

БИОХИМИЯ

Б. А. АКОПЯН

ОСОБЕННОСТИ АЗОТИСТОГО ОБМЕНА РАСТЕНИЙ,
ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ЗАСОЛЕНИЯ

Изучение обмена веществ и, в частности, обмена азотистых соединений растений, произрастающих в условиях засоления, имеет большое теоретическое и народнохозяйственное значение.

Азотистый обмен растений, выращенных в условиях почвенного засоления—вопрос мало изученный. Исследования ряда авторов установили существенные изменения в азотистом обмене растений под влиянием почвенных концентраций солей во внешней среде. Установлено, что в зернах пшениц, культивируемых в условиях засоления, повышается содержание общего и белкового азота [1, 2], то же происходит и в семенах хлопчатника [3]. С возрастанием почвенного засоления концентрация общего азота повышается также в вегетативных органах хлопчатника [4, 5]. Уменьшение содержания общего азота под влиянием засоления получено у М. Г. Абуталибова [6] в листовых пластинках и черешках хлопчатника и у И. Д. Шматок [7] в надземных частях *Salicornia herbacea*. Работами Б. П. Строгонова [8] и др. [9] установлено, что с повышением почвенного засоления количество общего и белкового азота в листьях хлопчатника возрастает. По мере же старения листа в течение вегетационного периода наблюдается уменьшение общего и белкового азота в нем. Многочисленные данные получены А. А. Шаховым [10, 11, 12, 13, 14] по азотистому обмену солеустойчивых древесно-кустарниковых растений и галофитов.

Вопрос азотистого обмена растений в условиях засоленных почв Армении весьма мало изучен, несмотря на его важность и актуальность в деле освоения солонцовых и солончаковых почв Араратской низменности. С 1952 г. Сектором почвоведения АН АрмССР (ныне Отдел почвоведения Института земледелия МСХ) проводятся опыты, которые показали, что в районах засоленных почв Октемберянского района и Араздаяна произрастание злаковых и бахчевых культур возможно. Однако еще не изучены биохимические превращения и особенности физиологических процессов у растений, произрастающих в этих условиях.

С целью изучения влияния засоления на качественный и количественный состав биомассы растений в разных фазах вегетации, мы поставили перед собой задачу исследовать биохимические особенности некоторых растений, произрастающих на Араратской низменности в

условиях засоленных и незасоленных почв. При этом были в основном изучены изменения углеводных и азотистых фракций. В настоящей работе приведены результаты по азотистому обмену.

Методика исследования

Образцы растений и почвы отбирались как с незасоленных почв, так и с засоленных (почвы отбирались в корнесфере данного растения). Основными объектами для изучения служили из дикорастущих форм *Goebelia alopecuroides* (сем. Leguminosae), а из культурных— два сорта пшеницы: Арташати 42 и Гамаданикум. Опыты проводились на растениях, собранных с засоленных почв Октемберянского района и Араздаяна (экспериментальная база Отдела почвоведения). Параллельно проводились исследования исходных форм, произрастающих на незасоленных почвах (пшеницы—объединенная экспериментальная база сельскохозяйственных научно-исследовательских учреждений, *G. alopecuroides*—район Норка—окрестности Еревана). Зерна пшениц, выращенных на засоленных местообитаниях, получены от В. Г. Агабабян (первая и третья репродукции) и К.А. Оганесяна (первая репродукция); исходные формы—от С. Оганесян.

По данным Отдела почвоведения Института земледелия МСХ АрмССР (В. Г. Агабабян [15], К. А. Оганесян, М. М. Хачатрян) водные вытяжки почвенных образцов представляли следующую картину.

