

УДК 636.085.12/.13

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА CHENOPODIACEAE ПАСТБИЩНОГО МАССИВА ЛИВИИ

В. П. КРИЩЕНКО, А. И. РОТАРЬ, Ю. Ф. ЗАДНИПРЯНЫЙ,
Н. И. СТРЕЛЕЦ, Н. Д. АНОФРИНА

(Кафедра агрономической и биологической химии)

Недостаток минеральных элементов в рационе животных приводит к снижению продуктивности, перерасходу кормов, снижению резистентности организма к заболеваниям. В этой связи важно не только абсолютное содержание минеральных элементов, поступающих с кормами, но и соотношение между ними. Например, соотношение между содержанием кальция и фосфора в кормах для большинства взрослых животных должно быть 2:1, а для молодняка — 1:1 [8, 9]. Кальций входит в состав костной ткани, фосфор — составная часть АТФ и других соединений. Он играет важную роль в обмене углеводов, жиров и белков. При недостатке калия нарушается работа сердца. Сера используется при синтезе аминокислот и белков, в том числе микробильных белков в рубце жвачных животных.

Минеральные элементы в большинстве случаев являются активаторами различных ферментных систем. Так, железо и медь участвуют в окислительно-восстановительных реакциях. Железо стимулирует деятельность кроветворных механизмов костного мозга. Когда не хватает этого элемента, нарушается синтез гемоглобина. Медь содействует

включению железа в органические соединения. Марганец активизирует интенсивность обмена белков и жира. Цинк входит в состав ферментов карбоангидразы, инсулина, является активатором других биологических систем. Селен в определенных количествах может быть токсичным [10]. Как видно из сказанного, определение содержания минеральных элементов в надземной массе растений важно для организации рационального кормления сельскохозяйственных животных. Необходимо определять и изучать действие возможно большего числа биогенных элементов с тем, чтобы более полно реализовать потенциальную продуктивность скота.

Одной из отличительных особенностей растений семейства CHENOPODIACEAE, результаты исследования которых рассматриваются в этой статье, является значительное накопление ими солей. Многие растения содержат довольно много хлористого натрия (до 75 % общего количества солей), углекислого натрия, углекислого калия, сернокислого калия, сернокислого натрия. В них обнаружены цезий, рубидий, литий, стронций, титан, марганец, радий, бор, йод [1]. Химический состав растений этого се-

мейства, произрастающих в пастбищной зоне Ливии, изучен недостаточно, а у многих из них вообще не исследовался. Между тем это необходимо, так как поставлена задача

развития сельского хозяйства в стране, в частности животноводства, для увеличения производства сельскохозяйственных продуктов.

Объекты и методы исследования

Изучалось содержание минеральных элементов в 27 наиболее распространенных видах растений семейства CHENOPODIACEAE из 35 обнаруженных на территории Пастбищного массива Ливии. Исследования проводились в разные периоды роста и развития растений (до цветения — До Ц; в фазу цветения — Ц; плодоношения — П) в естественных условиях местообитания. Описания

видового состава семейства и методов исследований приведены в [2, 3]. В этой работе селен определяли по методике [4, 6, 7], серу — на автоматическом анализаторе модели Леко-32 фирмы Леко-корпорейшин (США), а железо, марганец, цинк и медь — на рентгенофлюоресцентном анализаторе модели ТЕФА-6110 фирмы Ортек (США) [5].

Результаты и их обсуждение

Относительное содержание азота в надземных органах до ранних фаз развития к поздним обычно уменьшается. В среднем по семейству количество азота в надземной массе в периоды до цветения, цветения и плодоношения равнялось соответственно 1,71, 1,60 и 1,46 %. Обращает на себя внимание *Hammada scoraria*, у которой содержание этого элемента довольно высокое (3,0—3,3 %) и увеличивается по мере роста и развития растений. Относительно высокое содержание азота и у *Suaeda mollis* (1,9—2,5 %), а небольшое — у *Anabasis articulata*, *Salsola delileana*, *S. tetragona* и других видов. Различия растений разных видов в накоплении азота достигают 6-кратного размера: 0,55 % у *Salsola delileana* и 3,30 % у *Hammada scoraria* в период плодоношения.

