

УДК 636.085.13:633.367

*З. В. ВАСИЛЕНКО*

### **ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА БЕЛОКСОДЕРЖАЩЕЙ ДОБАВКИ ИЗ ЗЕРНА ЛЮПИНА**

*Могилевский государственный университет продовольствия*

*(Поступила в редакцию 04.12.2007)*

**Введение.** Одним из направлений развития и совершенствования производства мясопродуктов является создание комбинированных продуктов регулируемого состава на основе мяса и белковых препаратов, полученных из различных сырьевых источников.

В мясоперерабатывающей промышленности для улучшения качественных характеристик и увеличения выхода изделий широко применяется соя и получаемые из нее белковые препараты: мука, концентраты, изоляты, текстураты. Использование растительных белковых добавок при производстве продуктов питания позволяет улучшить обеспечение населения белком, сэкономить дорогостоящее животное сырье и повысить пищевую ценность продуктов.

Помимо сои в производстве мясопродуктов используют и другие бобовые культуры: горох, чечевицу, нут, которые по сравнению с соей содержат значительно меньше белка, поэтому полностью ее заменить не могут. Кроме того, в Республике Беларусь соя не произрастает, следовательно она и белковые препараты из нее постоянно импортируются в нашу страну.

Высокобелковой бобовой культурой, альтернативной сое и выращиваемой в нашей стране, является люпин узколистный, который в настоящее время используется в основном на производство комбикормов. Люпин хорошо произрастает как на плодородных, так и на обедненных почвах ( $pH_{KCl}$  4,5–7,5). Благодаря высокой азотфиксирующей способности люпин не нуждается в азотных удобрениях и на территории Республики Беларусь имеет высокую урожайность – свыше 30 ц семян с 1 га. Содержание белка в зернах люпина достигает 30% и более в зависимости от сорта [1].

Основным препятствием на пути использования зерна люпина на пищевые цели до последнего времени являлось повышенное содержание ядовитых для человека веществ – алкалоидов. В настоящее время отечественными учеными выведен целый ряд низкоалкалоидных пищевых сортов люпина с уровнем содержания ниже 200 мг/кг, что не превышает предельный уровень, установленный Консультативным советом по новым пищевым продуктам и процессам (Великобритания) на основании результатов исследований Комитета ООН по токсичности и Комитета ООН по пищевым продуктам [2], поэтому данная культура представляет не только теоретический, но и практический интерес в качестве источника растительного белка для создания продуктов питания, способного заменить сою.

В Могилевском государственном университете продовольствия была разработана технология получения белоксодержащей добавки из зерна люпина, позволяющая при минимальной технологической обработке получить высококачественный продукт. Белоксодержащая добавка из зерна люпина представляет собой порошок светло-желтого цвета без постороннего вкуса и запаха.

Цель исследований – охарактеризовать биологическую ценность и технологические свойства белоксодержащей добавки из зерна люпина.

**Объекты и методы исследования.** Объектами исследования являлись: зерно люпина сорта Першацвет, белоксодержащая добавка из зерна люпина и соевая текстурированная мука.

В работе использовали традиционные и современные методы исследования растительного и животного сырья.

**Результаты и их обсуждение.** Полученные данные (табл. 1) свидетельствуют, что добавка из зерна люпина отличается прежде всего более высоким содержанием белка, превышающим в 1,5 раза его содержание в зерне люпина. Кроме того, в добавке по сравнению с зерном значительно увеличилось содержание сырого жира и сахарозы. Общее содержание пищевых волокон (целлюлозы и гемицеллюлоз) уменьшилось: целлюлозы – в 2,6 раза, гемицеллюлоз – в 1,5 раза. Содержание минеральных веществ практически не изменилось. Содержание алкалоидов также снизилось в 1,5 раза и составило 0,008%, что значительно ниже предельно допустимого уровня в 0,02%. Таким образом, разработанная добавка из зерна люпина представляет собой ценный в пищевом отношении продукт, содержащий 45% белка.

