

ЗЕМЛЯРОБСТВА І РАСЛІНАВОДСТВА

УДК 633.31/.37:547.466:547.96

Л. В. КУКРЕШ¹, И. В. РЫШКЕЛЬ²

ОЦЕНКА БЕЛКА ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР ПО АМИНОКИСЛОТНОМУ СОСТАВУ

¹*Адміністрацыя Прэзідэнта Рэспублікі Беларусь,*

²*Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию*

(Поступила в редакцию 13.11.2007)

Увеличение производства растительного белка как на кормовые цели, так и на продовольственные – одна из важнейших задач аграрной отрасли Беларуси. Дефицит кормового белка остается одной из наиболее актуальных проблем в животноводстве. Именно этот фактор в настоящее время лимитирует производство молока и мяса, является основной причиной высокой себестоимости животноводческой продукции.

Жизненно важное значение белков обусловлено большим разнообразием их физико-химических свойств и биологических функций. Из огромного количества природных органических веществ, входящих в состав живых организмов, ни одно не имеет такого большого значения и не обладает такими многообразными функциями в жизни организма, как белки [1, 2].

Вместе с тем высокое содержание белка еще не дает полную характеристику полноценности корма по этому показателю, поскольку в зависимости от своего аминокислотного состава он по-разному удовлетворяет потребности животного организма. Поэтому для высокоэффективного ведения сельскохозяйственного производства необходимо учитывать содержание аминокислот в кормах, которые используются организмом животных на поддержание физиологических функций, обеспечение их потребностей для образования новых тканей и продукции.

Потребность в аминокислотах у разных видов сельскохозяйственных животных неодинакова. У взрослых жвачных в объемистых преджелудках обитает огромное количество микроорганизмов, способных синтезировать все необходимые организму аминокислоты из аммиака, выделяющегося при распаде белка или небелковых азотистых соединений. Из этих аминокислот микробы строят белки своего тела, которые, перевариваясь в сычуге, служат источником полноценного белка в организме животного. Таким образом, для взрослых жвачных аминокислотное питание является менее острой проблемой, чем для моногастридных, для которых решающее значение имеет, очевидно, общий уровень белка в рационе. Большую потребность в незаменимых аминокислотах испытывает молодняк жвачных, у которого еще недостаточно развиты преджелудки. Высокую продуктивность свиней и птиц, в организме которых многие аминокислоты не синтезируются, можно поддерживать лишь рационами, содержащими оптимальные количества как заменимых, так и незаменимых аминокислот, т. е. сбалансированными по аминокислотному составу кормов [3–5].

Известно, что незаменимыми для свиней (особенно растущих) являются следующие аминокислоты: лизин, метионин, триптофан, аргинин, гистидин, лейцин, изолейцин, фенилаланин, треонин, валин; для птиц, кроме того, глицин [2].

Поскольку белковые корма широко используются в комбикормовой промышленности, то даже небольшое улучшение их аминокислотного состава может иметь существенное практическое значение. Так, поступление высокобелковой пищи в необходимом количестве в рацион питания

человека способствует улучшению его физического и эмоционального состояния, укреплению иммунной системы и повышению трудоспособности.

Цель исследований – оценка белков различных зернобобовых культур, выращиваемых в республике, по различным методикам для выявления наиболее ценного из них для различных групп животных и человека.

Материалы и методы исследования. Образцы семян зернобобовых культур были отобраны в полевых опытах, проведенных в 2005–2007 гг. на опытном поле экспериментальной базы «Зазерье» НПЦ НАН Беларуси по земледелию в Пуховичском районе Минской области. Почва опытного участка – дерново-подзолистая, легкосуглинистая, характеризующаяся следующими агрохимическими показателями пахотного горизонта: pH_{KCl} 6,14, содержание гумуса – 2,2–2,5%, подвижного фосфора – 210–283, обменного калия – 270–378 мг/кг.

Исследования проводили с сортами гороха посевного Миллениум, гороха полевого Алекс, вики яровой Удача, люпина узколистного Хвалько. Образцы взяты из одноименных вариантов при идентичности технологических условий возделывания и уборки.

Для оценки использовали различные методы расчета ценности белков в соответствии с существующими методическими рекомендациями [1].

Результаты и их обсуждение. Оценка ценности кормового белка имеет ряд сложностей ввиду отсутствия единой общепринятой методики, в литературе описывается ряд способов определения этого показателя.

Прямые методы базируются на основе анализа результатов скармливания белоксодержащих кормов птицам и млекопитающим. В них рассматриваются: рост, анализы туши, баланс азота и воспроизводство опытных животных, кормление которых осуществлялось определенным кормом.