Из макроэлементов в растениях больше всего накапливается кальция, меньше всего — фосфора. Большинство видов (*Anabasis articulata*, *A. otopediorum*, *Arthrocnemum glaucum* и др.) содержат достаточное для животных количество кальция и калия и довольно мало фосфора. Однако в фитомассе некоторых видов (*Bassia muricata*, *Beta maritima*, *Suaeda mollis*) содержится достаточно и фосфора. Как правило, наиболее богаты минеральными элементами растения в период до цветения (*Anabasis articulata*, *Atriplex halimus*, *Bassia muricata*, *Beta maritima*, *Hammada schmittiana* и др.). В надземной массе отдельных видов (*Salsola acanthoclada*, *S. longifolia*), наоборот, количество названных элементов меньше в эту фазу и практически не меняется в течение прохождения всех трех рассматриваемых периодов вегетации (*Hammada scoraria*, *Haloperlis amphixicaulis*).

В целом, если судить по усредненным данным по семейству, по мере прохождения фаз развития, то можно обнаружить тенденцию к уменьшению в фитомассе растений кальция, фосфора и калия. Минимальное количество кальция содержится у *Salsola acanthoclada* в период до цветения — 0,87 %; фосфора у *Salsola acanthoclada* — до цветения и в фазу цветения, а у *Noaea mucronata* — фазы цветения и плодоношения — 0,01 %; калия у *Halocnemum strobilaceum* — в фазу цветения — 0,80 %. Максимальное количество кальция отмечено у *Anabasis otopediorum* в фазу цветения — 8,53 %, фосфора у *Bassia muricata* в период до цветения — 0,44 %, калия у *Chenopoides arabica* в фазу вегетации — 10,53 %.

Различия в накоплении кальция, фосфора и калия достигают 10, 44 и 13-кратного размера.

Содержание серы в растениях семейства CHENOPODIACEAE, произрастающих в экстремальных условиях изучаемого массива, обычно значительное (табл. 2). В среднем по семейству по фазам вегетации оно составило 0,487, 0,335 и 0,445 %, но по видам колебалось в очень широких пределах: 0,016 % у *Atriplex mollis* (до цветения), а у *Salsola tetrandra* (плодоношение), *Salsola tetragona* (до цветения), *S. tetrandra* (плодоношение) и *S. schweinfurthii* (вегетация) было в 100 раз больше.

Количество железа в фитомассе растений в среднем в 5—6 раз меньше, чем серы: в среднем по семейству в изучаемые периоды соответственно 772, 695 и 783 мг на 1 кг массы при колебании от 238 мг у *Atriplex halimus* (цветение) до 2242 мг у *Traganum pudatum* (вегетация), т. е. диапазон колебаний на порядок меньше, чем в случае серы.

Марганца накапливается в 12—15 раз меньше, чем железа: в среднем по семейству 60,7, 59,3 и 50,8 мг на 1 кг массы при колебаниях от 19,8 у *Arthrocnemum glaucum* (цветение) до 116,0 мг у *Hammada scoraria* (до цветения). Таким образом, диапазон колебания меньше, чем у железа.

Накопление цинка в 3,5 раза меньше, чем марганца. Среднее его количество по семейству составляло в рассматриваемых фазах развития соответственно 15,6, 17,2 и 14,3 мг на 1 кг массы; колебания от 9,0 у *Anabasis articulata* (плодоношение) до 30,2 кг у *Suaeda gruinosa* (плодоношение). Следовательно, диапазон колебания еще меньше, чем в случае марганца.

