УДК 633.367.3:636.085.3

БИОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗЕРНА БЕЛОГО ЛЮПИНА

Т. ЯГОВЕНКО, **Е. АФОНИНА**, кандидаты биол. наук, ВНИИ люпина — филиал ФНЦ «ВИК имени В.Р. Вильямса»
E-mail: af0804@yandex.ru

Рассмотрены основные биохимические показатели нативного и обрушенного зерна белого люпина сорта Дега. Проанализированы составляющие основных питательных компонентов и лимитирующего фактора — алкалоидов. Исследования показали, что по содержанию питательных веществ белый люпин может составить достойную конкуренцию традиционным бобовым культурам. Сделан вывод о возможности эффективного его использования в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы.

Ключевые слова: *люпин, протеин, аминокислоты, жирные кислоты, витамины, алкалоиды.*

The chemical composition of native and dehulled grains of white lupine (Dega cultivar) was studied. The composition of major nutritive fractions and primary antinutritive factors (alkaloids) was analyzed. The study evidenced that nutrient contents in white lupine is comparable to the traditional legumes. It was concluded that this lupine variety can be effectively included into the diets for productive animals and poultry.

Keywords: *lupine, protein, amino acids, fatty acids, vitamins, alkaloids.*

Современное промышленное животноводство России испытывает недостаток в растительных кормах и концентратах с высоким содержанием протеина. В этом плане представляет интерес белый люпин, современные сорта которого при благоприятных условиях возделывания могут накапливать в зерне до 40% белка и 12% жира [3]. По выходу белка с единицы площади белый люпин превосходит другие виды люпина [4]. К сожалению, в нашей стране его питательный потенциал недостаточно используется в кормопроизводстве, несмотря на то, что посевные площади в последние годы значительно расширились.

По аминокислотному составу белки зерна этой культуры не уступают белкам сои. Зерно белого люпина — хороший источник минеральных веществ, целого ряда витаминов, отличается повышенным содержанием каротиноидов, практически не имеет ингибиторов трипсина, что дает возможность использовать его без термической обработки [7]. Главный лимитирующий фактор применения люпина в кормопроизводстве — наличие в зерне алкалоидов, но современные сорта, созданные во ВНИИ люпина, содержат их в небольшом количестве (до 0,100%), которое безопасно для здоровья сельскохозяйственных животных и птицы [3].

Наряду с нативным зерном в кормлении находит применение зерно люпина без оболочки [7]. В нем выше уровень основных питательных характеристик, учитываемых при разработке рационов кормления, и алкалоидов, но меньше содержание трудноперевариваемой клетчатки. В обрушенном зерне существенно облегчается доступ ферментов к питательным веществам, что позволяет значительно расширить возможности его использования при балансировке рационов. Кормовая ценность белого люпина достаточно высокая: уровень обменной энергии зернофуража колеблется от 11,5 до 14,4 МДж/кг, обрушенного зерна — от 15,7 до 17,0 МДж/кг.

Цель настоящей работы — исследование и оценка биохимического состава зерна люпина белого сорта Дега по основным показателям, учитываемым при составлении кормовых рационов. Определяли биохимические показатели по общепринятым методикам [1, 8]. Исследование аминокислот, жирных кислот, микроэлементов проводили в испытательном центре Ленинградской межобластной ветеринарной лаборатории.

Белок и аминокислотный состав. Содержание сырого протеина в зерне одного и того же сорта может разниться, что связано с реакцией сорта на агроклиматические условия возделывания. В семенах люпина сорта Дега уровень сырого протеина варьирует от 31,4 до 38,8%, при этом он отличается значительной питательной ценностью (табл. 1). В общем количестве аминокислот наибольшая доля приходится на глутаминовую (20,4%) и аспарагиновую (10,9%) кислоты. Среди протеиногенных аминокислот выделяются незаменимые, из которых особо важные (критические) лизин, метионин+цистин и триптофан составляют 4,71; 1,85 и 0,69% соответственно. После обрушивания зерна люпина получают ядро — высокобелковый корм, содержащий более 47% протеина, что на 20—25% выше, чем в нативном зерне как по содержанию сырого протеина, так и аминокислот.

