

# АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ СЫРОГО БЕЛКА И СУХОГО ВЕЩЕСТВА ЛЮЦЕРНЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФАЗЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ

**В.С. Бжеумыхов, М.М. Токбаев, Л.Ф. Королева,**  
*Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия*

Биохимический состав травянистых растений в значительной степени зависит от фазы их развития [1, 3]\*. Люцерна по химическому составу и питательности превосходит все кормовые травы и не имеет конкурентов даже среди многолетних бобовых культур. По качеству белка и содержанию в нем незаменимых аминокислот она превосходит, например, клевер, эспарцет и донник [2, 5]. В ее зеленой массе содержатся в достаточном количестве необходимые для нормальной жизнедеятельности животных каротин, В, Д, Е, К, С и РР [3]. Исследованиями ряда ученых показано, что в люцерне большая часть белков (81—91%) представлена водорастворимой фракцией, обладающей наибольшей каталитической активностью, они содержат все незаменимые аминокислоты. По данным М.Ф. Томмэ, в люцерновом сене содержится 4,8 г/кг лизина, 2,3 — триптофана, 3,7 — тирозина, 4,4 — цистина, 12 — аргинина, 2,4 г/кг — гистидина [3, 5].

Наибольшее количество белка накапливается в листьях люцерны и превышает содержание его в стеблях в 2—2,5 раза [3]. Значительно меньше белка содержится в корнях. Наиболее высокая концентрация сырого белка у люцерны наблюдается в ранние фазы развития (стеблевание). С возрастом в растениях люцерны снижается содержание минеральных веществ, увеличивается содержание клетчатки, а содержание жира остается примерно постоянным. Из минеральных веществ в больших количествах в надземных органах растений люцерны содержится кальций, фосфор и сера, причем кальция больше, чем в клевере [4]. По мнению М.И. Тарковского и др. (1964), содержание сырого белка и некоторых минеральных веществ возрастает во втором и третьем укосах. По-видимому, это связано с тем, что люцерну скашивали в ранние фазы [1].

Исследования провели в 2001—2003 гг. на учебно-опытном поле Кабардино-Балкарской ГСХА на люцерне изменчивой сорта Славянская местная на богаре. Почва участка — чернозем выщелоченный. Погодные условия были, в основном, благоприятными для возделывания культуры (2001 и 2003 гг. — влажные, 2002 г. — засушливый). Инокуляцию растений люцерны штаммом ризобий 625а провели в рядки при посеве под покров ячменя. Образцы отбирали в разные фазы развития люцерны (начало бутонизации, бутонизация, цветение, начало образования бобов).

Установлено, что при старении растений изменяется аминокислотный состав сырого протеина листьев, и особенно стеблей. Максимальное содержание в сыром протеине листьев и стеблей лизина, аргинина, треонина, триптофана и гистидина отмечено в фазе бутонизации, а валина, изолейцина, лейцина, фенилаланина и метионина — в фазе цветения. Как до полной фазы бутонизации, так и после цветения отмечалось повышение в сыром белке аспарагиновой и глутаминовой кислот и их амидов, являющихся депо азота (табл. 1, 2).

На самых ранних фазах развития азот недоиспользовался и как бы откладывался в виде этих соединений, а на поздних из-за распада клубеньков и белков азот снова накапливался в указанных аминокислотах и их амидах. Возможно, разные белки и аминокислоты по скорости

синтеза и распада различаются, что является следствием возрастных изменений аминокислотного состава сырого протеина листьев и стеблей.

Сырой белок листьев намного богаче аминокислотами, в т.ч. и незаменимыми, чем сырой белок стеблей. По сумме незаменимых аминокислот в сыром протеине листья превосходили стебли в фазе начала бутонизации люцерны в 1,67 раза, в фазе бутонизации — в 1,81, цветения — в 2,11, в фазе начала образования бобов — в 1,85 раза. Важно отметить, что по концентрации в белке таких стратегически незаменимых аминокислот, как лизин и метионин, листья богаче стеблей (например, в фазе бутонизации и цветения соответственно в 1,88; 1,90 и в 1,26 раза).

