

УДК 581.6:633.31/37:631.963

## АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ И КОРМОВАЯ ЦЕННОСТЬ ТРАВЫ *GLYCYRRHIZA PALLIDIFLORA* MAXIM., ИНТРОДУЦИРОВАННОЙ В КУЗБАССЕ

© Л.Г. Пинчук<sup>1\*</sup>, И.Н. Егорова<sup>1,2</sup>, Е.М. Мальцева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Кемеровский государственный медицинский университет,  
ул. Ворошилова, 22А, Кемерово, 650056 (Россия),  
e-mail: ludmilapinchuk@mail.ru

<sup>2</sup> Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН,  
Ленинградский пр., 10, Кемерово, 650065 (Россия)

Цель работы – изучение аминокислотного состава и кормовой ценности травы солодки бледноцветковой (*Glycyrrhiza pallidiflora* Maxim.) семейства Бобовые (*Fabaceae*), интродуцированной в Кузбассе. В сырье третьего и четвертого года интродукции идентифицировано восемнадцать протеиногенных аминокислот. Из них восемь незаменимых и десять заменимых. Суммарное содержание аминокислот существенно отличалось по годам и составляло в третьем году  $6.266 \pm 0.89\%$ , в четвертом –  $12.541 \pm 0.51\%$ . Сильнее по годам варьировало содержание триптофана, аргинина, лейцина+изолейцина, валина, гистидина, аспарагиновой кислоты, серина. Слабее – пролина, тирозина, метионина. Преобладают аминокислоты с полярными отрицательно заряженными радикалами (кислые). Их доля от общего содержания аминокислот в среднем составляет 36.20%. Несколько уступают аминокислоты с неполярными радикалами (нейтральные) – 31.80%. Наименьший удельный вес имели аминокислоты с полярными положительно заряженными радикалами (основные) 11.85%. Большей долей от суммы аминокислот характеризовались аспарагиновая и глутаминовая кислоты, лейцин+изолейцин, аргинин, серин, пролин.

Содержание сырого жира, протеина, золы, протеина по Барнштейну, безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) и фосфора достигало наибольших значений на третий и четвертый годы. Количество сырой клетчатки и кальция снижалось с увеличением возраста растений. Обменная энергия и энергетические кормовые единицы по сырым питательным веществам для крупного рогатого скота (КРС) в среднем составили соответственно 8.98 МДж/кг и 0.90. Наибольших значений достигали на третий и четвертый годы культивирования. Таким образом, трава солодки бледноцветковой является перспективным растением в качестве кормовой культуры и для приготовления кормовых добавок.

*Ключевые слова:* интродукция, трава, *Glycyrrhiza pallidiflora* Maxim., аминокислоты, сырой протеин, сырая клетчатка, зола, кальций, фосфор.

*Работа выполнена по государственному заданию в рамках научного проекта № 0286-2021-0010.*

### Введение

На современном этапе в стране остро стоит проблема производства кормов и кормовых добавок, от ее решения зависит эффективность агропромышленного комплекса [1, 2]. Поэтому актуальной проблемой

---

Пинчук Людмила Григорьевна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры фармацевтической и общей химии,  
e-mail: ludmilapinchuk@mail.ru

Егорова Ирина Николаевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры фармацевтической и общей химии, старший научный сотрудник лаборатории экологического биомониторинга,  
e-mail: irinaegorovakem@mail.ru

Мальцева Елена Михайловна – кандидат фармацевтических наук, доцент, заведующая кафедрой фармацевтической и общей химии,  
e-mail: elen-malceva@yandex.ru

современной биологической науки является поиск новых перспективных культур для использования в сельском хозяйстве [3–5]. Так, в организации сбалансированного кормления сельскохозяйственных животных в последнее время большое внимание уделяется поиску кормовых добавок природного происхождения, которые повышают питательную ценность кормов, иммунный статус и продуктивные показатели сельскохозяйственных животных, а также нормализуют обменные процессы [6, 7].

---

\* Автор, с которым следует вести переписку.

Прежде всего, растущий спрос при остром дефиците белка определяет необходимость поиска новых источников протеина, в том числе и растительного происхождения.

Растения семейства Бобовых (*Fabaceae*) представляют интерес для использования в животноводстве как источник полноценного белка для производства кормов и кормовых добавок [8–11]. В этой связи род солодок (*Glycyrrhiza* L.), который относится к семейству бобовых (*Fabaceae*) и насчитывает около 45 видов, является ценным объектом для исследований в области изучения альтернативных источников растительного белка сельскохозяйственного назначения. Представители – только солодка голая (*Glycyrrhiza glabra* L.) и солодка уральская (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch. ex DC.) [12].