Таблица 1. Аминокислотный состав, % (на а.с.в.)

Показатель	Зерно цельное	Зерно обрушенное
Сырой протеин	37,78 ± 1,00	47,26 ± 1,23
Заменимые аминокислоты		
Аланин	1,57 ± 0,17	1,86 ± 0,20
Аспарагиновая кислота	4,12 ± 0,44	5,17 ± 0,55
Глутаминовая кислота	7,73 ± 0,83	9,83 ± 1,05
Пролин	1,49 ± 0,16	1,81 ± 0,19
Серин	2,00 ± 0,22	2,49 ± 0,27
Тирозин	1,62 ± 0,17	2,11 ± 0,23
Цистин	0,50 ± 0,06	0,64 ± 0,07
Незаменимые аминокислоты		
Аргинин	3,61 ± 0,39	4,63 ± 0,50
Валин	1,43 ± 0,15	1,75 ± 0,19
Гистидин	0,84 ± 0,09	1,04 ± 0,11
Глицин*	1,46 ± 0,16	1,78 ± 0,19
Изолейцин	1,60 ± 0,17	1,98 ± 0,21
Лейцин	2,67 ± 0,29	3,30 ± 0,35
Лизин	1,78 ± 0,21	2,13 ± 0,25
Триптофан	0,26 ± 0,04	0,29 ± 0,04
Метионин	0,20 ± 0,03	0,28 ± 0,03
Треонин	1,44 ± 0,18	1,80 ± 0,23
Фенилаланин	1,53 ± 0,16	1,88 ± 0,20

**Незаменимая аминокислота для птицы.*

Жиры и жирные кислоты. Жиры и жироподобные вещества в кормлении принято называть сырым жиром. По этому показателю нормируется липидное питание. Недостаток незаменимых жирных кислот или нарушение их соотношения приводит к изменению обменных процессов, уменьшению естественной резистентности организма к инфекционным болезням, снижению продуктивности [5]. В зерне белого люпина содержится от 7 до 12% жира в зависимости от генотипа сорта, климатических и погодных условий выращивания. Анализ показал, что жировой состав зерна белого люпина представлен преимущественно высокоценными ненасыщенными жирными кислотами (табл. 2).

Максимальное количество от общей суммы жирных кислот приходится на ненасыщенные олеиновую (52,93%) и линолевую (16,42%). Среди насыщенных кислот лидирующую позицию занимает пальмитиновая (8,60%).

Углеводы. Основным поставщиком энергии в клетки и ткани организма являются углеводы, поэтому при оценке сырья для производства комбикорма особое внимание уделяется клетчатке, сахарам и крахмалу. В нативном зерне белого люпина содержание сырой клетчатки колеблется от 11 до 14%, в обрушенном зерне не превышает 2%. После удаления оболочки уровень крахмала увеличивается до 15,4%, в то время как в нативном зерне он составляет 10,8% (табл. 3).

Таблица 2. Жирнокислотный состав, % (на а.с.в.)

Показатель	Зерно цельное	Зерно обрушенное
Сырой жир	8,92 ± 0,42	11,06 ± 0,55
Насыщенные жирные кислоты		
Миристиновая	0,014 ± 0,002	0,019 ± 0,002
Пальмитиновая	0,767 ± 0,043	0,944 ± 0,043
Стеариновая	0,176 ± 0,010	0,317 ± 0,014
Арахиновая	0,079 ± 0,005	0,096 ± 0,005
Бегеновая	0,304 ± 0,018	0,387 ± 0,017
Лигноцеровая	0,011 ± 0,001	0,069 ± 0,003
Ненасыщенные жирные кислоты		
Пальмитолеиновая	0,027 ± 0,002	0,035 ± 0,002
Олеиновая*	4,721 ± 0,265	5,832 ± 0,264
Линолевая*	1,465 ± 0,082	1,744 ± 0,079
Линоленовая*	0,682 ± 0,040	0,867 ± 0,039
Гадолеиновая	0,336 ± 0,020	0,387 ± 0,020
Арахидоновая*	0,020 ± 0,001	0,036 ± 0,002
Эруковая	0,141 ± 0,008	0,185 ± 0,008
Докозагексаеновая	0,079 ± 0,005	0,091 ± 0,004

