

Дж. А. ВАРДАНЯН, М. А. ДАВТЯН

АЗОТ И БЕЛКОВЫЕ ФРАКЦИИ ЗЕРЕН КУКУРУЗЫ В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

Обнаружены существенные изменения в количестве общего и аминного азота, а также значительные качественные и количественные сдвиги (содержание аминокислот) в отдельных белковых фракциях зерен трех сортов кукурузы (Массино, Узбекская зубовидная, Днепровская-200) при возделывании в условиях Араратской равнины.

Хотя биохимии кукурузы посвящено много работ, до сих пор не выяснен ряд вопросов азотистого обмена.

Целью настоящей работы было изучение количества общего и аминного азота, аминокислотного состава целого зерна, а также количества отдельных белковых фракций зерен трех сортов кукурузы (Массино, Узбекская зубовидная, Днепровская-200), выращенных в условиях Араратской равнины. Полученные данные оценивались с учетом репродуктивных лет возделывания и разных почвенно-климатических условий.

Материал и методика. Объектом исследования служили зерна трех сортов кукурузы: Массино, Узбекская зубовидная, Днепровская-200. Исследовались зерна исходных культур, полученных из Узбекистана (Массино и Узбекская зубовидная) и Днепрпетровска (Днепровская-200), и зерна тех же сортов, выращенных в одинаковых почвенно-климатических условиях Араратской равнины (село Мармрашен) в репродуктивные годы возделывания (1960, 1962, 1965, 1966).

Зерна измельчались в тонкую муку, которая обезжиривалась этиловым эфиром в аппарате Сокслета.

Фракционное разделение белков осуществлялось по методу Княгиничева [1] путем последовательного экстрагирования обезжиренной муки 5% раствором NaCl, 70% этиловым спиртом и 0,2% NaOH. В результате были получены следующие белковые фракции: солерастворимая, спирторастворимая, щелочерастворимая и фракция осгггочных белков, не растворимых в указанных растворителях.

Для удаления из экстрактов солей, мешающих хроматографированию аминокислот, проводился диализ белковых фракций при комнатной температуре против дистиллированной воды. Конец диализа определялся осаждением ионов Cl⁻ при добавлении раствора AgNO₃.

Общий азот определялся микрометодом Кьельдаля; аминный азот—методом Хардинга, Мак-Лина [4]; аминокислоты—бумажной хроматографией с использованием в качестве растворителя *n*-бутанол—уксусная кислота—вода (4:1:1). Количественное определение аминокислот проводилось по указанию Лиссицкого и Лорана [5]. Гидролиз белков—6*N* HCl при 110—120° в течение 24 час.

Результаты исследований и обсуждение. В первой серии опытов изучалось содержание общего азота целого зерна у различных сортов кукурузы.

Данные таблиц наглядно показывают, что имеются определенные расхождения в содержании общего азота зерен различных сортов кукурузы. Наиболее высокое содержание его было выявлено в исходной культуре сорта Днепровская-200 (2,07%). В течение возделывания в условиях Араратской равнины (1964—1966 гг.) оно резко падает в зернах этой культуры (до 1,37%) и, наоборот, повышается в зернах сорта Узбекская зубовидная (1,80%—2,24%). В этом отношении промежуточное положение занимает сорт Массино, у которого этот показатель не подвергается заметным колебаниям в течение репродуктивных лет возделывания.

Таким образом, в зернах изученных трех сортов кукурузы содержание общего азота колеблется в пределах 1,37—2,24%, что соответствует 8,6—14% белка. Эти данные совпадают с литературными [3]. Как показывает анализ полученных данных, содержание общего азота и белка зависит от климатических условий возделывания данного года. У сортов Массино и Узбекская зубовидная эти показатели выше в годы с наименьшим количеством атмосферных осадков (1960—1966). На это указывали и другие авторы [2]. Что же касается сорта Днепровская-200, то почвенно-климатические условия Араратской равнины оказались неблагоприятными, вследствие чего наблюдалось постоянное падение содержания азота и белка в зернах даже в годы с низким уровнем атмосферных осадков (1966).