На территории России произрастают 13 видов солодок, в том числе солодка бледноцветковая (*Glycyrrhiza pallidiflora* Maxim.), многолетнее травянистое растение с ограниченным ареалом произрастания в Приморском крае – на полуострове Рябоконец, который расположен на юго-восточном побережье оз. Ханка близ устья р. Илия, а также на юге Хабаровского края (Нижний Амур). Встречается также в северо-восточной части Китая [12, 13]. Солодка бледноцветковая в природных условиях не требовательна к плодородию почвы, способна произрастать на песчано-галечниковых отложениях или глинистых обнажениях.

Работа по интродукции солодки бледноцветковой на территории Кузбасского ботанического сада ФИЦ УУХ СО РАН проводится с 2016 года. В процессе интродукционного изучения вид показал высокую устойчивость в условиях лесостепной природно-климатической зоны Кемеровской области – Кузбасса. Растение интенсивно формирует наземную вегетативную и корневую систему уже на 3–4-й год интродукции, что позволяет рассматривать солодку бледноцветковую как перспективный вид для возделывания в промышленных масштабах с целью получения кормовых добавок.

В последние годы интерес к солодке бледноцветковой возрос как со стороны научной медицины, так и со стороны специалистов сельского хозяйства. Н.Ф. Ключникова и соавторы [14] получили данные о влиянии экстрактов корней солодки бледноцветковой и листьев акантопанакса при их совместном использовании на воспроизводительную способность коров. По мнению тех же авторов, использование муки корня солодки в смеси с комбикормом оказывало положительное влияние на репродуктивную способность коров, при этом количество бесплодных животных сокращалось на 20%. Результаты таких наблюдений исследователи объясняют адаптогенными свойствами солодки бледноцветковой, которые помогают блокировать последствия родового стресса у животных [15].

Подземные органы *G. pallidiflora* Maxim. содержат в своем составе производные македониковой кислоты и изофлавоны (фитоэстрогены), флавоноид – паллидифлорин [16], фенольные соединения, включающее дигидрокориичную кислоту, флавоноиды, куместаны, птерокарпаны, халконы [17]. В наземной части выявлено до 2.5% флавоноидов, производных флаванола в пересчете на рутин [18, 19]. В листьях обнаружены каротиноиды. Отмечается иммуностимулирующее, антиоксидантное, гепатопротекторное, антиоксидантное, противовоспалительное и противовирусное действие биологически активного комплекса соединений солодки бледноцветковой [12]. Однако данные по аминокислотному составу солодки бледноцветковой в известной литературе отсутствуют.

Цель настоящей работы – изучение аминокислотного состава и показателей кормовой ценности травы солодки бледноцветковой (*Glycyrrhiza pallidiflora* Maxim.), интродуцированной в Кемеровской области – Кузбассе.

Выполнение исследования является продолжением работы по интродукции данного вида в условиях Кемеровской области на территории Кузбасского ботанического сада (КузБС) ФИЦ УУХ СО РАН.

### **Экспериментальная часть**

В качестве объектов исследования использовались образцы травы солодки бледноцветковой, выращенной на опытном участке «Аптекарского огорода» КузБС ФИЦ УУХ СО РАН. Траву заготавливали в период 2016–2019 гг. в июле в фазу цветения. Сушили воздушно-теневым способом.

Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным среднегумусным среднемоющим тяжелосуглинистым по гранулометрическому составу, с содержанием гумуса 9.9%, обеспеченность подвижными соединениями фосфора ( $P_2O_5$ ) и калия ( $K_2O$ ) – 70 и 85 мг/кг почвы соответственно, рН солевой вытяжки – 5.0 (кислая).

При выполнении эксперимента урожайность сырой фитомассы с учетной делянки (4 м<sup>2</sup>) определяли взвешиванием с точностью до ±5% и пересчитывали на 1 м<sup>2</sup>. Качественную и количественную идентификацию

аминокислот проводили методом капиллярного электрофореза [20]. Кормовую ценность травы оценивали по следующим показателям: массовая доля (%) сырого жира (ГОСТ 13496.15), сырого протеина (ГОСТ 32044.1-2012), сырой клетчатки (ГОСТ 31675-2012), сырой золы (ГОСТ 26226-95), протеина по Барнштейну (ГОСТ 28178-89), кальция (ГОСТ 26570-95), фосфора (ГОСТ 26657-97), безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ), обменная энергия (ОЭ) (МДж/кг по сырым питательным веществам (ПВ), энергетические кормовые единицы (ЭКЕ) для КРС (по методике ВНИИЖ). Результаты анализа приведены в натуральной влажности.

Все анализы по изучению химического состава и показателей кормовой ценности выполнены на базе аккредитованной лаборатории биохимии Сибирского научно-исследовательского и проектно-технологического института животноводства Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук (СибНИПТИЖ СФНЦА РАН), Новосибирск.

Эксперимент проводили в трехкратной повторности. Полученные экспериментальные данные обрабатывали статистически с помощью пакета программ Microsoft Excel.