**Незаменимые жирные кислоты.*

Минеральные элементы. Содержание основных минеральных элементов в зерне белого люпина можно охарактеризовать так: макроэлементы — K > P > Ca > Mg; микроэлементы — Mn > Fe > Zn > Co > Cu (табл. 4). С точки зрения кислотно-щелочного баланса кормов необходимо знать соотношения Ca:P и Ca:Mg, которые в зерне сорта Дега составляют соответственно 0,62 и 1,22. Считается, что если в кормовом рационе на одну часть фосфора приходится от 0,5 до 2 частей кальция, а на одну часть магния — 2—3 части кальция, то их усвоение будет наилучшим. Поэтому при использовании в рационах зерна белого люпина необходимо балансировать соотношение магния с кальцием.

Витамины. Наиболее важные при составлении рационов витамины представлены в таблице 5. Содержание α-токоферола составляет в среднем 12—15% от суммы токоферолов. По наличию каротина люпин значительно превосходит другие зернобобовые культуры.

Алкалоиды. Согласно Международному классификатору СЭВ рода *Lupinus L.* [6], малоалкалоидный (от 0,025 до 0,1%) и среднеалкалоидный (от 0,1 до 0,3%) виды люпина пригодны для скармливания животным. Различные виды и даже формы одного и того же вида могут иметь

Таблица 3. Содержание углеводов, % (на а.с.в.)

Показатель	Зерно цельное	Зерно обрушенное
Сырая клетчатка	13,21 ± 1,51	1,89 ± 1,01
Сахара	6,61 ± 1,09	8,33 ± 1,25
Крахмал	10,77 ± 1,83	15,42 ± 1,61

Таблица 4. Минеральный состав

Показатель*	Зерно цельное	Зерно обрушенное
Сырая зола, %	3,93 ± 0,18	4,27 ± 0,19
Хлор, %	0,045 ± 0,04	0,022 ± 0,02
Хлористый натрий, %	0,067 ± 0,05	0,033± 0,05
Железо, мг/кг	43,63 ± 8,60	39,49± 8,10
Йод, мг/кг	0,23 ± 0,04	0,78 ± 0,14
Калий, %	1,35 ± 0,11	1,68 ± 0,12
Кальций, %	0,22 ± 0,05	0,12 ± 0,04
Магний, %	0,18 ± 0,01	0,19 ± 0,01
Марганец, мг/кг	1428,0 ± 207,0	1692,0 ± 245,0
Медь, мг/кг	8,61 ± 1,80	10,29 ± 2,10
Натрий, мг/кг	171,20 ± 31,0	202,5 ± 36,0
Сера, %	0,28 ± 0,05	0,36 ± 0,05
Фосфор, %	0,35 ± 0,06	0,44 ± 0,07
Цинк, мг/кг	37,93 ± 7,10	43,30 ± 8,10
Кобальт, мг/кг	18,70 ± 0,9	5,80 ± 0,3

**Показатели в процентах даны на а.с.в.*

Таблица 5. Содержание витаминов, мг/кг

Показатель	Зерно цельное	Зерно обрушенное
α-токоферол (витамин Е)	1,1 ± 0,1	3,6 ± 0,4
Тиамин (витамин B_1)	9,9 ± 1,0	9,8 ± 1,0
Пиридоксин (витамин B_6)	1,2 ± 0,1	1,4 ± 0,1
Ниацин (витамины B_3, PP)	9,1 ± 0,8	11,7 ± 1,2
Пантотеновая кислота (витамин B_5)	1,6 ± 0,2	0,7 ± 0,1
Рибофлавин (витамин B_2)	2,2 ± 0,2	1,8 ± 0,2
Холин (витамин B_4)	40,4 ± 4,0	30,6 ± 3,1
Аскорбиновая кислота (витамин С)	0,06 ± 0,01	0,19 ± 0,02
β-каротин, мг/кг	9,29 ± 0,06	11,15 ± 0,05

Таблица 6. Содержание и состав алкалоидов, % (на а.с.в.)