Биологические методы. Коэффициент эффективности белка, который представляет собой отношение привеса животного к весу, потребленного им белка при определенных условиях. Общая ценность белка: при этом белок скармливается в виде добавки к зерновым белкам и сравнивается с использованием аналогичным образом казеина, который служит в качестве стандарта. Биологическая ценность: этот показатель определяется как процент всосавшегося и удержанного организмом азота и находится методом баланса азота.

Косвенные, или биохимические, методы – химической суммы, химический индекс и др. [6].

Приведенное множество методов свидетельствует, что разработка простых и легко воспроизводимых биохимических методов определения питательной ценности белка является достаточно сложным процессом и результаты зависят от понимания специфических потребностей животных в аминокислотах, степени совершенства методов аминокислотного анализа и факторов, влияющих на формирование белка в растительных организмах. Поиск методов повышения точности определения аминокислотной полноценности белков продолжается. По мере накопления новых данных и разработки методик предлагались различные частные решения проблемы косвенной биохимической оценки качества белка. Некоторые из этих решений рассмотрены ниже.

Для расчета биологической ценности белка в наших опытах аминокислотный состав в семенах гороха полевого, гороха посевного, люпина узколистного и вики яровой определен в лаборатории мониторинга плодородия почв и экологии Института почвоведения и агрохимии (табл. 1).

Исследованиями установлено, что высоким содержанием таких незаменимых аминокислот, как лизин, лейцин, фенилаланин, гистидин, характеризуется белок семян гороха посевного. Незначительно по их содержанию уступают семена гороха полевого. Вика яровая характеризуется высоким содержанием в семенах трениона, валина, изолейцина, лейцина, метионина и аргинина. В белке семян люпина узколистного содержание триптофана превосходит остальные изучаемые зернобобовые культуры.

Для расчета биологической ценности белка использовали следующие методы.

1. Метод оценки по «химическому числу», где каждая незаменимая аминокислота исследуемого продукта выражается в процентном отношении к содержанию этой аминокислоты в белке цельного куриного яйца. Полученные проценты всех незаменимых аминокислот суммируются и делятся на число взятых для расчета аминокислот, что и принимается за показатель биологической ценности.

Т а б л и ц а 1. **Общее содержание аминокислот в белках исследуемых культур, среднее за 2005–2007 гг., %**

Аминокислота	Горох полевой	Горох посевной	Люпин узколистный	Вика яровая
Треонин	3,03	3,72	3,52	4,09
Валин	3,29	3,85	3,52	4,19
Изолейцин	2,98	3,60	3,59	3,78
Лейцин	5,26	6,28	5,97	6,77
Лизин	5,66	6,01	5,15	5,53
Триптофан	0,58	0,69	4,05	0,56
Фенилаланин	3,34	3,93	3,46	3,81
Метионин	0,82	0,96	0,88	1,02
Аргинин	7,62	8,57	9,36	9,37
Гистидин	2,21	2,95	2,66	2,50
Глицин	2,04	2,31	2,48	2,37
Аспарагиновая кислота	6,97	8,25	6,10	8,20
Глютаминовая кислота	12,02	14,16	13,00	14,68
Цистин	8,38	9,60	10,47	10,90
Аланин	2,95	3,36	3,12	3,66
Тирозин	2,26	2,77	3,02	3,03

Расчет «химического числа» проводится по формуле

$$\text{Химическое число} = \frac{\text{мг АК в 1 г исследуемого белка}}{\text{мг АК в 1 г белка куриного яйца}} 100\%.$$

Согласно расчету биологической ценности по «химическому числу» для всех рассматриваемых групп животных и человека (табл. 2), исследуемые культуры расположились в следующем ранжированном убывающем ряду: люпин узколистный, вика яровая, горох посевной, горох полевой.

Т а б л и ц а 2. **Биологическая ценность белка зернобобовых культур для человека, свиней, птицы (метод расчета по «химическому числу», стандарт куриное яйцо), %**

Культура	Человек	Свиньи	Птица
Горох полевой	53,6	64,5	63,5
Горох посевной	62,4	76,3	74,9
Люпин узколистный	83,7	93,3	90,8
Вика яровая	63,1	76,2	75,0

П р и м е ч а н и е. Для человека рассчитывали по 10 незаменимым аминокислотам, для свиней – по 8 и для птицы – по 11. То же для табл. 3–5.

2. Метод «аминокислотного сора» аналогичен методу «химического числа». Однако в нем в качестве идеальной аминокислотной шкалы вместо аминокислот белка цельного куриного яйца используется аминокислотная шкала Всемирной организации здравоохранения и Комитета ООН по продовольствию (шкала ФАО/ВОЗ). Метод применяется для человека при определении биологической ценности белка, употребляемого в пищу.