Степень засоления и состав солей (%)

Растения	Местонахождение	Репродукция	Степень засоления	CO ₃	Общая щелочность	Cl	SO ₄	Урожай с га (ц)
<i>G. alopecuroides</i>	Октемберян.	—	1,30	нет	0,025	0,305	0,528	—
"	Норк.	—	0,070	"	0,037	0,008	0,007	—
Пшеницы:								
Арташати 42	Октемберян.	первая	1—1,5	"	0,049	0,272	1,06	11,7
"	"	третья	1,4	"	0,02	—	—	12,6
Гамаданикум	"	первая	1—1,5	0,005	0,036	0,384	0,396	9,5
"	"	третья	1,202	нет	0,03	—	—	8,7
Арташати 42	Араздаян.	первая	0,5	0,006	0,160	0,088	0,05	17,0
Гамаданикум	"	первая	0,6	0,01	0,140	0,110	0,110	15,0
"	"	"	0,9	0,005	0,085	0,251	0,266	5,0

Растительный материал *G. alopecuroides* нами был собран в разные фазы развития, ввиду того, что природа действия солей на растительный организм является неодинаковой в разные периоды его развития. Собранный материал сразу же высушивался в термостате сначала при температуре 80°, затем при 60–70°. После сушки он пропускаться через лабораторную мельницу.

Азотистые фракции определялись [16] по следующим методикам: общий азот—по методу Кельдаля, белковый и небелковый—по методу Барнштейна-Штутцера, аммиачный и амидный (раздельное опреде-

ление аспарагина и глутамина) — по методу В. Л. Кретовича и З. Г. Евстигнеевой. Проведено также хроматографическое распределение аминокислот листьев свежесобранных растений, произрастающих в условиях засоленных и незасоленных почв [17].

Исследование азотистого обмена проводилось с одной стороны на сложных листьях *G. alopecuroides*, и с другой, на зернах двух сортов пшениц, произрастающих в условиях засоления. Изучению подвергались также зерна пшениц, произрастающих в почвах с разной концентрацией солей.

Изменение содержания общего, небелкового и белкового азота в листьях G. alopecuroides в условиях засоления. Экспериментальные данные, полученные при исследовании листьев растений в разных фазах онтогенетического развития, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Фракция азота	Незасоленные почвы			Засоленные почвы		
	вегетация	цветение	плодоношение	вегетация	цветение	плодоношение
Общий азот (% абс. с. в.)	5,57	5,06	4,50	5,53	4,40	3,98
Белковый азот (" " ")	4,78	3,75	3,37	4,66	3,50	2,89
Небелковый азот (" " ")	0,72	1,05	1,00	0,69	0,73	0,72
$\frac{\text{небелковый азот}}{\text{общий азот}}$ (" " ")	12,9	20,9	22,2	12,4	16,5	14,6
$\frac{\text{белковый азот}}{\text{общий азот}}$ (" " ")	85,8	74,1	74,8	84,2	79,5	72,5
$\frac{\text{небелковый азот}}{\text{белковый азот}}$ (" " ")	15,0	28,0	29,6	14,8	20,8	20,4

Полученные результаты показывают, что количество общего и белкового азота постепенно снижается от фазы вегетации до фазы плодоношения. Эти фазовые изменения протекают равномерно в обоих почвенных условиях. Количество небелкового азота повышается от фазы вегетации до цветения, а далее остается постоянным или незначительно понижается. Содержание как общего, так и белкового азота всегда ниже в листьях растений, произрастающих на засоленных почвах. В этом отношении наши данные значительно отличаются от данных Б. П. Строгонова [8] по хлопчатнику и А. А. Шахова [14] по древесно-кустарниковым растениям, где в большинстве случаев содержание общего, белкового и небелкового азота выше в растениях, произрастающих на засоленных почвах.

Установлено, что соотношение небелкового азота к общему и небелкового азота к белковому значительно выше в листьях растений, произрастающих на незасоленных почвах. Эти расхождения менее заметны в фазе вегетации, но резко акцентируются в фазах цветения и плодоношения.

