

МРНТИ 65.59.31

З.В. Василенко<sup>1</sup> – основной автор, ©  
П.А. Ромашихин<sup>2</sup>, Т.Н. Болашенко<sup>3</sup>,  
Е.Н. Кучерова<sup>4</sup>, А.В. Бычко<sup>5</sup>



<sup>1</sup>Д-р техн. наук, проф., <sup>2</sup>Канд. техн. наук, доцент, <sup>3</sup>Канд. техн. наук, доцент,  
<sup>4</sup>Ст. преподаватель, <sup>5</sup>Студент

ORCID

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-0778-4261>; <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-4696-2961>; <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-9140-4558>; <sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-8643-6678>; <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0001-8483-646X>



Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий



г. Могилев, Республика Беларусь



<sup>3</sup>[katya.1485@mail.ru](mailto:katya.1485@mail.ru)

<https://doi.org/10.55956/VQOD2432>

## ВЛИЯНИЕ МУКИ ИЗ ЖМЫХА ЛЬНЯНОГО НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ ЦЕННОСТЬ БЕЛКОВ ВАРЕННОЙ КОЛБАСЫ ИЗ МЯСА ПТИЦЫ

**Аннотация.** Представлены результаты исследований содержания незаменимых и заменимых аминокислот, аминокислотный скор, показатели утилитарности незаменимых аминокислот, сбалансированность аминокислот белков разработанных вареных колбасных изделий с использованием муки из жмыха льняного, а также переваримость белков колбасных изделий *in vitro* в сравнении с контрольным образцом (без использования муки из жмыха льняного). Установлено, что белки колбасных изделий с введением в рецептуру муки из жмыха льняного обладают более высокой биологической ценностью.

**Ключевые слова:** жмых льняной, вареные колбасные изделия, незаменимые и заменимые аминокислоты, аминокислотный скор, показатель утилитарности, сбалансированность аминокислот, переваримость белков вареных колбас.



Василенко, З.В. Влияние муки из жмыха льняного на биологическую ценность белков вареной колбасы из мяса птицы [Текст] / З.В. Василенко, П.А. Ромашихин, Т.Н. Болашенко, Е.Н. Кучерова, А.В. Бычко // Механика и технологии / Научный журнал. – 2022. – №2(76). – С.59-65. <https://doi.org/10.55956/VQOD2432>

**Введение.** Жмых льняной является ценным продуктом питания, который содержит богатый комплекс веществ, каждый из которых оказывает благоприятное воздействие на организм человека. Например, содержание жирных кислот омега-3 оказывает противоопухолевое воздействие; содержание макро- и микроэлементов (К, Mg) снижает риск сердечно-сосудистых заболеваний; высокое содержание пищевых волокон стимулирует деятельность желудочно-кишечного тракта и оказывает позитивное воздействие на иммунную систему человека, то есть жмых льняной обладает широким диапазоном оздоровительного воздействия на организм, при условии его использования в продуктах питания ежедневного потребления в качестве пищевой и технологической добавки [1]. Поэтому разработка вареных колбасных изделий с использованием муки из жмыха льняного в настоящее время является весьма актуальной.

Важной характеристикой качества мясных изделий является биологическая ценность белков, характеризующая определенную сбалансированность аминокислотного состава и атакуемостью белков ферментами пищеварительного тракта, т.е. усвояемостью [2-4].

**Результаты исследований.** Для оценки влияния муки из жмыха льняного на биологическую ценность белков вареной колбасы из мяса птицы исследовали аминокислотный состав белков разработанных вареных колбасных изделий из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного в сравнении с контрольным образцом (без применения муки из жмыха льняного). Результаты исследований представлены на рисунках 1 и 2.

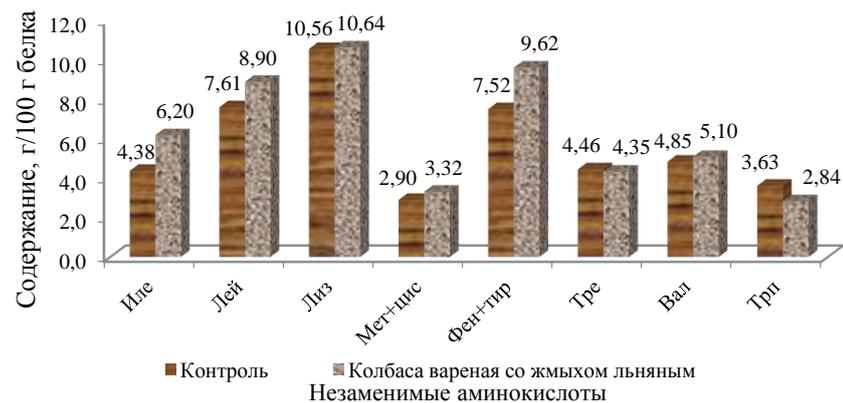


Рис. 1. Содержание незаменимых аминокислот в белках вареных колбас из мяса птицы, г/100 г белка