Расчет «аминокислотного сора» проводится следующим образом:

$$\text{Аминокислотный скор} = \frac{\text{мг АК в 1 г исследуемого белка}}{\text{мг АК в 1 г идеального белка}} 100\%.$$

Числовые значения расчета по методу «аминокислотного сора» хотя и отличаются от результатов по методу «химического числа», но закономерность распределения культур остается прежней. Исследуемые культуры при этом имели следующие значения: люпин узколистный – 120,9%, вика яровая – 85,1, горох посевной – 85, 1, горох полевой – 72,8%.

Описанные выше методы достаточно просты и не могут в полной мере отражать биологическую ценность исследуемых белков, так как расчеты в этих формулах представлены в натуральных величинах и в них не оценивается белок, как единое целое. В представленных далее спосо-

бах расчетов в формулах будут использоваться долевые части, т. е. проценты, которые полнее смогут характеризовать ценность белка.

3. Метод «индекс Осера», который представляет собой среднее геометрическое соотношений содержания отдельных аминокислот в исследуемом белке (p) к тем же показателям в белке цельного куриного яйца (s). Расчет индекса по Осеру проводится по формуле

$$\text{Индекс Осера} = \sqrt[n]{\frac{LYSp}{LYSs} \frac{TRYp}{TRYs} \dots \frac{VALp}{VALs}},$$

где n – число учитываемых аминокислот.

Из данных табл. 3 можно сделать вывод, что по-прежнему на первом месте находится люпин узколистный, на втором – горох посевной и вика яровая, на третьем – горох полевой.

Т а б л и ц а 3. Биологическая ценность белка зернобобовых культур для человека, свиней, птицы (метод расчета по «индексу Осера», стандарт – белок куриного яйца), %

Культура	Человек	Свиньи	Птица
Горох полевой	0,54	0,58	0,58
Горох посевной	0,59	0,70	0,68
Люпин узколистный	0,69	0,78	0,79
Вика яровая	0,60	0,70	0,69

Данный метод расчета имеет свои недостатки, так как в этой методике, как и в других, описанных выше, не учитываются заменимые аминокислоты, которые также играют важную роль в питательности корма.

4. Более полным представляется метод Карпацци–Линдера–Варга, основанный на сравнении аминокислотного состава исследуемого белка со стандартом, в качестве которого используется аминокислотный состав белка куриного яйца, при этом в расчете учитываются и заменимые аминокислоты. Формула для расчета по 10 незаменимым аминокислотам имеет следующий вид:

$$\text{БЦ} = 75 \cdot 10^{\sqrt[10]{\left(\frac{a_{x1}}{a_{y1}} \frac{a_{x2}}{a_{y2}} \dots \frac{a_{xn}}{a_{yn}}\right) \left(\frac{b_{y1}}{b_{x1}} \frac{b_{y2}}{b_{x2}} \dots \frac{b_{yn}}{b_{xn}}\right)}} + 25 \left(1 - \frac{P_x - P_y}{P_y}\right)},$$

где БЦ – биологическая ценность белка, %; a_{x1} – содержание незаменимых аминокислот в исследуемом белке, количество которого меньше, чем в белке яйца, %; a_{y1} – содержание этих же аминокислот в белке яйца, %; b_{y1} – содержание незаменимых аминокислот, количество которых в белке яйца меньше, чем в исследуемом белке, %; b_{x1} – содержание этих же аминокислот в исследуемом белке, %; P_x – сумма заменимых аминокислот в исследуемом белке, %; P_y – сумма заменимых аминокислот в белке яйца, %.

Согласно результатам расчетов по формуле Карпацци–Линдера–Варга (табл. 4), значения распределились не одинаково для разных групп животных и человека. Так, для человека наиболее биологически полноценен белок гороха посевного, затем вики яровой. Люпин узколистный и горох полевой по этому методу расчета уступают вышеуказанным культурам.

При расчете для свиней наибольшую биологическую ценность представляет белок гороха посевного и вики яровой, затем следует люпин узколистный и замыкает этот ранжированный ряд горох полевой.

Расчет по одиннадцати незаменимым аминокислотам для птиц зернобобовые культуры расположились в таком же ранжированном ряду, как и для свиней.

Однако приведенный метод, как и другие, не лишен недостатков, так как в большей мере пригоден для оценки пищевых видов белка. Для кормопроизводства он менее приемлем, поскольку куриные яйца практически не используются на кормовые цели.