Изменение содержания аммиачного и амидного азота в листьях G. alopescuroides в условиях засоления. Экспериментальные данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

Фракция азота	Незасоленные почвы			Засоленные почвы		
	вегетация	цветение	плодоношение	вегетация	цветение	плодоношение
Общий азот (‰ абс. с. в.)	5,57	5,06	4,50	5,53	4,40	3,98
Аммиачный азот (" ")	0,046	0,037	0,033	0,056	0,037	0,028
Глютаминовый азот (" ")	0,544	0,555	0,258	0,639	0,359	0,275
Аспарагиновый азот (" [")	0,107	0,131	0,088	0,117	0,086	0,087
Сумма глут.+аспар. (" ")	0,651	0,686	0,346	0,756	0,445	0,362
$\frac{\text{аммиачный азот}}{\text{общий азот}}$ (‰)	0,82	0,73	0,73	1,01	0,84	0,70
$\frac{\text{амидный азот}}{\text{общий азот}}$ (")	11,70	13,50	7,69	13,60	10,10	9,09

Полученные данные показывают следующее: аммиачный азот хотя и слабо, но постоянно снижается при переходе от фазы вегетации до плодоношения в листьях растений, произрастающих как на незасоленных, так и на засоленных почвах. Изменения амидных форм азота (аспарагиновая и глютаминовая) выявляют разные закономерности в обоих случаях. На незасоленных почвах содержание амидных форм азота остается постоянным в фазах вегетации и цветения, затем сильно падает в фазе плодоношения. На засоленных почвах содержание амидных форм азота сильно падает в фазе цветения, а в фазе плодоношения приобретает равное значение с амидами листьев растений, произрастающих на незасоленных почвах. Соотношение аммиачного азота к общему и амидного азота к общему в большинстве случаев повышается у растений, произрастающих на засоленных почвах.

Изменение содержания общего, белкового и небелкового азота в зернах пшениц при произрастании в условиях засоления. Экспериментальные данные приведены в табл. 3.

Полученные данные о составе зерен пшениц (фаза полной спелости) приводят нас к следующим выводам. При произрастании на засоленных почвах у пшениц сортов Арташати 42 и Гамаданикум содержание общего азота резко снижается в зернах первой репродукции, а в дальнейшем частично восстанавливается в зернах третьей репродукции. Содержание белкового азота также падает в зернах пшениц с засоленных почв, но до третьей репродукции; падение это менее выражено у сорта Арташати 42. В результате этого, содержание небелкового азота у пшениц первой репродукции немного понижается, затем сильно повышается у обоих сортов в третьей репродукции.

Таблица 3

Фракция азота	Арташати 42				Гамаданикум			
	исходная	первая репродук.		третья репродук.	исходная	первая репродук.		третья репродук.
		*	**			*	**	
Общий азот (‰ абс. сухого в.)	3,00	2,10	2,08	2,24	3,00	1,66	2,84	2,30
Белковый азот (. .)	1,87	1,11	0,54	0,82	1,71	1,00	0,62	0,35
Небелковый азот (. .)	1,10	0,94	1,53	1,39	1,21	0,64	2,18	1,93
<u>небелковый азот</u> (‰)	36,6	44,7	73,5	61,6	40,3	39,1	76,9	83,9
<u>общий азот</u>								
<u>белковый азот</u> (.)	62,3	52,8	26,0	36,6	57,0	60,2	21,8	15,2
<u>общий азот</u>								
<u>небелковый азот</u> (.)	58,8	84,6	283,3	165,3	70,7	63,3	351,6	551,4
<u>белковый азот</u>								

* С засоленных почв Октемберянского района.

** С засоленных почв Араздаяна.

Соотношение белкового азота к общему резко снижается у зерен третьей репродукции по сравнению с исходной формой; это падение сильнее выражено у сорта Гамаданикум. Наоборот, соотношение небелкового азота к белковому значительно повышается, что также более заметно у сорта Гамаданикум. Сильное падение соотношения белкового азота к общему и повышение соотношения небелкового азота к общему в зернах сорта Гамаданикум по сравнению с сортом Арташати 42 свидетельствует о том, что пшеницы сорта Гамаданикум менее приспособлены к воздействию внешних неблагоприятных факторов окружающей среды.

Результаты по снижению общего и белкового азота и снижению соотношения белкового азота к общему повторяются у пшениц тех же сортов, произрастающих на засоленных почвах Араздаяна.