Результаты исследований аминокислотного состава белков добавки по сравнению с аминокислотным составом белков зерна люпина (табл. 2) свидетельствуют, что суммарное содержание

Т а б л и ц а 1. Сравнительный химический состав зерна люпина и добавки из зерна люпина

Наименование пищевого вещества	Содержание, % на сухое вещество	
	Зерно люпина	Добавка из люпина
Содержание сухих веществ	91,30	92,80
Белки	30,00	45,69
Жир	5,80	12,16
Редуцирующие сахара	Следы	Следы
Сахароза	5,01	10,30
Целлюлоза	14,28	5,61
Гемицеллюлозы	7,83	5,30
Минеральные вещества	3,21	3,04
Алкалоиды	0,0018	0,0008

Т а б л и ц а 2. Сравнительный АК состав белков зерна люпина и белоксодержащей добавки из зерна люпина

Наименование аминокислоты	Белки зерна люпина	Белки добавки из зерна люпина	
	Содержание аминокислоты, г/100 г белка	Содержание аминокислоты, г/100 г белка	% к исходному сырью
<i>Незаменимые аминокислоты</i>			
Треонин	3,11	3,16	101,61
Валин	3,62	3,64	100,55
Метионин	0,36	0,41	113,89
Лейцин	6,66	6,84	102,70
Изолейцин	3,60	3,64	101,11
Фенилаланин	4,44	6,06	136,49
Триптофан	1,05	1,14	108,57
Лизин	4,79	4,44	92,69
Сумма незаменимых аминокислот	27,63	29,33	106,15
<i>Заменимые аминокислоты</i>			
Аспарагиновая кислота	10,23	10,01	97,85
Серин	5,23	5,21	99,62
Глутаминовая кислота	24,91	24,23	97,27
Пролин	4,82	4,79	99,38
Цистеин	1,68	1,73	102,98
Глицин	3,98	3,98	100,00
Аланин	3,32	3,47	104,52
Тирозин	3,57	3,36	94,12
Гистидин	3,44	3,08	89,53
Аргинин	10,17	9,82	96,56
Сумма заменимых аминокислот	71,35	69,68	97,66

незаменимых аминокислот в белках добавки из зерна люпина сорта Першацвет и исходном сырье отличается незначительно и составляет 27,63 и 29,33 г/100 г белка соответственно.

Вместе с тем по содержанию большинства незаменимых аминокислот добавка из зерна люпина превосходит исходное сырье по треонину на 1,61%, валину – 0,55, метионину – 13,89, лейцину – 2,70, изолейцину – 1,11, фенилаланину – 36,49, триптофану – 8,57 и только содержание лизина уменьшилось на 7,31%.

Таким образом, белоксодержащая добавка из зерна люпина сорта Першацвет превосходит исходное сырье как по общему содержанию незаменимых аминокислот, так и по содержанию отдельных аминокислот в своем составе.

Для более полного представления о биологической ценности белка добавки из зерна люпина были рассчитаны аминокислотный скор и показатель утилитарности, которые в совокупности достаточно полно отражают сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к эталонному белку.

Биологическую ценность белков добавки из зерна люпина и зерна люпина по аминокислотному составу оценивали при сравнении его с аминокислотным составом «идеального» белка по шкале ФАО/ВОЗ. Аминокислотный скор каждой незаменимой аминокислоты в «идеальном» белке принят за 100%.

Полученные данные (табл. 3) свидетельствуют, что лимитирующими аминокислотами как белка добавки из зерна люпина, так и зерна люпина являются метионин + цистеин, скор которых наименьший – 61,1 и 58,3% соответственно, скор остальных незаменимых аминокислот находится в пределах 72,4–97,7%, за исключением триптофана, фенилаланина + тирозина. Содержание триптофана, фенилаланина + тирозина превышает данный показатель «идеального» белка, и аминокислотный скор составляет 114,0 и 157,0% для белка добавки из зерна люпина и 105,0 и 133,5% для белка зерна люпина соответственно.