### **Обсуждение результатов**

Для изучения аминокислотного состава были взяты образцы травы солодки бледноцветковой третьего (2018) и четвертого (2019) года интродукции, так как в этом возрасте растение накапливает значительную надземную биомассу и формирует, по нашим данным, наибольшее количество протеина. Урожайность надземной части растений составила на третий год интродукции 1593.55 г/м<sup>2</sup>, на четвертый – 3443.23 г/м<sup>2</sup>. В последующие годы интродукции – пятый и шестой – увеличение урожайности относительно четвертого года составляла 8–10%.

В результате было идентифицировано восемнадцать протеиногенных аминокислот, в том числе восемь эссенциальных (незаменимых) – валин, лейцин, изолейцин, метионин, фенилаланин, триптофан, треонин, лизин и десять заменимых аминокислот – аланин, пролин, глицин, цистеин, тирозин, серин, глутаминовая и аспарагиновая кислоты, аргинин, гистидин (табл. 1).

Следует учитывать, что используемый для разделения и количественного определения метод капиллярного электрофореза позволяет определять общее содержание свободных и связанных форм отдельных аминокислот. Так как в процессе разложения проб аспарагин и глутамин количественно гидролизуются до аспарагиновой и глутаминовой кислот соответственно, данные по содержанию аспарагиновой и глутаминовой кислот представляют собой суммарное содержание этих кислот и соответствующих амидов. Поскольку лейцин и изолейцин не разделяются данным методом, то также предусмотрено их суммарное определение [20].

Общее содержание аминокислот существенно отличалось по годам ( $V=50.1\%$ ). Если в третьем году интродукции массовая доля аминокислот составляла  $6.266\pm 0.89\%$ , то в четвертом году она практически удвоилась и достигла  $12.541\pm 0.51\%$ . Учитывая, что в эти годы по количеству сырого протеина ( $18.34\pm 0.11$  и  $18.38\pm 0.15\%$  соответственно) и протеина по Барнштейну ( $17.89\pm 0.64$  и  $17.95\pm 0.93\%$ ) анализируемое сырье отличалось незначительно, можно сделать вывод, что погодные условия четвертого года были неблагоприятными для превращения синтезированных в процессе вегетации аминокислот в белки.

Варьирование по годам в большей степени характерно для аминокислот – триптофан, аргинин, лейцин+изолейцин, валин, гистидин, аспарагиновая кислота и серин ( $V=76.0-60.0\%$ ). Более стабильным по годам оставалось содержание пролина, тирозина, метионина ( $V=10.0-22.0\%$ ).

Определенный интерес для оценки питательной ценности представляет классификация аминокислот по полярности входящих в их состав радикалов, в соответствии с которой все белковые аминокислоты подразделяются на четыре группы: аминокислоты с неполярными (гидрофобными) радикалами (нейтральные), полярными (гидрофильными) незаряженными (нейтральные), полярными (гидрофильными) отрицательно заряженными (кислые), полярными (гидрофильными) положительно заряженными радикалами (основные) [21]. Эта градация протеиногенных аминокислот определяет важнейшие физико-химические и биологические свойства белков, в частности гидрофильность, растворимость в воде, заряд молекулы, образование гидратной оболочки, агрегативную устойчивость белков в растворах и пр.

Как следует из полученных данных, в траве солодки бледноцветковой преобладают аминокислоты с полярными (гидрофильными) отрицательно заряженными радикалами (кислые), их доля от суммарного содержания аминокислот составляет по годам 33.6 и 38.8%, в среднем 36.2%. Большинство белков организма млекопитающих являются кислыми, вследствие преобладания именно данных аминокислот. Несколько уступают аминокислоты с неполярными (гидрофобными) радикалами (нейтральные), особенно в сырье четвертого года,

их доля по годам соответственно составляет 34.9 и 28.8%, в среднем 31.8%. Наименьшим удельным весом характеризуются аминокислоты с полярными (гидрофильными) положительно заряженными радикалами (основные), составляя 10.30 и 13.40%, в среднем 11.85% от общей суммы аминокислот. Доля аминокислот с полярными (гидрофильными) незаряженными (нейтральные) равна 21.2 и 19.0%, в среднем 20.1%.

Суммарное количество серосодержащих аминокислот метионина и цистеина составляет в образцах травы третьего года интродукции  $0.372 \pm 0.13$ , четвертого –  $0.283 \pm 0.17\%$  при более выраженном удельном весе в сырье третьего года, когда общая сумма аминокислот была значительно ниже, преимущественно за счет большего содержания метионина ( $0.270 \pm 0.89\%$ ), его доля составила 4.30%. В траве урожая четвертого года интродукции его количество было  $0.049 \pm 0.24\%$  и доля 0.4%. Удельный вес цистеина по годам был приблизительно на одном уровне и составлял 1.6 и 1.5%.

Важной характеристикой аминокислотного состава белков является соотношение в них эссенциальных и заменимых аминокислот. В анализируемом сырье данное соотношение приблизительно составляет один к трем, с преобладанием заменимых аминокислот. Их доля от общего содержания аминокислот в траве по годам варьирует в пределах для заменимых 67.6 и 71.3%, незаменимых – 32.4 и 28.7%. По индивидуальным аминокислотам большей долей характеризовались аминокислоты расположенные в порядке убывания данного показателя – аспарагиновая и глутаминовая кислоты, лейцин+изолейцин, аргинин, серин, пролин (28.0–5.2%).