Поскольку соотношение листьев и стеблей по мере старения растений снижается, то изменяется и аминокислотный состав сырого белка целого растения. В целом максимальная концентрация, в т.ч. и суммы незаменимых аминокислот, отмечена в составе сырого белка люцерны в фазе бутонизации. Содержание в сыром белке целого растения люцерны суммы незаменимых аминокислот в фазе начала завязывания бобов в 1,27 раза меньше, чем в фазе бутонизации. В сыром протеине надземной массы максимальная концентрация практически всех незаменимых аминокислот отмечена в фазе бутонизации. К началу образования бобов, по сравнению с фазой бутонизации, концентрация лизина в сыром белке всей надземной массы снижается в 1,48 раза, метионина — в 1,71, триптофана — в 1,26, гистидина — в 1,75, треонина — в 1,44 раза. По другим незаменимым аминокислотам это уменьшение незначительное или отсутствует.

Следовательно, наибольшая биологическая полноценность сырого белка надземной массы люцерны отмечена в фазе бутонизации, она резко уменьшается к полному цветению. Поскольку при этом одновременно снижается и содержание белка в сухом веществе люцерны, то уровень в нем аминокислот изменяется еще в большей степени (табл. 2).

При анализе аминокислотного состава сухого вещества листьев и стеблей наибольшее содержание в них практически всех аминокислот отмечено в фазе начала бутонизации (гистидина, аргинина, лейцина и метионина в листьях — в фазе бутонизации). По мере старения растений эти показатели закономерно снижаются. Концентрация в сухом веществе листьев суммы незаменимых аминокислот в фазе начала бутонизации — бутонизации уменьшается в 1,39 раза к фазе конца цветения — начало образования бобов. В стеблях концентрация в сухом веществе листьев суммы незаменимых аминокислот снижается в 2,48 раза.

В целом суммарное содержание незаменимых аминокислот в сухом веществе листьев больше, чем в стеблях в фазе бутонизации в 2,47 раза, а в фазе начала образования бобов — в 4,38 раза.

Для заготовки листового сена (для птицы, свиней, молодняка и маточного поголовья крупного рогатого скота, лошадей) важно проследить динамику изменения содержания таких аминокислот, как лизин, метионин, триптофан. Отмечено, что в листьях концентрация аминокислот

\* - Со списком литературы можно ознакомиться на сайте [www.agroxxi.ru](http://www.agroxxi.ru)

**Таблица 1. Аминокислотный состав сырого белка люцерны изменчивой в зависимости от фазы развития, % (средневзвешенное по четырем укосам второго года жизни люцерны)**