5. Более полную оценку белка, на наш взгляд, дает модификация метода Карпацци–Линдера–Варга, где в качестве стандарта может быть взят аминокислотный состав белка сои, по справочным данным, наиболее используемой в мировом кормопроизводстве зернобобовой культу-

Таблица 4. Биологическая ценность белка зернобобовых культур для человека, свиней, птицы (метод расчета по формуле Карпаца–Линдера–Варга, стандарт – белок куриного яйца), %

Культура	Человек	Свиньи	Птица
Горох полевой	60,0	59,5	55,8
Горох посевной	62,6	65,0	61,8
Люпин узколистный	58,8	61,8	59,5
Вика яровая	61,0	64,0	59,8

Таблица 5. Биологическая ценность белка зернобобовых культур для человека, свиней, птицы (метод расчета по формуле Карпаца–Линдера–Варга, стандарт – белок сои), %

Культура	Человек	Свиньи	Птица
Горох полевой	80,5	80,0	76,8
Горох посевной	76,8	77,0	74,0
Люпин узколистный	66,5	69,0	67,2
Вика яровая	76,5	75,0	72,0

ры [7]. Он также может использоваться и при оценке качества белка для питания человека, поскольку соевые продукты широко используются в пищу (табл. 5).

Результаты расчетов, в которых использовали в качестве стандарта белок сои, возросли и отличаются от тех, где использовали куриное яйцо. Для питания человека, кормления свиней и птицы зернобобовые культуры расположились в следующем ранжированном по убыванию ряду: горох полевой, горох посевной, вика яровая и люпин узколистный.

Выводы

1. Для оценки ценности кормового белка нет единой общепринятой методики, так как белок представляет собой не одно целое, а состоит из различных аминокислот, соединенных в разном порядке и находящихся в различных концентрациях, что и затрудняет его оценку.

2. Более полную оценку белка для питания человека и при кормлении животных дает модификация метода Карпаца–Линдера–Варга, где в качестве стандарта может быть взят аминокислотный состав белка сои.

3. Согласно оценке полноценности белка по методу расчета Карпаца–Линдера–Варга, где в качестве стандарта использовался белок сои для питания человека и кормления сельскохозяйственных животных, зернобобовые культуры расположились в следующем ранжированном убывающем ряду: горох полевой, горох посевной, вика яровая и люпин узколистный.

Литература

1. Рекомендации по определению биологической ценности белка сельскохозяйственных культур / И. М. Богдевич [и др.]. Минск: РУП «Институт почвоведения и агрохимии», 2005.
2. Ф и т е в А. И. Повышение качества и эффективности использования зерна бобовых в рационах сельскохозяйственных животных. М.: ВНИИТЭИИагропром, 1992.
3. Аминокислотное питание. Аминокислоты // Сельскохозяйственная энциклопедия. 4-е изд. М.: Изд-во Советская энциклопедия, 1969. Т. 1. С. 221–227.
4. Э л л и с Н. Р. Использование растительных белков в кормовых смесях // Растительные белковые корма / Под ред. проф. А. С. Солуна; пер. с англ. А. А. Воровича [и др.]. М.: Колос, 1965. Гл. 8. С. 149–157.
5. Л е й м е н С. М. Белки // Растительные белковые корма / Под ред. проф. А. С. Солуна; пер. с англ. А. А. Воровича. М.: Колос, 1965. Гл. 2. С. 21–41.
6. Г р а у К. Р., К э р р о л л Р. У. Оценка качества белка // Растительные белковые корма / Под ред. проф. А. С. Солуна; пер. с англ. А. А. Воровича. М.: Колос, 1965. Гл. 7. С. 122–148.
7. К у к р е ш Л. В., Р ы ш к е л ь И. В. Продуктивности зернобобовых культур при зернофуражном использовании // Земляробства і ахова раслін. 2006. № 6. С. 26–29.

L. V. KUKRESH, I. V. RYSHKEL

PROTEIN ESTIMATION OF PULSE CROPS BY AMINO ACID COMPOSITION

Summary

The research results on the amino acid composition of pulse crop protein for the years 2005–2006 are presented in the article. Garden pea Millennium, field pea Alex, spring vetch Udacha, and blue lupine Khvalko were the objects of research.

The protein biological value has been estimated using the calculation results on the chemical number, amino acid score, Oser index as well as the Kapacci, Linder and Warg method.

It has been established that a more complete estimate of fodder protein can be obtained by the modified Kapacci, Linder and Warg method where according to the amino acid completion of protein for human nutrition and feeding of agricultural animals, pulse crops are arranged as follows (from more complete proteins to incomplete ones): garden pea, field pea, spring vetch, and blue lupine.