Содержание питательных веществ в траве солодки бледноцветковой позволяет сделать выводы о рациональности использования растения как кормовой культуры, а также как компонента для получения кормовых добавок.

Таблица 1. Аминокислотный состав травы солодки бледноцветковой, %

Название аминокислоты	Год интродукции				V***, %
	3		4		
	Массовая доля в сырье, %*	Доля от суммы аминокислот, %*	Массовая доля в сырье, %*	Доля от суммы аминокислот, %*	
Аминокислоты с неполярными радикалами (нейтральные)					
Аланин	0.259	4.1	0.511	4.1	49.0
Валин**	0.152	2.4	0.406	3.2	63.0
Лейцин+изолейцин**	0.493	7.8	1.148	9.2	67.0
Метионин**	0.270	4.3	0.049	0.4	22.0
Фенилаланин**	0.340	5.4	0.491	3.9	31.0
Триптофан**	0.084	1.3	0.354	2.8	76.0
Пролин	0.587	9.4	0.651	5.2	10.0
Общее содержание	2.185	34.9	3.610	28.8	39.5
Аминокислоты с полярными незаряженными радикалами (нейтральные)					
Глицин	0.278	4.4	0.499	4.0	44.0
Треонин**	0.390	6.2	0.641	5.1	39.0
Цистеин	0.102	1.6	0.189	1.5	46.0
Тирозин	0.270	4.3	0.331	2.6	18.0
Серин	0.291	4.6	0.725	5.8	60.0
Общее содержание	1.331	21.2	2.385	19.0	44.2
Аминокислоты с полярными отрицательно заряженными радикалами (кислые)					
Глутаминовая кислота	0.744	11.9	1.357	10.8	45.0
Аспарагиновая кислота	1.361	21.7	3.505	28.0	61.0
Общее содержание	2.105	33.6	4.862	38.8	56.7
Аминокислоты с полярными положительно заряженными радикалами (основные)					
Аргинин	0.189	3.0	0.770	6.1	75.0
Гистидин	0.154	2.5	0.407	3.2	62.2
Лизин**	0.302	4.8	0.507	4.0	40.0
Общее содержание	0.645	10.3	1.684	13.4	61.7
Сумма серосодержащих аминокислот	0.372	5.9	0.283	1.9	23.9
Сумма эссенциальных аминокислот	2.031	32.4	3.596	28.7	43.5
Сумма заменимых аминокислот	4.237	67.6	8.945	71.3	52.6
Сумма аминокислот	6.266	–	12.541	–	50.1

\* – Приводятся только средние данные без граничного значения доверительного интервала ( $p < 0.05$ ); \*\* – Незаменимые аминокислоты; V\*\*\* – Коэффициент вариации.

Анализ травы солодки бледноцветковой показал, содержание сырого жира в динамике по годам интродукции варьировало от  $2.11 \pm 0.29$  до  $4.13 \pm 0.09\%$  (табл. 2). Установлено, что его количество на третий год увеличилось относительно первого и второго года произрастания на 47 и 44%, продолжая возрастать и на четвертый, увеличение составило 49 и 46% соответственно.

Трава солодки бледноцветковой богата сырым протеином, содержание которого повышалось с увеличением возраста растений, и составило на третий и четвертый годы  $18.34 \pm 0.17$  и  $18.38 \pm 0.46\%$  соответственно. Таким образом, по сравнению с первым и вторым годами интродукции произошло, увеличение количества сырого протеина приблизительно в 1.8 раза. Исходя из того, что к кормам с высоким содержанием перевариваемого протеина относятся корма, содержащие более 11.0% сырого протеина на 1 кормовую единицу, трава солодки бледноцветковой характеризуется как кормовая культура с высоким содержанием сырого протеина.

Содержание сырого протеина, как показателя общего количества азотосодержащих веществ в кормах, изменяется в траве солодки бледноцветковой с той же закономерностью, что и содержание белка по Барнштейну, варьируя по годам от  $9.77 \pm 0.77$  в первый год интродукции и увеличиваясь на четвертый до  $17.95 \pm 0.35\%$ .

Количество сырой клетчатки, необходимой в рационе питания КРС для нормального функционирования рубца, предотвращения ацидоза и повышения насыщения, с годами интродукции солодки бледноцветковой снижается на 40%. Изменяясь от  $24.86 \pm 0.14\%$  в первый год до  $15.07 \pm 0.91\%$  на четвертый год интродукции.

Содержание сырой золы, а также БЭВ, включающих все органические вещества корма, не учтенные при определении сырого протеина, сырой клетчатки и сырого жира, изменялось по годам значительно слабее по сравнению с остальными изучаемыми питательными веществами ( $V=7$  и 5% соответственно). Выявлено повышение их содержания, с увеличением возраста растения, сырой золы на 7%, а БЭВ – на 2%.