| Аминокислота                      | Начало бутонизации |        |          | Бутонизация |        |          | Цветение |        |          | Начало образования бобов |        |          |
|-----------------------------------|--------------------|--------|----------|-------------|--------|----------|----------|--------|----------|--------------------------|--------|----------|
|                                   | Листья             | Стебли | Растение | Листья      | Стебли | Растение | Листья   | Стебли | Растение | Листья                   | Стебли | Растение |
| Лизин                             | 4,8                | 3,2    | 4,2      | 5,5         | 3,3    | 4,6      | 5,0      | 2,3    | 3,4      | 4,6                      | 2,1    | 3,1      |
| Гистидин                          | 2,6                | 1,0    | 2,0      | 2,5         | 1,6    | 2,1      | 2,7      | 0,6    | 1,6      | 2,4                      | 0,5    | 1,2      |
| Аргинин                           | 3,7                | 1,8    | 3,0      | 4,8         | 2,4    | 2,8      | 3,0      | 2,2    | 2,4      | 3,0                      | 2,8    | 2,9      |
| Аспарагиновая кислота + аспарагин | 10,9               | 11,3   | 11,1     | 11,0        | 9,9    | 10,4     | 7,9      | 5,0    | 5,9      | 12,4                     | 11,4   | 11,7     |
| Треонин                           | 2,4                | 2,5    | 2,4      | 4,5         | 2,4    | 3,6      | 3,4      | 2,0    | 2,5      | 3,1                      | 2,0    | 2,5      |
| Серин                             | 3,8                | 3,6    | 3,8      | 3,6         | 3,2    | 3,5      | 2,2      | 1,7    | 1,9      | 2,0                      | 1,3    | 1,6      |
| Глутаминовая кислота + глутамин   | 10,9               | 10,2   | 10,6     | 7,5         | 8,8    | 8,0      | 6,9      | 4,8    | 5,2      | 10,5                     | 6,8    | 8,4      |
| Триптофан                         | 2,1                | 2,0    | 2,1      | 2,5         | 2,0    | 2,4      | 2,4      | 1,9    | 2,0      | 2,1                      | 1,8    | 1,9      |
| Пролин                            | 5,0                | 1,4    | 3,8      | 4,6         | 1,4    | 3,3      | 6,0      | 3,8    | 4,5      | 6,5                      | 3,2    | 4,5      |
| Глицин                            | 3,1                | 1,4    | 2,3      | 3,0         | 1,6    | 2,4      | 4,0      | 2,5    | 3,0      | 4,2                      | 2,5    | 3,2      |
| Аланин                            | 4,8                | 2,3    | 3,9      | 5,4         | 3,3    | 4,3      | 6,0      | 3,4    | 4,5      | 5,9                      | 3,4    | 4,4      |
| Валин                             | 4,1                | 1,9    | 3,3      | 4,5         | 2,7    | 3,8      | 5,8      | 2,4    | 3,7      | 5,9                      | 2,4    | 3,8      |
| Изолейцин                         | 3,2                | 1,6    | 2,5      | 3,5         | 1,8    | 2,8      | 3,8      | 2,0    | 2,8      | 3,6                      | 2,0    | 2,8      |
| Лейцин                            | 5,1                | 3,1    | 4,2      | 5,8         | 2,9    | 4,6      | 6,4      | 3,0    | 4,5      | 4,0                      | 2,8    | 3,3      |
| Тирозин                           | 2,4                | 1,3    | 2,0      | 2,6         | 1,1    | 2,1      | 2,7      | 1,9    | 2,1      | 2,0                      | 1,4    | 1,7      |
| Фенилаланин                       | 3,5                | 1,8    | 2,9      | 3,4         | 1,3    | 2,8      | 4,4      | 1,9    | 2,8      | 4,3                      | 1,7    | 2,8      |
| Метионин                          | 5,9                | 3,6    | 5,0      | 6,9         | 3,9    | 5,5      | 8,1      | 4,0    | 5,5      | 5,0                      | 1,8    | 3,2      |
| Сумма аминокислот                 | 78,3               | 54,0   | 69,2     | 81,6        | 53,6   | 69,0     | 80,7     | 45,4   | 58,3     | 81,5                     | 49,5   | 73,3     |
| в т.ч. незаменимых                | 37,4               | 22,5   | 31,8     | 43,9        | 24,3   | 35,0     | 45,0     | 21,3   | 30,1     | 36,9                     | 19,9   | 27,5     |
| Соотношение                       | 47,8               | 41,7   | 46,0     | 53,7        | 45,3   | 50,7     | 58       | 46,9   | 51,5     | 45,3                     | 40,2   | 37,5     |
| В % от сухой массы растения       | 62,4               | 37,6   | 100      | 56,0        | 42,8   | 100      | 47,4     | 40,8   | 100      | 40,3                     | 58,5   | 100      |