Изменение содержания аммиачного и амидного азота в зернах пшениц в условиях засоления. Экспериментальные данные приведены в табл. 4.

Результаты показывают, что содержание аммиачного азота в зернах пшениц с засоленных местообитаний повышается как в первой, так и в третьей репродукциях. Содержание амидных форм азота у обоих сортов немного снижается в первой репродукции, а в третьей значительно восстанавливается, указывая в этом отношении на большую пластичность по сравнению с функцией синтеза белков. Соотношения аммиачного азота к общему и амидного азота к общему всегда повышаются в условиях засоления, и это нарушение также не восстанавливается до третьей репродукции. В этом отношении результаты, полученные по пшеницам, выращенным в разных районах засоления, определенно совпадают.

Таблица 4

Фракция азота	Арташати 42				Гамаланикум			
	исходная	первая репрод.*	третья репрод.*	первая репрод.**	исходная	первая репрод.*	третья репрод.*	первая репрод.**
Общий азот (‰ абс. сух. в.)	3,00	2,10	2,24	2,08	3,00	1,66	2,30	2,84
Аммиачный азот	0,020	0,026	0,026	0,020	0,010	0,013	0,013	0,020
Глютаминовый азот	0,074	0,056	0,095	0,033	0,024	0,024	0,030	0,033
Аспарагиновый азот	0,023	0,023	0,039	0,023	0,028	0,023	0,028	0,023
Амидный азот	0,097	0,039	0,134	0,056	0,052	0,047	0,058	0,056
<u>аммиачный</u> (‰) общий азот	0,66	1,23	1,16	1,00	0,33	0,77	0,57	0,70
<u>амидный азот</u> (‰) общий азот	3,23	4,23	6,00	2,21	1,75	2,81	2,54	1,95

* С засоленных почв Октемберянского района.

** С засоленных почв Араздайна.

Изменение содержания фракций азота в зернах пшениц, произрастающих в почвах с разными концентрациями солей. Полученные результаты приведены в табл. 5.

Таблица 5

Фракция азота	Исходный	Степень засоления в ‰	
		0,6	0,9
Общий азот (‰ абс. сух. вещ.)	3,00	2,84	2,41
Белковый азот	1,71	0,62	0,26
Небелковый азот	1,21	2,18	1,87
Аммиачный азот	0,01	0,020	0,026
Глютаминовый азот	0,024	0,033	0,018
Аспарагиновый азот	0,023	0,023	0,023
Амидный азот	0,052	0,056	0,041
<u>небелковый азот</u> (‰) общий азот	40,3	76,9	77,4
<u>белковый азот</u> (.) общий азот	57,0	21,8	10,8
<u>небелковый азот</u> (.) белковый азот	70,7	351,6	719,2
<u>аммиачный азот</u> (.) общий азот	0,33	0,70	1,08
<u>амидный азот</u> (.) общий азот	1,75	1,95	1,70

Полученные данные показывают, что падение содержания общего и белкового азота, а также повышение аммиачного азота соответ-

ственно акцентируются при повышении степени засоления. Со степенью засоления усиливается также нарушение соотношения небелкового азота к общему, небелкового азота к белковому и аммиачного азота к общему в сторону повышения, и соотношение белкового азота к общему в сторону понижения.

Настоящая работа выполнена под руководством акад. АН АрмССР М. А. Тер-Карапetyана, которому приношу свою глубокую благодарность.