Очень мало накапливалось меди в растениях этого семейства: в среднем по фазам развития 7,4, 8,0 и 6,2 мг на 1 кг массы при колебаниях от 3,5—4,0 у *Arthrocnemum glaucum* (до цветения, плодоношение) до 12,0—17,9 мг у *Traganum pudatum* (до цветения, цветение). Диапазон колебания четырехкратный.

Содержание селена также небольшое (ниже токсичного уровня [10]), в несколько десятков раз меньше, чем меди. В среднем по семейству по мере роста и развития растений оно увеличивается — 0,12, 0,22 и 0,29 мг на 1 кг массы; диапазон колебания от 0,03 мг у *Arthrocnemum glaucum* (плодоношение) до 0,75 мг у *Salsola delileana* (плодоношение), различие 25-кратное.

Элементный состав растений семейства CHENOPODIACEAE
(в среднем за 3 года, %)

Фенологическая фаза	Азот	Фосфор	Калий	Кальций	Сырая зола
<i>Anabasis articulata</i> (6 проб)					
До Ц	0,69	0,02	2,54	6,35	33,2
Ц	1,12	0,04	1,97	5,82	28,0
П	1,00	0,03	1,95	5,64	28,8
<i>A. oropediorum</i> (3 пробы)					
До Ц	1,87	0,03	1,51	5,89	24,8
Ц	0,83	0,04	1,56	8,53	25,4
П	1,47	0,07	1,82	5,21	21,2
<i>Arthrocnemum glaucum</i> (4 пробы)					
До Ц	2,02	0,07	0,85	1,31	36,4
Ц	1,64	0,09	0,98	1,15	27,2
П	0,88	0,05	1,03	1,08	33,8
<i>Atriplex glauca</i> (3 пробы)					
До Ц	1,71	0,06	1,92	2,03	21,3
Ц	1,86	0,12	1,74	3,82	24,3
П	1,47	0,04	1,90	2,65	24,3
<i>A. halimus</i> (3 пробы)					
До Ц	1,96	0,10	10,41	2,12	24,5
Ц	1,56	0,16	8,01	1,56	27,4
П	1,90	0,13	9,10	1,50	27,6
<i>A. mollis</i> (3 пробы)					
До Ц	1,64	0,13	8,69	2,42	29,1
Ц	1,34	0,07	6,87	3,24	33,1
П	1,27	0,08	5,94	2,14	29,4
<i>A. portulacoides</i> (3 пробы)					
До Ц	0,99	0,05	5,17	2,34	34,4
Ц	1,40	0,15	7,17	2,04	31,9
П	1,38	0,09	6,90	1,95	33,5
<i>Bassia muricata</i> (3 пробы)					
До Ц	1,78	0,44	8,79	3,39	24,5
Ц+П	1,11	0,08	4,87	2,97	19,3
<i>Beta maritima</i> (3 пробы)					
До Ц	2,15	0,14	8,48	6,16	29,6
Ц+П	2,83	0,12	9,56	2,20	20,9
<i>Chenoleoides arabica</i> (3 пробы)					
До Ц	2,28	0,12	10,53	3,28	31,1
Ц	1,70	0,11	7,65	1,48	14,3
П	1,19	0,04	5,12	4,52	28,0
<i>Halocnemum strobilaceum</i> (3 пробы)					
До Ц	1,76	0,10	1,23	1,51	39,2
Ц	1,53	0,08	0,80	1,21	42,6
П	0,98	0,04	1,06	2,41	33,9
<i>Haloreplis amplexicaulis</i> (3 пробы)					
До Ц	1,71	0,09	1,95	2,94	41,9
Ц+П	1,05	0,15	1,94	2,75	48,4
<i>Hammada schmittiana</i> (12 проб)					
До Ц	1,14	0,04	2,37	4,28	21,3
Ц	1,20	0,04	2,15	3,68	20,8
П	1,41	0,05	1,96	3,36	19,6
<i>H. scoparia</i> (10 проб)					
До Ц	2,97	0,07	2,05	2,76	15,4
Ц	3,18	0,06	2,61	2,24	14,8
П	3,30	0,06	2,07	2,70	18,4