Т а б л и ц а 3. Аминокислотный скор белков добавки из зерна люпина

Наименование аминокислоты	Содержание аминокислоты в «идеальном» белке, г/100 г белка	Содержание аминокислоты в белках, г/100 г белка		Аминокислотный скор, %	
		зерна люпина	добавки из зерна люпина	зерна люпина	добавки из зерна люпина
Изолейцин	4,00	3,60	3,64	90,0	91,0
Лейцин	7,00	6,66	6,84	95,1	97,7
Лизин	5,50	4,79	4,44	87,1	80,7
Метионин + цистеин	3,50	2,04	2,14	58,3	61,1
Фенилаланин + тирозин	6,00	8,01	9,42	133,5	157,0
Треонин	4,00	3,11	3,16	77,75	79,0
Валин	5,00	3,62	3,64	72,4	72,8
Триптофан	1,00	1,05	1,14	105,0	114,0

Для образования в организме человека необходимых белковых элементов потребляемые белки должны состоять из взаимосбалансированных количеств незаменимых аминокислот. Возможность их утилизации организмом predetermined минимальным скором одной из аминокислот и численно характеризуется показателем утилитарности (рис. 1).

По степени утилитарности организмом незаменимые аминокислоты белков добавки из зерна люпина можно расположить в следующей убывающей последовательности:

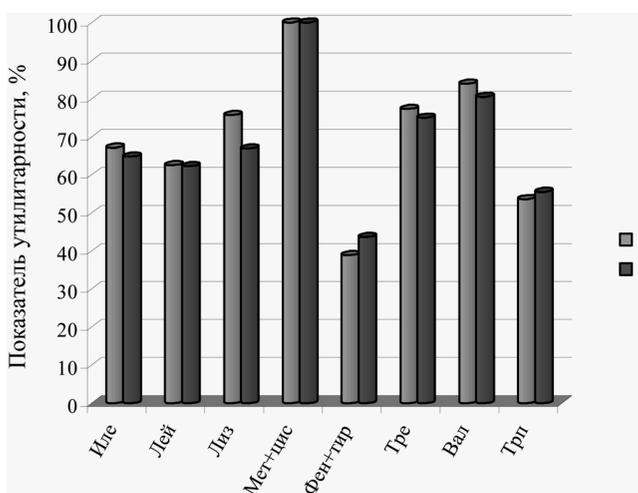


Рис. 1. Показатели утилитарности аминокислот белков зерна люпина (1) и добавки из зерна люпина (2)

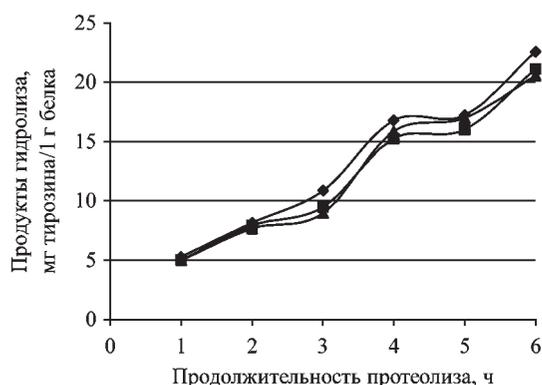


Рис. 2. Переваримость белков в составе добавки из зерна люпина (1), зерна люпина сорта Першацвет (2), соевой текстурированной муки (3)

метионин + цистеин (100%), валин (83,93%), треонин (77,34%), лизин (75,71%), изолейцин (67,14%), лейцин (62,54%), триптофан (53,60%), фенилаланин + тирозин (38,92%); белков зерна люпина: метионин + цистеин (100%), валин (80,50%), треонин (74,98%), лизин (66,93%), изолейцин (64,80%), лейцин (62,28%), триптофан (55,50%), фенилаланин + тирозин (43,67%). Из представленных данных видно, что наименьшим показателем утилитарности аминокислот как в белках добавки из зерна люпина, так и зерна люпина обладают фенилаланин + тирозин. Этот показатель для них составляет 38,92 и 43,67% соответственно. Следовательно, именно эти незаменимые аминокислоты будут использоваться наименее рационально.