Из представленных на рисунке 1 данных следует, что по суммарному содержанию незаменимых аминокислот белки вареной колбасы с использованием муки из жмыха льняного превосходят белки контрольного образца без использования муки из жмыха льняного. Белки колбас с использованием муки из жмыха льняного и контрольного образца по содержанию лизина, треонина, валина и метионина+цистеина практически имеют одинаковое значение. Белки колбас с использованием муки из жмыха льняного превосходят контрольный образец по содержанию таких незаменимых аминокислот как изолейцин, лейцин, фенилаланин+тирозин.

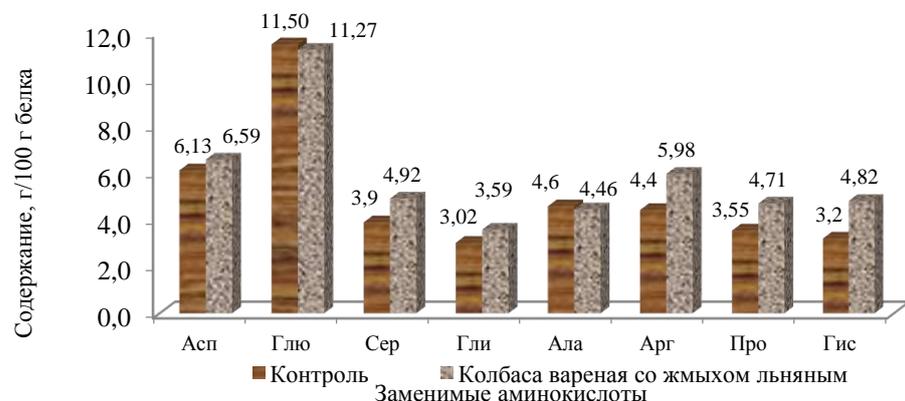


Рис. 2. Содержание заменимых аминокислот в белках вареных колбас из мяса птицы, г/100 г белка

Исходя из данных, представленных на рисунке 2, видно, что белки колбас с использованием муки из жмыха льняного превосходят контрольный образец по содержанию многих заменимых аминокислот: аспарагиновой кислоте, серину, глицину, аргинину, пролину, гистидину. По содержанию глютаминовой кислоты и аланину белки контрольного образца незначительно превосходят белки вареной колбасы с использованием муки из жмыха льняного.

Так как недостаточно дать оценку изделиям только по содержанию аминокислот, для более полной оценки биологической ценности белков вареной колбасы с использованием муки из жмыха льняного были рассчитаны аминокислотный (АК) скор и показатель утилитарности [4].

Для характеристики биологической ценности белков вареной колбасы из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного и контрольного образца сравнивали с АК составом «идеального» белка по шкале ФАО/ВОЗ. АК скор каждой незаменимой аминокислоты в «идеальном» белке принят за 100%. Результаты определения АК скор незаменимых аминокислот белков вареных колбасных изделий из мяса птицы представлены в таблице 1.

Таблица 1

Аминокислотный скор вареных колбасных изделий

Наименование аминокислоты	«Идеальный» белок ФАО/ВОЗ, г/100г белка	Контрольный образец		Колбаса с мукой из жмыха льняного	
		Содержание аминокислоты в белках, г/100 г белка	Аминокислотный скор, %	Содержание аминокислоты в белках, г/100 г белка	Аминокислотный скор, %
Изолейцин (Иле)	4,00	4,38	109,64	6,20	155,11
Лейцин (Лей)	7,00	7,61	108,77	8,90	127,20
Лизин (Лиз)	5,50	10,59	192,03	10,64	193,49
Метионин+цистеин (Мет+Цис)	3,50	2,90	82,87	3,32	94,85
Фенилаланин+тирозин (Фен+Тир)	6,00	7,52	125,33	9,62	160,33
Треонин (Тре)	4,00	4,46	111,54	4,35	108,67
Валин (Вал)	5,00	4,85	97,04	5,10	101,94
Триптофан (Трп)	1,00	2,57	257,31	2,72	271,60

Из представленных данных видно, что для исследуемых образцов колбасных изделий характерен АК скор свыше 100%. Лимитирующими аминокислотами белков данных колбасных изделий являются метионин+цистеин, скор которых для белков вареной колбасы без использования муки из жмыха льняного составляет 82,87%, а для белков разработанной вареной колбасы из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного – 94,85%. Т.е., введение муки из жмыха льняного позволит увеличить содержание данных аминокислот на 12,6%.