Фенологическая фаза	Азот	Фосфор	Калий	Кальций	Сырая зола
<i>Noaea mucronata</i> (3 пробы)					
До Ц	2,13	0,03	2,33	2,55	13,8
Ц	1,35	0,01	1,46	1,80	8,9
П	1,14	0,01	1,07	2,22	8,9
<i>Salsola acanthoclada</i> (3 пробы)					
До Ц	1,56	0,01	2,14	0,87	7,9
Ц	2,23	0,01	2,04	1,03	8,1
П	1,79	0,06	2,24	1,33	7,8
<i>S. delileana</i> (7 проб)					
До Ц	0,84	0,08	2,10	2,26	26,6
Ц	0,78	0,06	2,63	1,89	26,0
П	0,55	0,06	2,09	1,90	27,1
<i>S. inermis</i> (3 пробы)					
До Ц	0,93	0,08	1,88	1,51	32,9
Ц+П	0,97	0,11	1,21	1,14	38,7
<i>S. longifolia</i> (3 пробы)					
До Ц	1,12	0,06	1,95	3,39	23,2
Ц	1,52	0,09	2,37	2,91	23,9
П	1,16	0,06	2,07	3,51	26,0
<i>S. oppositifolia</i> (3 пробы)					
До Ц	1,87	0,13	2,21	1,90	31,0
Ц	0,78	0,08	1,64	2,03	32,1
П	0,74	0,04	2,48	2,05	33,2
<i>S. karoliniana</i> (3 пробы)					
До Ц	1,38	0,06	5,82	5,21	27,2
Ц+П	0,96	0,05	2,29	4,64	22,4
<i>S. tetragona</i> (4 пробы)					
До Ц	0,79	0,05	1,80	2,11	22,9
Ц	0,96	0,06	2,56	2,21	22,6
П	0,94	0,05	2,09	1,76	22,7
<i>S. tetrandra</i> (9 проб)					
До Ц	1,56	0,08	1,63	2,44	35,8
Ц	1,17	0,06	1,72	2,67	31,9
П	1,06	0,06	2,00	2,40	34,1
<i>S. schweinfurthii</i> (3 пробы)					
До Ц	1,43	0,09	1,91	1,83	33,9
Ц	1,34	0,06	1,88	1,94	31,5
П	1,01	0,04	1,62	2,34	34,9
<i>Suaeda mollis</i> (5 проб)					
До Ц	2,28	0,20	1,74	1,56	28,9
Ц	2,53	0,09	1,34	2,09	28,7
П	1,92	0,07	1,65	1,29	23,9
<i>Su. pruinosa</i> (7 проб)					
До Ц	1,53	0,09	1,50	3,45	33,0
Ц	1,96	0,12	1,32	3,33	34,1
П	1,35	0,09	1,33	2,28	32,6
<i>Traganum nudatum</i> (7 проб)					
До Ц	1,06	0,06	1,26	5,74	22,7
Ц	1,36	0,06	1,51	3,07	24,3
П	1,16	0,06	1,62	3,63	24,0
В среднем (120 проб)					
До Ц	1,71	0,09	2,10	3,02	27,6
Ц	1,60	0,08	2,02	2,72	26,4
П	1,46	0,07	1,88	2,65	26,8

Содержание микроэлементов и серы в растениях семейства CHENOPODIACEAE
(в среднем за 3 года, мг/кг)