Вместе с тем приведенные выше характеристики белков не позволяют судить в полной мере о степени их утилизации в желудочно-кишечном тракте человека. Более полное представление об этом можно получить из анализа их подверженности гидролизу пищеварительными ферментами.

Для оценки переваримости белков *in vitro* использовали методику, разработанную А. А. Покровским и И. Д. Ертановым, в которой продукты ферментативного гидролиза диализировали через полупроницаемую мембрану и определяли в диализной жидкости реактивом Фолина [3].

Исследование переваримости белков (рис. 2) показало, что белки добавки из зерна люпина характеризуются максимальной степенью переваримости среди взятых нами продуктов. Степень переваримости белков добавки составила 22,579 мг тирозина на 1 г белка, что превышает данный показатель для белков зерна люпина на 6,4%, для белков текстурированной соевой муки – на 9,0%. Таким образом, по степени переваримости *in vitro* белки добавки из зерна люпина не уступают белкам соевой текстурированной муки и даже превышают этот показатель.

Поскольку в последние годы наука о питании относит макро- и микроэлементы наравне с аминокислотами и витаминами к незаменимым факторам питания, практический интерес представлял собой элементный состав зольного остатка как исходного сырья – зерна люпина, так и продукта его переработки.

Исходя из представленных в табл. 4 данных можно сделать вывод, что белоксодержащая добавка из зерна люпина сорта Першацвет превосходит исходное сырье по содержанию многих элементов, кроме кальция. В то же время ни в зерне люпина, ни в добавке из зерна люпина не содержались тяжелые металлы в количествах, превышающих предельно допустимый уровень.

Т а б л и ц а 4. Содержание макро- и микроэлементов в зерне люпина и добавке из зерна люпина

Наименование вещества	Содержание минеральных веществ, мг%	
	Зерно люпина	Добавка из люпина
Калий	955	1125
Натрий	5	5,6
Кальций	265	148
Фосфор	488	587,5
Магний	186	201
Железо	2	8,5
Медь	0,18	0,6
Цинк	1,3	2,6
Никель	0,022	0,079
Кобальт	Менее 0,01	Менее 0,01
Марганец	1,4	3,1
Хром	Менее 0,01	Менее 0,01

Таблица 5. Жирно-кислотный состав жиров белоксодержащей добавки из зерна люпина по сравнению с жирами зерна люпина

Наименование жирной кислоты	Содержание жирных кислот		
	Жиры зерна люпина, г/100 г	Жиры белоксодержащей добавки из зерна люпина, г/100 г	% к исходному сырью
<i>Насыщенные жирные кислоты</i>			
Миристиновая	0,09	0,60	666,67
Пентодекановая	0,93	0,88	94,62
Пальмитиновая	13,83	12,25	88,58
Стеариновая	7,41	10,27	138,60
Арахидиновая	0,86	1,06	123,26
Бегеновая	–	2,18	–
Лигноцериновая	1,92	–	–
Сумма насыщенных жирных кислот	25,04	27,24	108,79
<i>Ненасыщенные жирные кислоты</i>			
Миристоолеиновая	0,26	0,21	80,77
Пальмитоолеиновая	–	0,14	–
Цис-9-олеиновая	35,00	38,70	110,57
Линолевая	35,29	28,95	82,03
$\alpha$ -линоленовая	4,41	4,49	101,81
Сумма ненасыщенных жирных кислот	74,96	72,76	97,07

Поскольку в составе добавки из зерна люпина было обнаружено достаточно большое количество сырого жира (12%), исследовали его жирно-кислотный состав.

