu-lidery-poprirostu-i-sok-rasheniyu.html> (дата обращения: 05.07.2021).
4. Доморощенкова М.Л., Демьяненко Т.Ф., Камышева И.М., Крылова И.В., Горшкова Э.Н. Исследование фракционного состава белков и жирно-кислотного состава масла семян подсолнечника // Вестник ВНИИЖ. – 2019. – № 1–2. – С. 62–69.
5. Пузиков А.Н., Суворова Ю.Н. Селекция на крупноплодность – новые возможности подсолнечника // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2013. – Вып. 2 (155–156). – С. 3–7.
6. Бердина А.Н., Ильчишина Н.В., Безверхая Н.С. Аминокислотный состав липопротеинов подсолнечника и пшеницы // Известия вузов. Пищевая технология. – 2008. – № 2–3. – С. 26–28.
7. Иванова С.С., Петрова С.Н. Биохимия растительного сырья: учеб. пособие. – Иваново: Иван. гос. хим.-технол. ун-т, 2015. – 72 с.
8. Воронова Н.С., Бердина А.Н., Кудлаева Е.С. Исследование химического состава и функциональных свойств белковых изолятов, полученных из подсолнечных семян и жмыха // Вестник НГИЭИ. – 2012. – С. 37–45.
9. Степура М.В., Хапрова Е.Н. Сравнительная оценка биологической ценности белков растительного сырья // Известия Вузов. Пищевая технология. – 2010. – № 4. – С. 34–35.
10. ГОСТ 32195-2013 Корма, комбикорма. Метод определения содержания аминокислот. Введ. 1.07.2015. – М.: Стандартинформ, 2020. – 24 с.
11. Надточий Л.А., Орлова О.Ю. Инновации в биотехнологии: пищевая комбинаторика: учеб.-метод. пособие. – СПб.: ИТМО, 2015. – 37 с.
12. Consultation FE. Dietari protein quality evaluation in human nutrition. FAO Food and Nutrition. – 2013. – P. 1–66.
13. Биран М.Н., Замбржиский О.Н. Сравнительная оценка пищевой ценности и функциональных свойств нетрадиционных источников производственного сырья // Инновации в медицине и фармации. БГМУ. – 2018. – С. 757–761.
14. Прасол Д.Ю. Изучение биологической ценности структурированного продукта из сыра мягкого, изготовленного с концентратом измельченных ядер семян подсолнечника // Технологический аудит и резервы производства. – 2014. – № 5/2 (19). – С. 18–20.
3. Posevnye ploshchadi po kul'turam v 2020 godu. Lidery po prirostu i sokrashcheniyu: [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://agrovesti.net/lib/industries/posevnyye-ploshadi-po-kul-turam-v-2020-godu-lidery-poprirostu-i-sok-rasheniyu.html> (data obrashcheniya: 05.07.2021).
4. Domoroshchenkova M.L., Dem'yanenko T.F., Kamysheva I.M., Krylova I.V., Gorshkova E.N. Issledovanie fraktsionnogo sostava belkov i zhirno-kislotnogo sostava masla semyan podsolnechnika // Vestnik VNIIZh. – 2019. – № 1–2. – S. 62–69.
5. Puzikov A.N., Suvorova Yu.N. Seleksiya na krupnoplodnost' – novye vozmozhnosti podsolnechnika // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2013. – Vyp. 2 (155–156). – S. 3–7.
6. Berdina A.N., Il'chishina N.V., Bezverkhaya N.S. Aminokislotnyy sostav lipoproteinov podsolnechnika i pshenitsy // Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. – 2008. – № 2–3. – S. 26–28.
7. Ivanova S.S., Petrova S.N. Biokhimiya rastitel'nogo syr'ya: ucheb. posobie. – Ivanovo: Ivan. gos. khim.-tekhno. un-t, 2015. – 72 s.
8. Voronova N.S., Berdina A.N., Kudlaeva E.S. Issledovanie khimicheskogo sostava i funktsional'nykh svoystv belkovykh izolyatov, poluchennykh iz podsolnechnykh semyan i zhmykha // Vestnik NГИЭИ. – 2012. – S. 37–45.
9. Stepuro M.V., Khaprova E.N. Sravnitel'naya otsenka biologicheskoy tsennosti belkov rastitel'nogo syr'ya // Izvestiya Vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. – 2010. – № 4. – S. 34–35.
10. GOST 32195-2013 Korma, kombikorma. Metod opredeleniya soderzhaniya aminokislot. Vved. 1.07.2015. – M.: Standartinform, 2020. – 24 s.
11. Nadochiy L.A., Orlova O.Yu. Innovatsii v biotekhnologii: pishchevaya kombinatorika: ucheb.-metod. posobie. – SPb.: ITMO, 2015. – 37 s.
12. Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation // FAO Food and Nutrition Paper. – Rome, 2013. – P. 1–66.
13. Biran M.N., Zambrzhitskiy O.N. Sravnitel'naya otsenka pishchevoy tsennosti i funktsional'nykh svoystv netraditsionnykh istochnikov proizvodstvennogo syr'ya // Innovatsii v meditsine i farmatsii. BGMU. – 2018. – S. 757–761.
14. Prasol D.Yu. Izuchenie biologicheskoy tsennosti strukturirovannogo produkta iz syra myagkogo, izgotovlen-nogo s kontsentratom izmel'chennykh yader semyan podsolnechnika // Tekhnologicheskii audit i rezervy proizvodstva. – 2014. – № 5/2 (19). – S. 18–20.

References

1. Domoroshchenkova M.L., Dem'yanenko T.F., Krylova I.V., Kamysheva I.M. Belkovyy potentsial semyan podsolnechnika. Issledovaniya protsessov polucheniya pishchevykh belkov iz podsolnechnogo shrota // Vestnik VNIIZh. – 2020. – № 1–2. – S. 24–29.
2. Voychenko O.N., A.A. Stryzhenok A.A., Vorontsova O.S., Butina E.A. Otsenka produktov pererabotki semyan podsolnechnika kak al'ternativnykh istochnikov pishchevogo belka // Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. – 2013. – № 4. – S. 89–90.

Сведения об авторах

Ю.Ю. Поморова, зав. лаб., вед. науч. сотр., к. т. наук
Ю.М. Серова, науч. сотр.

Получено/Received

14.04.2022

Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed

04.02.2022

Получено после доработки/Manuscript revised

07.02.2022

Принято/Accepted

25.04.2022

Manuscript on-line

30.06.2022