Расчетные данные показателей утилитарности незаменимых аминокислот белков вареных колбасных изделий из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного и контрольного образца представлены на рисунке 3.

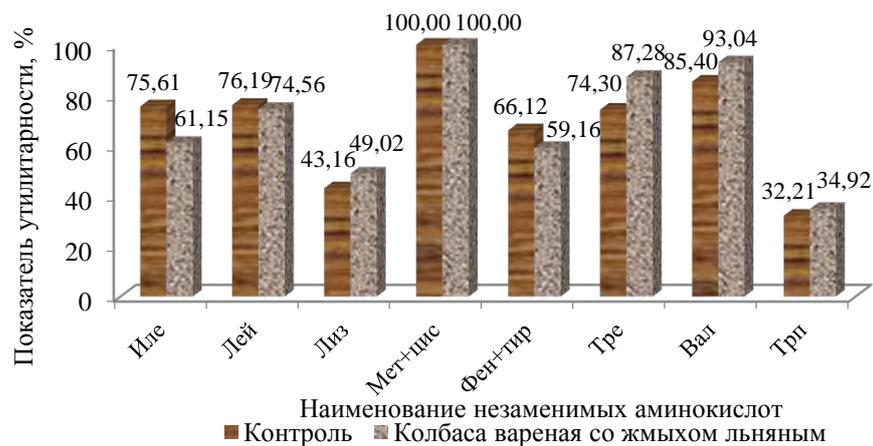


Рис. 3. Показатель утилитарности незаменимых аминокислот белков вареных колбасных изделий из мяса птицы

Из представленных на рисунке 3 данных следует, что по показателю утилитарности аминокислоты белков вареных колбас без и с применением муки из жмыха льняного можно расположить в следующей убывающей последовательности: метионин+цистеин (100%) → валин (85,40% и 93,04%) → лейцин (76,19% и 74,56%) → изолейцин (75,61% и 61,15%) → треонин (74,30% и 87,28%) → фенилаланин+тирозин (66,12% и 59,16%) → лизин (43,16% и 49,02%) → триптофан (32,21% и 34,92%).

Согласно представленным данным наименьшим показателем утилитарности незаменимых аминокислот, как в белках контрольного образца, так и в разработанной колбасе вареной с использованием муки из жмыха льняного, характеризуется такая аминокислота, как триптофан. В наибольшей степени в белках исследуемых образцов вареных колбас усваиваются аминокислоты метионин+цистеин. Хотелось бы отметить также, что показатель утилитарности по таким незаменимым аминокислотам как валин, треонин и лизин, белки разработанных вареных колбас превышают показатели утилитарности белка контрольного образца на 7,64%, 12,98% и 5,86% соответственно.

Расчетные данные по аминокислотной сбалансированности белков вареных колбасных изделий из мяса птицы приведены в таблице 2.

Таблица 2

Сбалансированность аминокислот белков  
вареных колбасных изделий

Наименование показателя	«Идеальный белок» ФАО/ВОЗ	Белки вареных колбасных изделий без жмыха льняного	Белки вареных колбасных изделий со жмыхом льняным
Коэффициент утилитарности аминокислотного состава, U	4,50	5,4	6,1
Показатель избыточности содержания незаменимых аминокислот, $\sigma_n$ , г	0	1,37	1,32
Показатель сопоставимой избыточности, $\sigma_c$	0	0,017	0,013
Индекс незаменимых аминокислот ИНАК	1	1,3	1,4

Исходя из данных, представленных в таблице 2, следует, что белки образцов вареных колбасных изделий из мяса птицы отличаются от «идеального» белка ФАО/ВОЗ. Так по величинам коэффициента утилитарности аминокислотного состава белки вареных колбасных изделий с использованием муки из жмыха льняного незначительно уступают контрольному образцу и составляют 6,1 и 5,4 соответственно. По показателям избыточности содержания незаменимых аминокислот, сопоставимой избыточности и индексу незаменимых аминокислот белки разработанной вареной колбасы близки к белкам контрольного образца. По показателю избыточности содержания незаменимых аминокислот и показателю сопоставимой избыточности белки разработанной вареной колбасы ближе к «идеальному белку», чем белки контрольного образца.