Анализ содержания важнейших макроэлементов показал, что с увеличением продолжительности интродукции в траве солодки бледноцветковой массовая доля кальция несколько понижалась от  $1.696 \pm 0.44$  в образцах первого года до  $1.416 \pm 0.81\%$  в образцах четвертого года, фосфора увеличивалась от  $0.120 \pm 0.89$  до  $0.207 \pm 0.75\%$  соответственно.

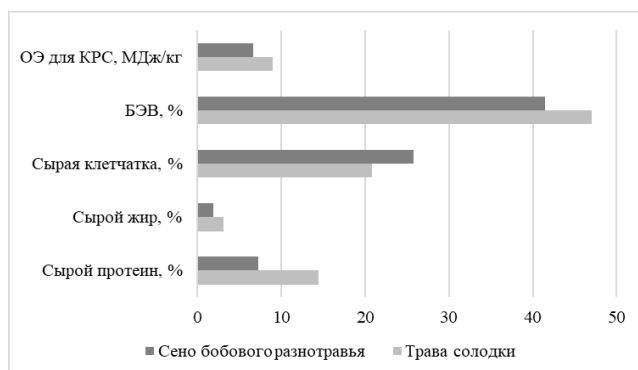
Расчет обменной энергии (ОЭ) и энергетических кормовых единиц (ЭКЕ) по сырым питательным веществам (ПВ) в траве солодки бледноцветковой для КРС в среднем за четыре года культивирования составили соответственно 8.98 МДж/кг и 0.90. Величина обменной энергии изменялась по годам интродукции от 8.21 до 9.76 МДж/кг, достигая наибольшего значения на третий и четвертый годы. Аналогичная закономерность в динамике выявлена и по величине ЭКЕ, при варьировании по возрасту растений от 0.82 до 0.98.

Солодка бледноцветковая растение новое и нетрадиционное как для использования в качестве кормовой культуры, так и для произрастания на территории Кузбасса. Учитывая это, интересны результаты сравнительного анализа основных показателей ее кормовой ценности со справочными данными традиционных кормов, применяемых в животноводстве, в частности для кормления КРС. Сравнивали важнейшие показатели оценки кормовой ценности травы *Glycyrrhiza pallidiflora* с таковыми, содержащимися в сене бобового разнотравья [22]. Установлено, что в анализируемых образцах содержание сырого протеина превосходило сено бобовых культур на 97.9% (рис.) и составило 14.45% в траве солодки бледноцветковой против 7.30 в сене бобового разнотравья.

Таблица 2. Показатели кормовой ценности травы солодки бледноцветковой

Показатель*	Год культивирования				Среднее
	1	2	3	4	
Сырой жир, %	2.11	2.22	3.95	4.13	3.10
Сырой протеин, %	10.42	10.65	18.34	18.38	14.45
Сырая клетчатка, %	24.86	26.81	16.68	15.07	20.86
Сырая зола, %	5.70	5.67	5.84	6.11	5.83
Протеин по Барнштейну, %	9.77	10.05	17.89	17.95	13.92
Кальций, %	1.696	1.813	1.493	1.416	1.605
Фосфор, %	0.120	0.105	0.283	0.207	0.179
БЭВ, %	47.51	45.69	46.88	48.06	47.04
ОЭ, МДж/кг по сырым ПВ**	8.31	8.21	9.63	9.76	8.98
ЭКЕ по сырым ПВ	0.83	0.82	0.96	0.98	0.90

\* Приводятся только средние данные без граничного значения доверительного интервала ( $p < 0.05$ ); \*\* ПВ – питательные вещества.



Показатели кормовой ценности для КРС травы солодки бледноцветковой и сена бобового разнотравья [22]

Массовая доля сырого жира в анализируемой траве была 3.10%, в сене бобового разнотравья – 1.89%, таким образом, превышение составляет 64.0%. Изучаемое сырье характеризовалось также более высоким содержанием по показателю БЭВ на 13.3%, ОЭ – на 34.0%. И только содержание клетчатки в анализируемом сырье было меньше на 18.9%.

Таким образом, трава *Glycyrrhiza pallidiflora* характеризуется более высокими показателями кормовой ценности по сравнению с травой бобового разнотравья, превосходя последнюю по содержанию сырого протеина, сырого жира, БЭВ, а также обменной энергии, несколько уступая по массовой доле сырой клетчатки.

### Выводы

Впервые были получены данные по аминокислотному составу и кормовой ценности травы солодки бледноцветковой (*Glycyrrhiza pallidiflora* Maxim), интродуцированной в Кузбассе. Выявлено преобладание аминокислот с полярными (гидрофильными) отрицательно заряженными радикалами (кислые), незначительно уступали аминокислоты с неполярными (гидрофобными) радикалами (нейтральные). Наименьший удельный вес установлен для аминокислот с полярными положительно заряженными радикалами (основные). Соотношение эссенциальных и заменимых аминокислот приблизительно составляет 1 : 3, с преобладанием заменимых аминокислот.