Фенологическая фаза	Сера	Железо	Марганец	Цинк	Медь	Селен
<i>Anabasis articulata</i>						
До Ц	840	505	85,8	12,4	8,2	0,05
Ц	1310	415	76,1	13,4	7,5	0,20
П	1720	813	88,8	9,0	8,1	0,21
<i>Arthrocnemum glaucum</i>						
До Ц	3270	392	31,9	10,9	4,0	—
Ц	1820	238	19,8	13,6	4,4	—
П	6040	423	29,0	9,6	3,5	0,03
<i>Atriplex halimus</i>						
До Ц	1270	862	53,3	21,4	5,0	—
Ц	4710	338	24,1	19,4	4,3	—
П	1670	520	30,3	13,1	4,1	0,27
<i>A. mollis</i>						
До Ц	160	902	31,7	26,4	7,0	—
Ц	1200	1142	39,2	17,7	8,9	—
П	1090	938	31,3	12,1	5,1	0,05
<i>Halocnemum strobilaceum</i>						
До Ц	540	638	29,5	16,7	5,4	—
Ц	250	473	26,4	15,4	4,6	—
П	1610	1236	41,2	11,8	5,3	0,27
<i>Hammada schmittiana</i>						
До Ц	690	393	73,5	14,0	5,5	0,11
Ц	780	584	80,7	14,4	8,5	0,23
П	1190	645	52,9	13,4	5,3	0,49
<i>H. scoparia</i>						
До Ц	2180	360	116,0	15,3	6,5	0,13
Ц	1500	519	104,8	16,5	8,6	0,25
П	2750	669	96,5	21,1	6,8	0,46
<i>Salsola delileana</i>						
До Ц	6140	702	62,3	13,3	5,2	0,10
Ц	1350	667	51,7	13,7	6,7	0,24
П	5270	406	37,4	12,4	6,1	0,46
<i>S. tetragona</i>						
До Ц	14990	972	40,6	21,7	6,6	0,18
Ц	7770	926	93,7	20,2	8,7	0,42
П	8630	947	61,5	12,0	5,5	0,75
<i>S. tetrandra</i>						
До Ц	1370	797	50,3	14,2	6,0	0,10
Ц	6380	825	71,1	16,8	7,9	0,17
П	16580	969	43,9	14,5	5,1	0,28
<i>S. schweinfurthii</i>						
До Ц	15740	562	47,6	13,6	6,1	—
Ц	6370	537	43,6	18,7	10,5	—
П	5410	438	34,7	11,1	8,0	0,12
<i>Suaeda mollis</i>						
До Ц	3540	547	90,6	11,7	9,0	—
Ц	1540	570	85,2	17,6	8,5	—
П	4190	633	74,0	13,8	5,6	0,13
<i>Su. pruinosa</i>						
До Ц	9190	931	51,8	13,8	11,7	0,11
Ц	5410	1109	42,5	26,1	11,4	0,12
П	2980	1420	39,1	30,2	11,0	0,27

Фенологическая фаза	Сера	Железо	Марганец	Цинк	Медь	Селен
Traganum nudatum						
До Ц	8250	2242	84,8	12,9	17,9	0,15
Ц	6440	1383	70,6	16,9	12,0	0,16
П	3120	904	50,6	15,8	7,3	0,22
В среднем						
До Ц	4869	772	60,7	15,6	7,4	0,12
Ц	3345	695	59,3	17,2	8,0	0,22
П	4446	783	50,8	14,3	6,2	0,29

Примечание. Количество проб то же, что и в табл. 1.

Анализ растений, относящихся к видам, не включенным в табл. 2, свидетельствует о наличии у них селена в фазу плодоношения (в остальные фазы анализ не проводился): у *Arthrocnemum glaucum*, *Atriplex portulacoides*, *Bassia muricata*, *Beta maritima*, *Halopeplis amplexicaulis*, *Noaea mucronata*, *Salsola acanthoclada*, *S. inermis*, *S. longifolia*, *S. oppositifolia* соответственно 0,12; 0,10; 0,48; 0,26; 0,15; 0,10; 0,05; 0,30; 0,04 и 0,12 мг на 1 кг массы, а также у *Anabasis oropediolum* в рассматриваемые фазы 0,16; 0,23 и 0,26 мг, у *Chenoleoides arabica* 0,16 мг в фазу до цветения и 0,49 мг при цветении и плодоношении, у *Salsola karoliniana* в эти же периоды обнаружено 0,20 и 0,57 мг селена.