Следовательно, введение муки из жмыха льняного в разработанных колбасных изделиях обеспечивает их белкам более высокую биологическую ценность.

Вместе с тем, биологическая доступность белковых веществ характеризуется также их способностью расщепляться под действием пищеварительных ферментов на отдельные фрагменты (аминокислоты и пептиды), которые могут быть сорбированы стенкой кишечника, и ассимилированы организмом. Таким образом, соотносительная зависимость между биологической ценностью белков и их аминокислотным составом может быть справедлива лишь при условии достаточно высоких скоростей переваривания белков ферментами пищеварительного тракта, а также усвояемости компонентов. По этой причине вышерассмотренные показатели являются составной частью комплекса биологической оценки пищевых продуктов.

Следовательно, учет скорости переваривания белков отдельными ферментами желудочно-кишечного тракта представляет несомненный интерес при разработке новых продуктов питания, а также при определении биологической ценности.

Поэтому, в работе было исследовано переваривание *invitro* белков, содержащихся в колбасных изделиях, на степень подверженности пищеварительными ферментами. В качестве образцов сравнения использовали вареную колбасу без использования муки из жмыха льняного.

Полученные данные представлены на рисунке 4.

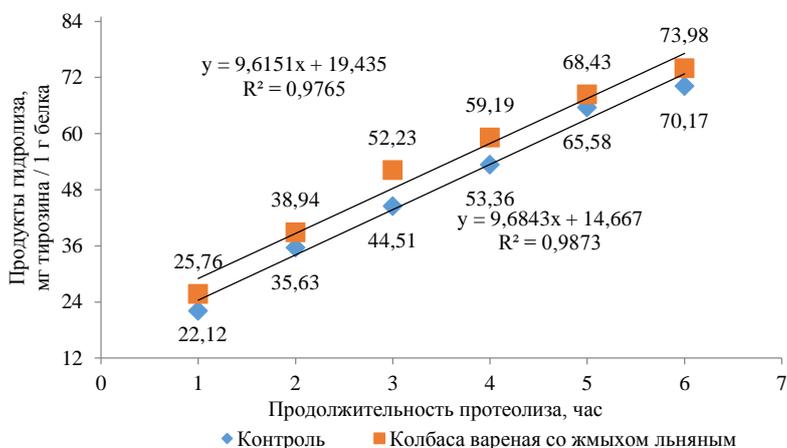


Рис. 4. Переваримость белков колбасных изделий *invitro*

Из представленных данных видно, что переваримость белков вареной колбасы с использованием муки из жмыха льняного *in vitro* составляет 73,98 мг тирозина на 1 г белка, что превосходит аналогичный показатель для контрольного образца на 5,1% (вареных колбасных изделий без использования муки из жмыха льняного).

**Заключение.** Из представленных результатов исследований, по основным показателям биологической ценности (коэффициент утилитарности аминокислотного состава, показатель избыточности содержания незаменимых аминокислот и сопоставимой избыточности, коэффициента различия аминокислотных скоров, индекса незаменимых аминокислот), определяющих потенциальную возможность удовлетворения потребностей организма человека, белки вареной колбасы с использованием муки из жмыха льняного превосходят белки вареных колбасных изделий без использования муки из жмыха льняного. К тому же, подтверждением вышесказанного является переваримость *in vitro*, в связи с которой белки разработанной вареной колбасы с использованием муки из жмыха льняного превосходят контрольный образец.

#### Список литературы

1. Василенко, З.В. Характеристика показателей качества жмыха льняного как нового ингредиента в производстве продуктов питания [Текст]/ З.В. Василенко, Т.Н. Болашенко, Е.Н. Кучерова // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2017. – №1. – С.23-27.
2. Лисин, П.А. Методология оценки сбалансированности аминокислотного состава многокомпонентных пищевых продуктов [Текст]/ П.А. Лисин, О.Н. Мусина, И.В. Кистер, Н.Л. Чернопольская // Технические науки. – 2013. – №[?]. – С.53-58.
3. Позняковский, В.М. Экспертиза мяса птицы, яиц и продуктов их переработки. Качество и безопасность [Текст]: учеб.-справ. пособие / В.М. Позняковский, О.А. Рязанова, К.Я. Мотовилов; под общ. ред. В.М. Позняковского. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 216 с.
4. Химический состав и энергетическая ценность пищевых продуктов [Текст]: справочник МакКанса и Уиддоусона / пер. с англ. 6-го изд.; под общ. ред. А.К. Батурина. – СПб.: Профессия, 2006. – 416 с.