**Таблица 2. Содержание аминокислот в сухом веществе листьев, стеблей и надземной массы люцерны в зависимости от фазы ее развития, г/кг**

| Аминокислота                      | Начало бутонизации |        |          | Бутонизация |        |          | Цветение |        |          | Начало образования бобов |        |          |
|-----------------------------------|--------------------|--------|----------|-------------|--------|----------|----------|--------|----------|--------------------------|--------|----------|
|                                   | Листья             | Стебли | Растение | Листья      | Стебли | Растение | Листья   | Стебли | Растение | Листья                   | Стебли | Растение |
| Сырой белок                       | 346                | 235    | 304      | 298         | 138    | 230      | 262      | 111    | 173      | 254                      | 108    | 146      |
| Лизин                             | 16,6               | 7,5    | 12,8     | 16,4        | 4,6    | 10,6     | 13,1     | 2,6    | 5,9      | 11,7                     | 2,3    | 4,5      |
| Гистидин                          | 9,0                | 2,4    | 8,4      | 13,8        | 2,2    | 4,8      | 7,1      | 0,7    | 2,8      | 6,1                      | 0,5    | 1,8      |
| Аргинин                           | 12,8               | 4,2    | 9,1      | 14,3        | 3,3    | 6,4      | 7,9      | 2,4    | 4,2      | 7,6                      | 3,0    | 4,2      |
| Аспарагиновая кислота + аспарагин | 37,7               | 24,0   | 33,7     | 32,8        | 13,7   | 23,9     | 20,7     | 5,5    | 10,2     | 31,5                     | 12,3   | 17,1     |
| Треонин                           | 10,9               | 5,9    | 7,3      | 13,4        | 3,3    | 8,3      | 8,9      | 2,2    | 4,3      | 7,9                      | 2,2    | 3,6      |
| Серин                             | 11,6               | 8,5    | 11,6     | 10,7        | 4,4    | 8,0      | 5,8      | 1,9    | 3,3      | 5,1                      | 1,4    | 2,1      |
| Глутаминовая кислота + глутамин   | 37,7               | 24,0   | 32,4     | 22,4        | 12,1   | 18,4     | 18,1     | 5,3    | 9,3      | 26,7                     | 7,3    | 12,3     |
| Триптофан                         | 7,3                | 4,7    | 6,4      | 7,4         | 2,8    | 5,5      | 6,3      | 2,1    | 3,4      | 5,3                      | 1,9    | 2,9      |
| Пролин                            | 17,3               | 4,1    | 11,6     | 13,7        | 1,9    | 7,6      | 15,7     | 4,2    | 7,8      | 19,9                     | 6,7    | 14,0     |
| Глицин                            | 10,7               | 3,3    | 10,1     | 8,9         | 1,3    | 5,5      | 14,5     | 2,8    | 5,2      | 14,2                     | 27,0   | 4,7      |
| Аланин                            | 16,7               | 3,9    | 11,9     | 16,1        | 2,2    | 5,1      | 13,4     | 3,8    | 6,6      | 16,8                     | 3,7    | 6,4      |
| Валин                             | 14,2               | 3,3    | 10,4     | 13,4        | 1,9    | 8,7      | 15,2     | 1,7    | 6,4      | 16,4                     | 3,9    | 6,4      |
| Изолейцин                         | 11,1               | 2,6    | 7,9      | 10,4        | 1,4    | 6,4      | 17,8     | 2,2    | 4,3      | 11,0                     | 2,2    | 4,1      |
| Лейцин                            | 14,3               | 7,3    | 12,8     | 17,3        | 4,0    | 9,3      | 16,8     | 3,3    | 6,5      | 10,2                     | 2,0    | 4,5      |
| Тирозин                           | 8,3                | 3,1    | 6,1      | 7,7         | 1,5    | 4,8      | 7,7      | 2,1    | 3,6      | 5,1                      | 1,5    | 2,2      |
| Фенилаланин                       | 12,1               | 4,2    | 9,1      | 10,1        | 1,8    | 6,4      | 11,5     | 2,1    | 4,8      | 10,9                     | 1,8    | 4,1      |
| Метионин                          | 20,4               | 8,5    | 15,2     | 20,6        | 5,4    | 12,5     | 21,2     | 4,4    | 9,5      | 12,7                     | 1,9    | 4,7      |
| Сумма аминокислот                 | 270,9              | 126,9  | 210,4    | 243,2       | 74,0   | 158,7    | 211,1    | 50,4   | 100,9    | 207,0                    | 53,5   | 107,0    |
| в т.ч. незаменимых                | 128,7              | 52,9   | 99,4     | 130,8       | 33,5   | 80,5     | 117,9    | 23,6   | 52,1     | 93,7                     | 21,4   | 40,2     |