Как отмечалось выше, изученные виды характеризуются высоким содержанием

зольных элементов. В среднем по семейству в растениях в различные фазы развития содержится 26,4—27,6 % сырой золы (табл. 1). Особенно много ее у *Halopeplis amplexicaulis* — 41,9—48,4 %. Лишь у двух видов (*Noaea mucronata*, *Salsola acanthoclada*) количество золы небольшое — 7,8—13,8 %. Повышенное накопление золы часто объясняется механическим включением в ткани растений мельчайших частичек песка, переносимого ветрами. Особенно это характерно для видов растений, имеющих опушенные листья. Закономерных изменений количества золы по мере вегетирования различных видов растений мало. Диапазон изменения содержания золы более чем 6-кратный: 7,8 % у *Salsola acanthoclada* (плодоношение) и 48,4 % у *Halopeplis amplexicaulis* (цветение и плодоношение).

Заключение

Содержание азота у большинства видов растений семейства CHENOPODIACEAE по мере их роста и развития уменьшается. В зеленой массе большинства видов содержится достаточное для сельскохозяйственных животных количество кальция и калия, и очень мало фосфора. Наибольшее содержание элементов обычно отмечается в период до цветения растений. Различия в

концентрации анализируемых элементов в растениях зависят от вида последних и фаз развития. По золе, азоту, цинку, меди и марганцу они достигают 3—6-кратного размера; по железу, кальцию и калию — 9—13-кратного; самое низкое содержание селена и фосфора может быть в несколько десятков раз меньше самого высокого, а серы — более чем в 100 раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимова К. И., Оюун Б. Особенности химического состава некоторых кормовых растений Монголии. — В кн.: Биол. ресурсы и природные условия МНР. Т. 5. Л.: Наука, 1974, с. 88—93. — 2. Крищенко В. П., Ротарь А. И., Заднепряный Ю. Ф. и др. Биохимический состав и питательная ценность растений семейства CHENOPODIACEAE Пастбищного массива Ливии. — Изв. ТСХА, 1984, вып. 5, с. 38—45. — 3. Крищенко В. П., Ротарь А. И. Химический состав и питательная ценность главных растений Центральной зоны Ливии. — Пробл. освоения пустынь, 1982, № 5, с. 37—51. — 4. Кюньке Л. М., Дубинская Н. А. Инструментальный многоэлементный нейтроноактивационный анализ растительного материала, II. Исследования количественного состава. — В сб.: Активационный анализ. Рига: Зинатне, 1978, с. 140—148. — 5. Логиннов Ю. М., Коровин А. И., Воронков В. И.

и др. Метод. указ. по рентгенофлюорес. энергодисперс. анализу материалов раст. происхождения. М.: Колос, 1983. — 6. Озолина Г. Р., Кюньке Л. М., Дубинская Н. А. Исследование малозученных микроэлементов в листьях растений методом нейтронной активации. — В сб.: Активационный анализ. Рига: Зинатне, 1978, с. 182—189. — 7. Пелекис З. Э., Пелекис Л. Л. Применение Ge(Li)-спектрометра для определения селена в тканях и органах животных. Там же, с. 149—157. — 8. Смурыгин М. А. Корма (справ. книга). М.: Колос, 1977. — 9. Kenneth V. B., Genpard M. — The soil factor in nutrition Animal and Human. Marcel Dekker, INC, N. Y. a. Basel, 1976. — 10. Rosenfeld J., Beath D. A. — Selenium. N. Y. L., Acad. Press, 1964.

Статья поступила 5 июля 1982 г.

SUMMARY

The article studies mineral elements content in 27 more wide-spread plant species Chenopodiaceae out of 35 found on the territory of the Pasture range in Libya. Nitrogen content in the plants of most of the species studied is found to decrease with growth and development and accumulation of phytomass. Most species contain the amount of Ca and K sufficient for farm animals. The highest concentration of elements in the plants is usually found in the pre-flowering period.