*Материал поступил в редакцию 14.04.22.*

**З.В. Василенко, П.А. Ромашихин, Т.Н. Болашенко, Е.Н. Кучерова, А.В. Бычко**

*Беларусь мемлекеттік тамақ және химиялық технологиялар университеті,  
Могилев қ., Беларусь Республикасы*

#### **ЗЫҒЫР КҮНЖАРАСЫ ҰНЫНЫҢ ҚҰС ЕТІНЕН ПІСІРІЛГЕН ШҰЖЫҚ АҚУЫЗДАРЫНЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫНА ӘСЕРІ**

**Аңдатпа.** Алмастырылмайтын және алмастырылатын амин қышқылдарының құрамын, амин қышқылды скор, алмастырылмайтын амин қышқылдарының утилитарлық көрсеткіштерін, зығыр күнжарасынан жасалған ұнды пайдалана отырып пісірілген шұжық өнімдері ақуыздарының аминқышқылдарының теңгерімділігін, сондай-ақ бақылау үлгісімен салыстырғанда *in vitro* шұжық өнімдері ақуыздарының қорытылуын зерттеу нәтижелері ұсынылған (зығыр күнжарасынан жасалған ұнды пайдаланбай). Зығыр күнжарасының ұны енгізілген рецептурада шұжық ақуыздарының биологиялық құндылығы жоғары екендігі анықталды.

**Тірек сөздер:** зығыр сығындысы, пісірілген шұжықтар, алмастырылатын және алмастырылмайтын аминқышқылдары, аминқышқылдарының көрсеткіші, пайдалылық көрсеткіші, аминқышқылдарының теңгерімі, пісірілген шұжық ақуыздарының сіңімділігі.

Z.V. Vasilenko, P.A. Romashikhin, T.N. Bolashenko, E.N. Kucherova, A.V. Bychko

*Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Mogilev, Belarus*

#### INFLUENCE OF FLAXSEED CAKE FLOUR ON THE BIOLOGICAL VALUE OF PROTEINS OF BOILED POULTRY SAUSAGE

**Abstract.** The results of studies of the content of essential and non-essential amino acids, amino acid scoring, indicators of the utility of essential amino acids, the balance of amino acids in proteins of developed boiled sausage products using flaxseed meal, as well as the digestibility of sausage proteins in vitro in comparison with the control sample (without the use of meal from oilcake) are presented. It has been established that the proteins of sausage products with the introduction of linseed cake flour into the recipe have a higher biological value.

**Keywords:** linseed cake, boiled sausages, essential and non-essential amino acids, amino acid score, utility index, balance of amino acids, digestibility of boiled sausage proteins.

#### References

1. Vasilenko Z.V., Bolashenko T.N., Kucherova E.N. Kharakteristika pokazateley kachestva zhmykha l'nyanogo kak novogo ingrediya v proizvodstve produktov pitaniya [Characterization of quality indicators of linseed cake as a new ingredient in food production] // Bulletin of the Mogilev State University of Foodstuffs. – 2017. – No.1. – P.23-27. [in Russian].
2. Lisin P.A., Musina O.N., Kister I.V., Chernopolskaya N.L. Metodologiya otsenki sbalansirovannosti aminokislotochnogo sostava mnogokomponentnykh pishchevykh produktov [Methodology for assessing the balance of the amino acid composition of multicomponent food products] // Tekhnicheskiye nauki [Technical sciences]. – 2013. – P.53-58. [in Russian].
3. Poznyakovskiy V.M., Ryazanova O.A., Motovilov K.Ya. Ekspertiza myasa ptitsy, yaits i produktov ikh pererabotki. Kachestvo i bezopasnost' [Examination of poultry meat, eggs and products of their processing. Quality and safety] / Study guide. – Novosibirsk: Sib. univ. publishing house, 2005. – 216 p. [in Russian].
4. Khimicheskiy sostav i energeticheskaya tsennost' pishchevykh produktov [Chemical composition and energy value of foodstuffs]: McCans and Widdows on reference book / trans. from English. 6th ed.; under total ed. A.K. Baturin. – St.Petersburg: Profession, 2006. – 416 p. [in Russian].