Армянский научно-исследовательский
институт животноводства и ветеринарии
Министерства сельского хозяйства АрмССР

Поступило 12 VI 1957

Բ. Ա. ՀԱԿՈՐՅԱՆ

ԱՂԱԿԱԿԱԾ ՀՈՂԵՐՈՒՄ ԱՃՈՂ ԲՈՒՅՍԵՐԻ ԱՉՈՏԱՅԻՆ
ՆՅՈՒԹԱՓՈԽԱԿԱԿՈՒԹՅԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ազակալած հողերում աճող բույսերի ազոտային նյութափոխանակության հարցը ընդհանրապես քիչ է ուսումնասիրված:

Տվյալ աշխատության մեջ ուսումնասիրված են Արարատյան դաշտավայրում աճող մի քանի բույսերի բիոքիմիական առանձնահատկությունները ազակալած և ոչ-ազակալած հողերում: Հիմնականում ուսումնասիրված են ազոտային ֆրակցիայի փոփոխությունները վեգետացիայի տարրեր ֆազերում, ինչպես նաև հողի ազիացման տարրեր աստիճաններում: Ուսումնասիրության համար օրջեկտներ են հանդիսացել, հիմնականում, վայրի տեսակներից *G. alopecuroides*, իսկ մշակովիներից՝ ցորենի Արտաշատի 42 և Համազանիում սորաերը:

Մեր հետազոտությունները տվել են հետևյալ արդյունքները.

1. *G. alopecuroides*-ի տերևներում (ազակալած հողերում) ընդհանուր սպիտակուցային և ոչ-սպիտակուցային ազոտի քանակը որոշակի նվազում է:

2. Ազակալած հողերում աճող *G. alopecuroides*-ի տերևներում ծաղկման ֆազում հալոնարեքլում է ազոտի ամիդային ձևի ուժեղ անկում: Յուլյ է արված, որ այդպիսի պայմաններում ազոտային նյութափոխանակությունը խախտվում է, և տերևներում տվելի ինտենսիվ են կուտակվում ազոտի ամիդային ու ամիդային ձևերը:

3. Ցորենի հատիկների մեջ հալոնարեքլում են ազոտային միացությունների կուտակման մի շարք առանձնահատկություններ՝ ազոտի բոլոր ձևերը նվազում են առաջին սեպտոպակցիայում, երրորդ սեպտոպակցիայում ընդհանուր և ամիդային ազոտի ձևերի կուտակումը վերականգնվում է. իսկ սպիտակուցային միացությունների սինթեզը մնում է ցածր:

4. Յուլյ է արված, որ հողի աղերի փոփոխությունը գեպքում որոշակի ձևով խախտվում է ազոտային միացությունների սինթեզը բույսերի մեջ:

ЛИТЕРАТУРА

1. Тулайков Н. М. Солопцы, их улучшение и использование. Изд. 2. 1922.
2. Шуккина А. И. Научно-агрон. журнал, 66, 1926.
3. Панкратьева-Гоголева А. Ф. Вегетационные опыты 1926—27 г., ОГНИЗ, Москва—Ташкент, 1932.
4. Ковда В. А. и Мамаева Л. Я. Почвоведение, 4, 1939.
5. Ермошенко М. А. Тр. узб. филиала АН СССР, сер. XI, вып. 5, 1942.
6. Абугалибов М. Г. Тр. ботан. ин-та Азерб. филиала АН СССР, т. IX, 1940.
7. Шматок И. Д. Экспер. ботаника, вып. 3, 1938.
8. Строгонов Б. П. Физиология солеустойчивости хлопчатника. Изд. АН СССР, М.—Л., 1949.
9. Строгонов Б. П. и Осталеико Л. А. ДАН СССР, т. 54, 4, 1946.
10. Шахов А. А. ДАН СССР, т. 63, 5, 1948.
11. Шахов А. А. Растение и среда, т. 2, изд. АН СССР, 1950.
12. Шахов А. А. Журн. общ. биол., т. 12, 2, 1951.
13. Шахов А. А. Растение и среда, т. 3, изд. АН СССР, 1952.
14. Шахов А. А. Солеустойчивость растений. Изд. АН СССР, 1956.
15. Агабабян В. Г. Изв. АН АрмССР, т. VI, 12, 1953.
16. Белозерский А. Н. и Проскураков Н. И. Практическое руководство по биохимии растений. Госиздат, Москва, 1951.
17. Тер-Карапетян М. А. и Акопян Б. А. ДАН АрмССР, т. XXV, 3, 1957.