Показатель	Зерно цельное	Зерно обрушенное
Содержание алкалоидов	0,062 ± 0,006	0,080 ± 0,008
Состав алкалоидов, %		
Спартеин	5,9 ± 0,6	8,5 ± 0,8
Аммодендрин	8,5 ± 0,9	5,4 ± 0,5
Ангустифолин	9,5 ± 1,0	8,1 ± 0,8
Изолюпанин	9,3 ± 0,9	8,8 ± 0,9
Афиллидин	4,7 ± 0,5	5,7 ± 0,6
Дегидроксилюпанин	14,3 ± 1,4	15,0 ± 1,5
Люпанин	37,1 ± 3,7	40,1 ± 4,0
13-оксилюпанин	8,5 ± 0,8	6,5 ± 0,6
Эфир 13-оксилюпанин	2,2 ± 0,2	1,4 ± 0,1

не только разное количество алкалоидов, но и разный их состав. По степени возрастания токсичности алкалоиды располагаются следующим образом: люпанин, люпинин, спартеин, гидроксилюпанин.

У люпина белого сорта Дега общее содержание алкалоидов в нативном зерне находится на уровне 0,062%, в их составе преобладают люпанин (37,1%) и дегидроксилюпанин (14,3%). Для исключения отравления алкалоидами люпина необходимо контролировать их содержание [1]. В таблице 6 приведены данные об уровне алкалоидов в люпине.

Основные биохимические показатели зерна белого люпина и его высокая урожайность делают его эффективной составляющей рационов кормления для разных групп сельскохозяйственных животных и птицы. В то же время в качестве основного белкового компонента в компьютерных программах по расчету рецептов или рационов обычно используют сою и продукты ее переработки (соевый шрот), большая часть которых закупается за рубежом по высоким ценам. Кроме того, в нативном зерне сои содержится ряд неблагоприятных факторов.

Из адаптированных к конкретным условиям сортов белого люпина возможно получать дешевый экологический чистый белок. Эта культура способна полностью заменить сою, а также может использоваться наравне с ней в различных соотношениях. Результаты многолетних исследований показали, что белый люпин может составить достойную конкуренцию традиционным бобовым культурам.

Литература

1. *Артюхов, А.И.* Количественное определение алкалоидов в люпине: Методические рекомендации / А.И. Артюхов [и др.]. — Брянск: Читай-город, 2012. — 16 с.
2. *Ермаков, А.И.* Методы биохимического исследования растений / Ермаков А.И. — Л.: Агропромиздат, 1987.
3. *Лукашевич, М.И.* Урожайность и кормовая ценность сортов и перспективных образцов люпина белого селекции ВНИИ люпина / М.И. Лукашевич [и др.] // Сб. материалов Междунар. научно-практ. конф. «Новые сорта люпина, технология их выращивания и переработки, адаптация в системы земледелия и животноводства». — Брянск: Читай-город, 2017. — 271 с.
4. *Такунов, И.П.* Люпин в земледелии России / И.П. Такунов. — Брянск: Придесенье, 1996. — 372 с.
5. *Фисинин, В.И.* Современные подходы к кормлению высокопродуктивной птицы / В.И. Фисинин, И.А. Егоров // Птица и птицепродукты. — 2015. — №3. — С. 27—29.
6. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и Международный классификатор СЭВ рода LUPINUS L. — Л., 1983. — 36 с.
7. *Штеле, А.Л.* Кормовая ценность белого люпина для высокопродуктивной птицы / А.Л. Штеле // Белый люпин. — 2014. — №1. — С. 15—21.
8. *Wink M.* Methoden zum Nachweis von Lupinen Alkaloiden/ Lupinen 1991 — Forschung, Anbau unl Verwertung 1992. P. 78—90. ■