Анализ показателей кормовой ценности выявил, что содержание сырого жира, сырого протеина, сырой золы, протеина по Барнштейну, БЭВ и фосфора достигало наибольших значений на третий и четвертый годы интродукции.

Обменная энергия и энергетические кормовые единицы по сырым питательным веществам в траве солодки бледноцветковой для КРС в среднем за четыре года интродукции составили соответственно 8.98 МДж/кг и 0.90, достигая наибольшего значений на третий и четвертый годы.

Высушенная трава солодки бледноцветковой превосходит сено бобовых культур по содержанию сырого протеина на 97.9%, сырого жира – на 64.0%, БЭВ – на 13.3%, ОЭ – на 34.0%.

Полученные в ходе исследования результаты позволяют сделать вывод, что трава солодки бледноцветковой (*Glycyrrhiza pallidiflora* Maxim.) является биологически ценным сырьем за счет аминокислотного состава, а также по важнейшим показателям кормовой ценности. Может рекомендоваться в качестве источника природных биологически активных веществ для изготовления кормовых добавок.

### Список литературы

1. Косолапов В.М. Современное кормопроизводство – основа успешного развития АПК и продовольственной безопасности России // Земледелие. 2009. №6. С. 3–5.
2. Richards N., Nielsen B.D., Finno C.J. Nutritional and Non-nutritional Aspects of Forage // Vet. Clin. North Am Equine Pract. 2021. Vol. 37(1). Pp. 43–61. DOI: 10.1016/j.cveq.2020.12.002.
3. Дегтярева И.А., Гасимова Г.А. Амарант – источник новых пищевых продуктов и кормовых добавок // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2015. №223. С. 58–61.
4. Wanapat M., Cherdthong A., Phesatcha K., Kang S. Dietary sources and their effects on animal production and environmental sustainability // Anim. Nutr. 2015. Vol. 1(3). Pp. 96–103. DOI: 10.1016/j.aninu.2015.07.004.
5. Halmemies-Beauchet-Filleau A., Rinne M., Lamminen M., Mapato C., Ampapon T., Wanapat M., Vanhatalo A. Review: Alternative and novel feeds for ruminants: nutritive value, product quality and environmental aspects // Animal. 2018. Vol. 12(2). Pp. 295–309. DOI: 10.1017/S1751731118002252.

6. Романов В.Н., Боголюбова И.В. Комплексное применение биологически активных веществ как способ улучшения продуктивного здоровья скота // Ветеринария, зоотехния, биотехнология. 2018. №6. С. 75–83.
7. Воронов И.В. Аминокислотный состав *Atriplex Patula* L. и *Amaranthus Retroflexus* L. (Amaranthaceae), произрастающих в центральной Якутии // Химия растительного сырья. 2018. №3. С. 69–74. DOI: 10.14258/jcprm.2018033610.
8. De Angelis A., Gasco L., Parisi G., Danieli P.P. A Multipurpose Leguminous Plant for the Mediterranean Countries: *Leucaena leucocephala* as an Alternative Protein Source: A Review // Animals. 2021. Vol. 11. P. 2230. DOI: 10.3390/ani11082230.
9. Putri E.M., Zain M., Warly L., Hermon H. In vitro evaluation of ruminant feed from West Sumatera based on chemical composition and content of rumen degradable and rumen undegradable proteins // Vet. World. 2019. Vol. 12(9). Pp. 1478–1483. DOI: 10.14202/vetworld.2019.1478-1483.
10. Broderick G.A. Utilization of protein in red clover and alfalfa silages by lactating dairy cows and growing lambs // J. Dairy Sci. 2018. Vol. 101(2). Pp. 1190–1205. DOI: 10.3168/jds.2017-13690.
11. Meng Z., Liu Q., Zhang Y., Chen J., Sun Z., Ren C., Zhang Z., Cheng X., Huang Y. Nutritive value of faba bean (*Vicia faba* L.) as a feedstuff resource in livestock nutrition: A review // Food Sci. Nutr. 2021. Vol. 22 (9). Pp. 5244–5262. DOI: 10.1002/fsn3.2342.
12. Толстиков Г.Н., Балтина Л.А., Гранкина В.П. и др. Солодка: биоразнообразие, химия, применение в медицине. Новосибирск, 2007. 316 с.
13. Сапожникова Т.Г. Редкие сосудистые растения Хабаровского края и их охрана. Владивосток, 1997. 31 с.
14. Ключникова Н.Ф., Ключников М.Т., Ключникова Е.М. Влияние экстрактов листьев акантопанакса и корней солодки бледноцветковой на воспроизводительную способность коров // Евразийский союз ученых. 2014. №8. С. 12–13.
15. Ключникова Н.Ф., Ключников М.Т. Использование солодки бледноцветковой для профилактики бесплодия коров // Вестник ДВО РАН. 2016. №2. С. 113–115.
16. Liu J.H., Yang S.S., Fu Y.Q., Yuan C.L., Liu B. Studies on chemical constituents from *Glycyrrhiza pallidiflora* Maxim. // Acta pharmaceutica Sinica. 1990. Vol. 25(9). Pp. 689–693.
17. Shults E.E., Shakirov M.M., Pokrovsky M.A., Petrova T.N., Pokrovsky A.G., Gorovoy P.G. Phenolic compounds from *Glycyrrhiza pallidiflora* Maxim. and their cytotoxic activity // Nat. Prod. Res. 2017. Vol. 31(4). Pp. 445–452. DOI: 10.1080/14786419.2016.1188094.
18. Растительные ресурсы России: дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т.3. Семейства Fabaceae – Ariaceae / ред. А.Л. Буданцев. СПб.; М., 2010. С. 40–41.
19. Пинчук Л.Г., Мальцева Е.М., Егорова И.Н. Разработка методики количественного определения флавоноидов в траве солодки бледноцветковой (*Glycyrrhiza pallidiflora* Maxim.) // Медико-фармацевтический журнал «Пульс». 2021. Т. 23. №5. С. 29–34. DOI: 10.26787/nydha-2686-6838-2021-23-5-29-34.
20. ГОСТ Р 55569-2013. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение протеиногенных аминокислот методом капиллярного электрофореза. М., 2014. 19 с.
21. Биохимия / под ред. Е.С. Северина. М., 2003. 779 с.
22. Кирилов М.П., Махаев Е.А., Первов Н.Г., Пузакова В.В., Аникин А.С. Методика расчета обменной энергии в кормах на основы содержанию сырых питательных веществ. Дубровна, 2008. 30 с.