Из табл. 5 видно, что суммарное содержание ненасыщенных жирных кислот в добавке из зерна люпина превалирует над содержанием насыщенных жирных кислот и максимально приближено к оптимально возможному для рационального питания соотношению (70:30) [4], при этом основная доля ненасыщенных жирных кислот представлена в обоих объектах цис-9-олеиновой и линолевой кислотами.

Качественные и количественные различия жирно-кислотного состава жиров добавки и зерна люпина, по-видимому, связаны с биохимическими процессами, протекающими при производстве добавки. В целом же биологическая эффективность жиров добавки и зерна люпина достаточно высокая.

При использовании в производстве продуктов питания белоксодержащей добавки из зерна люпина необходимо учитывать технологические и функциональные свойства белка как основного и наиболее ценного компонента, существенное влияние на которые оказывает количественное соотношение белковых фракций, поэтому практический интерес представлял фракционный состав общего белка.

Исходя из данных, представленных на рис. 3, можно сделать вывод, что фракционный состав белков зерна люпина и белоксодержащей добавки из зерна люпина различается незначительно. Преобладающей фракцией белков как зерна люпина, так и добавки из зерна люпина являются глобулины, количество которых составляет 65,8 и 66,2% от общего содержания белковых ве-



Рис. 3. Фракционный состав белков зерна люпина и добавки из зерна люпина

ществ соответственно, на фракцию альбуминов приходится 28,6 и 28,2% соответственно, в минимальном количестве содержится фракция глобулинов – 5,6%. Фракция проламинов практически отсутствует, что характерно для бобовых культур в целом.

Таким образом, технологические свойства белоксодержащих продуктов на основе люпина будут определять глобулины и альбумины как преобладающие фракции в составе общего белка.

Для определения возможности и направления использования белоксодержащей добавки из зерна люпина в производстве продуктов питания были исследованы ее технологические свойства: водоудерживающая способность и эмульгирующая способность.

Исследования технологических свойств добавки из зерна люпина показали, что она обладает хорошей водоудерживающей способностью – 290–300% и эмульсионной стабильностью – 45–53%. Водоудерживающая способность добавки из зерна люпина в 2,5%-ном растворе поваренной соли возрастает на 10%. Вместе с тем эмульсионная стабильность при использовании 2,5%-ного и 5%-ного раствора поваренной соли снижается с 53% в дистиллированной воде до 45% в 5%-ном растворе хлорида натрия.

**Заключение.** Результаты проведенных исследований пищевой, биологической ценности белков и биологической эффективности жиров, а также технологических свойств белоксодержащей добавки из зерна люпина показали, что она является ценным источником питательных веществ, в том числе полноценного белка. По переваримости белоксодержащая добавка из зерна люпина превосходит как исходное сырье – зерно люпина, так и образец сравнения – соевую муку текстурированную. Следовательно, разработанная белоксодержащая добавка из зерна люпина может быть использована в пищевой промышленности, в частности при производстве колбасных изделий.

## Литература

1. Гринь В. В. Белорусский люпин в Европейском союзе // Белорусское сельское хозяйство, 2003. № 4. С. 34–35.
2. Сизенко Е. И., Лисицын А. Б., Кудрешов А. С., Распятин А. В. Пищевая ценность люпина и направления использования продуктов его переработки // Все о мясе. 2004. № 4. 2004. С. 34–40.
3. Покровский А. А., Ертанов И. Д. Атакуемость белков пищевых продуктов протеолитическими ферментами *in vitro* // Вопросы питания. 1965. № 3. С. 38–45.
4. Толкунов С. Н., Бидюк А. Я., Толкунова Н. Н. Жирнокислотный состав липидов вареных колбасных изделий // Мясная индустрия. 2006. № 2. С. 49–50.

Z. V. VASILENKO

## QUALITY CHARACTERISTIC OF PROTEIN-CONTAINING LUPIN GRAIN ADDITIVE

### Summary

The technology of production of the lupin grain additive, whose structure contains above 45% protein, is developed. The results on the quality of the protein-containing additive and its technological properties are presented. It is shown that the additive is a valuable source of food substances, including high-grade protein.