от начала бутонизации до начала цветения относительно стабильная, но затем резко уменьшается (лизина и триптофана — в 1,4, метионина — в 2,2 раза).

Проанализировав аминокислотный состав сухого вещества всей надземной массы люцерны, мы отметили закономерное снижение содержания в нем практически

всех аминокислот от фазы начала бутонизации до начала образования бобов. Содержание лизина в сухом веществе от фазы начала бутонизации до полной бутонизации снижается в 1,23 раза, до фазы цветения — в 2,17, до фазы начала образования бобов — в 2,84 раза. Содержание метионина снижается соответственно в 1,22; 1,6 и 3,2 раза, а триптофана — в 1,12; 1,88 и 2,21 раза.

Для оптимизации аминокислотного состава кормов, заготавливаемых из люцерны, ее необходимо скашивать не позднее фазы бутонизации, а при заготовке искусственно высушенных кормов, сенажа и сена с активным вентилированием — в фазе начала бутонизации. Однако при этом следует учитывать конечный выход обменной энергии, сырого протеина, незаменимых аминокислот и каротина с учетом зоотехнических требований.

Следует отметить, что устоявшиеся стереотипы об использовании бобовых травостоев в фазе цветения не позволили раскрыть всех их преимуществ, а также целесообразность ранней заготовки из них кормов. Это связано с несколькими причинами. Первая — трудности сушки и хранения высокобелкового сена, получаемого из сочных бобовых трав, скашиваемых в ранние фазы; вторая — низкая способность к силосованию высоко-

белковой зеленой массы; третья — большинство опытов проведено в относительно жестких условиях Нечерноземной зоны, где при раннем скашивании, начиная с первого года жизни или пользования, уменьшается зимостойкость и продуктивное долголетие многолетних трав, особенно при их возделывании вне севооборота; четвертая — ориентация на урожайность зеленой массы и сухого вещества, которая часто выше в фазе начала цветения — цветения, чем в фазе начала бутонизации — бутонизации, особенно при одноукосном использовании травостоев.

Таким образом, содержание незаменимых аминокислот в сыром протеине листьев выше, чем в стеблях в фазе начала бутонизации люцерны на 67%; в фазе бутонизации — на 81%, цветения — в 2,11 раза, начала образования бобов — на 85%.

Аминокислотный состав сухого вещества надземной части от фазы начала бутонизации до начала образования бобов снижается почти в 2 раза. Содержание лизина от начала бутонизации до полной бутонизации снижается на 23%, до фазы полного цветения — в 2,17 раза, к фазе начала образования бобов — в 2,84 раза; метионина — в 1,22, 1,6 и 3,2 раза; триптофана — в 1,12; 1,88 и 2,21 раза соответственно. **XXI**

## Литература

1. Люцерна / Тарковский М.И., Константинова А.М., Гладкий М.Ф. и др. — М.: Колос. 1964. — 240 с.
2. Майстер А. Биохимия аминокислот. М.: Мир. — 1976. — 128 с.
3. Томмэ М.Ф. Корма СССР. Состав и питательность. М.: Колос. — 1966. — 448 с.
4. Томмэ М.Ф. Минеральный состав кормов. М.: Колос. — 1968. — 256 с.
5. Томмэ М.Ф., Мартыненко Р.В. Аминокислотный состав кормов. М.: Колос — 1972. — 288 с.