Поступила в редакцию 4 мая 2022 г.

После переработки 29 сентября 2022 г.

Принята к публикации 8 декабря 2022 г.

**Для цитирования:** Пинчук Л.Г., Егорова И.Н., Мальцева Е.М. Аминокислотный состав и кормовая ценность травы *Glycyrrhiza pallidiflora* Maxim., интродуцированной в Кузбассе // Химия растительного сырья. 2023. №1. С. 225–232. DOI: 10.14258/jcprm.20230111339.

Pinchuk L.G.<sup>1\*</sup>, Egorova I.N.<sup>1,2</sup>, Maltseva E.M.<sup>1</sup> AMINO ACID COMPOSITION AND FORAGE VALUE OF GLYCYRRHIZA PALLIDIFLORA MAXIM. GRASS INTRODUCED IN KUZBASS

<sup>1</sup> Kemerovo State Medical University, ul. Voroshilova, 22A, Kemerovo, 650056 (Russia), e-mail: ludmilapinchuk@mail.ru

<sup>2</sup> The Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of SB RAS, pr. Leningradsky, 10, Kemerovo, 650056, (Russia)

The purpose of the work is to study the pale-flowered licorice (*Glycyrrhiza pallidiflora* Maxim.) of the legume family (*Fabaceae*) herb amino acid composition and forage value, introduced in the Kuzbass. Eighteen proteinogenic amino acids were identified in the raw materials of the third and fourth years of introduction. Eight of them are irreplaceable and ten of them are replaceable. The amino acids total content differed significantly by years and amounted to 6.266±0.89% in the third year and 12.541±0.51% in the fourth year. The content of tryptophan, arginine, leucine+isoleucine, valine, histidine, aspartic acid, and serine varied more strongly from year to year. The content of proline, tyrosine, and methionine varied less. Amino acids with polar negatively charged radicals (acidic) prevail. Their part of the total amino acid content averages 36.20%. Amino acid's part with non-polar radicals (neutral) is slightly less – 31.80%. The smallest specific weight had amino acids with polar positively charged radicals (basic) 11.85%. Aspartic and glutamic acids, leucine+isoleucine, arginine, serine, proline were characterized by a larger part of the total amino acids.

The crude fat, protein, ash, Barnstein protein, nitrogen-free extractive substances and phosphorus content reached the highest values in the third and fourth years. The crude fiber and calcium amount decreased with increasing plant age. Metabolic energy and energy feed units for raw nutrients for cattle averaged 8.98 MJ/kg and 0.90, respectively. The highest values were reached in the third and fourth years of cultivation. Thus, pale-flowered licorice grass is a promising plant as a fodder crop and for the preparation of feed additives.

**Keywords:** introduction, grass, *Glycyrrhiza pallidiflora* Maxim., amino acids, crude protein, crude fiber, ash, calcium, phosphorus.

### References

- Kosolapov V.M. *Zemledeliye*, 2009, no. 6, pp. 3–5. (in Russ.).
- Richards N., Nielsen B.D., Finno C.J. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.*, 2021, vol. 37(1), pp. 43–61. DOI: 10.1016/j.cveq.2020.12.002.
- Degtyareva I.A., Gasimova G.A. *Uchenyye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N.E. Baumana*, 2015, no. 223, pp. 58–61. (in Russ.).
- Wanapat M., Cherdthong A., Phesatcha K., Kang S. *Anim. Nutr.*, 2015, vol. 1(3), pp. 96–103. DOI: 10.1016/j.aninu.2015.07.004.
- Halmemies-Beauchet-Filleau A., Rinne M., Lamminen M., Mapato C., Ampapon T., Wanapat M., Vanhatalo A. *Animal*, 2018, vol. 12(2), pp. 295–309. DOI: 10.1017/S1751731118002252.
- Romanov V.N., Bogolyubova I.V. *Veterinariya, zootekhnika, biotekhnologiya*, 2018, no. 6, pp. 75–83. (in Russ.).
- Voronov I.V. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2018, no. 3, pp. 69–74. DOI: 10.14258/jcprm.2018033610. (in Russ.).
- De Angelis A., Gasco L., Parisi G., Danieli P.P. *Animals*, 2021, vol. 11, p. 2230. DOI: 10.3390/ani11082230.
- Putri E.M., Zain M., Warly L., Hermon H. *Vet. World*, 2019, vol. 12(9), pp. 1478–1483. DOI: 10.14202/vet-world.2019.1478-1483.
- Broderick G.A. *J. Dairy Sci.*, 2018, vol. 101(2), pp. 1190–1205. DOI: 10.3168/jds.2017-13690.
- Meng Z., Liu Q., Zhang Y., Chen J., Sun Z., Ren C., Zhang Z., Cheng X., Huang Y. *Food Sci. Nutr.*, 2021, vol. 22 (9), pp. 5244–5262. DOI: 10.1002/fsn3.2342.
- Tolstikov G.N., Baltina L.A., Grankina V.P. et al. *Solodka: bioraznobraziye, khimiya, primeneniye v meditsine*. [Licorice: biodiversity, chemistry, application in medicine]. Novosibirsk, 2007, 316 p. (in Russ.).
- Sapozhnikova T.G. *Redkiye sosudistyie rasteniya Khabarovskogo kraya i ikh okhrana*. [Rare vascular plants of the Khabarovsk Territory and their protection]. Vladivostok, 1997, 31 p. (in Russ.).
- Klyuchnikova N.F., Klyuchnikov M.T., Klyuchnikova Ye.M. *Yevraziyskiy soyuz uchenykh*, 2014, no. 8, pp. 12–13. (in Russ.).
- Klyuchnikova N.F., Klyuchnikov M.T. *Vestnik DVO RAN*, 2016, no. 2, pp. 113–115. (in Russ.).
- Liu J.H., Yang S.S., Fu Y.Q., Yuan C.L., Liu B. *Acta pharmaceutica Sinica*, 1990, vol. 25(9), pp. 689–693.
- Shults E.E., Shakirov M.M., Pokrovsky M.A., Petrova T.N., Pokrovsky A.G., Gorovoy P.G. *Nat. Prod. Res.*, 2017, vol. 31(4), pp. 445–452. DOI: 10.1080/14786419.2016.1188094.
- Rastitel'nyye resursy Rossii: dikorastushchiye tsvetkovyye rasteniya, ikh komponentnyy sostav i biologicheskaya aktivnost'. T. 3. Semeystva Fabaceae – Apiaceae*. [Plant resources of Russia: wild flowering plants, their composition and biological activity. Vol. 3. *Fabaceae – Apiaceae* families], ed. A.L. Budantsev. St. Petersburg, Moscow, 2010, pp. 40–41. (in Russ.).
- Pinchuk L.G., Maltseva Ye.M., Yegorova I.N. *Mediko-farmatsevticheskiy zhurnal "Pul's"*, 2021, vol. 23, no. 5, pp. 29–34. DOI: 10.26787/nydha-2686-6838-2021-23-5-29-34. (in Russ.).
- GOST R 55569-2013. Korma, kombikorma, kombikormovoye syr'ye. Opredeleniye proteinogennykh aminokislots metodom kapillyarnogo elektroforeza*. [GOST R 55569-2013. Feed, compound feed, compound feed raw materials. Determination of proteinogenic amino acids by capillary electrophoresis]. Moscow, 2014, 19 p. (in Russ.).
- Biokhimiya*. [Biochemistry], ed. Ye.S. Severin. Moscow, 2003, 779 p. (in Russ.).
- Kirilov M.P., Makhayev Ye.A., Pervov N.G., Puzakov V.V., Anikin A.S. *Metodika rascheta obmennoy energii v kormakh na osnovy soderzhanuyu syr'kh pitatel'nykh veshchestv*. [Methodology for calculating the metabolic energy in feed on the basis of the content of raw nutrients]. Dubrovna, 2008, 30 p. (in Russ.).

Received May 4, 2022

Revised September 29, 2022

Accepted December 8, 2022

**For citing:** Pinchuk L.G., Egorova I.N., Maltseva E.M. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2023, no. 1, pp. 225–232. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20230111339.

\* Corresponding author.