В следующей серии опытов проводилось определение общего азота белковых фракций зерен трех сортов кукурузы с целью выявления фракций, за счет которых происходят указанные изменения (в содержании общего азота) в зависимости от почвенно-климатических условий возделывания.

Данные табл. 1 показывают, что повышение содержания общего азота (и белка) при выращивании сорта Массино в условиях Армении происходит вследствие некоторого увеличения содержания солерастворимых, щелочерастворимых, а также остаточных белков. С другой стороны, происходит заметное снижение (почти в два раза) содержания спирторастворимых белков. Эта закономерность с небольшими колебаниями сохраняется и в течение последующих репродуктивных лет. То же самое установлено в отношении уровня аминного азота отдельных белковых фракций (табл. 2).

Таким образом, в условиях Армении у сорта Массино вследствие понижения содержания фракции спирторастворимых белков (зеин) следует ожидать повышения процентного содержания незаменимых аминокислот (в основном лизина). Этому должно способствовать также и наблюдаемое некоторое повышение других белковых фракций, богатых эссенциальными аминокислотами.

Данные табл. 3 подтверждают это предположение: в условиях Армении в целом зерне сорта Массино несколько повышается содержание некоторых ценных аминокислот (лиз-гис, пролин и др.). По-видимому, увеличение диаминокислот (лизина) обуславливает более выраженное уве-

Таблица 1
Общий азот целого зерна в белковых фракциях зерен кукурузы, % от абс. сух. в-ва

Сорт	Год	Соле- ра- створимая		Спиртора- створимая		Щелочера- створима я		Нераство- римая		Сумма фракций	N—общий целого зерна
		N—общий	$\frac{\text{N—соле-растворимый}}{\text{N—общий}} \times 100$	N—общий	$\frac{\text{N—спирторастворимый}}{\text{N—общий}} \times 100$	N—общий	$\frac{\text{N—щелочерастворимый}}{\text{N—общий}} \times 100$	N—общий	$\frac{\text{N—нерастворимый}}{\text{N—общий}} \times 100$		
Массино	исх.	0,240	13,95	0,432	25,11	0,500	29,07	0,600	34,88	1,77	1,72
	1960	0,302	14,71	0,266	12,97	0,551	26,87	1,050	51,21	2,16	2,05
	1962	0,258	13,36	0,315	16,32	0,420	21,76	1,015	52,59	2,00	1,93
	1965	0,240	14,03	0,258	15,08	0,514	30,06	0,850	49,63	1,86	1,71
	1966	0,274	13,97	0,301	15,35	0,436	22,24	1,033	52,70	2,04	1,96
Узбекская зубовидная	исх.	0,260	13,33	0,340	18,90	0,384	21,33	0,810	45,00	1,79	1,80
	1965	0,280	17,17	0,300	18,40	0,420	25,76	0,680	41,71	1,68	1,63
	1966	0,300	13,35	0,434	19,37	0,393	17,54	0,910	40,62	2,04	2,24
Днепров- ская—200	исх.	0,222	10,73	0,326	15,75	0,316	15,27	1,190	57,49	2,05	2,07
	1965	0,300	17,54	0,279	16,32	0,439	25,67	0,800	46,78	1,81	1,71
	1966	0,232	16,93	0,198	14,45	0,276	20,15	0,770	56,20	1,47	1,37

Таблица 2
Аминый азот белковых фракций зерен кукурузы, % от абс. сух. в-ва

Сорт	Год	Соле-ра- створимая	Спиртора- створимая	Щелоче- растворимая	Нераство- римая	Сумма фракций
Массино	исх.	0,144	0,389	0,445	0,512	1,49
	1960	0,186	0,260	0,517	1,015	1,97
	1962	0,162	0,303	0,422	1,002	1,88
	1965	0,160	0,180	0,480	0,740	1,56
	1966	0,160	0,294	0,422	1,005	1,88
Узбекская зубовидная	исх.	0,172	0,276	0,339	0,735	1,52
	1965	0,143	0,172	0,386	0,466	1,17
	1966	0,200	0,391	0,347	0,800	1,74
Днепров- ская-200	исх.	0,110	0,320	0,300	1,115	1,85
	1965	0,140	0,180	0,400	0,600	1,32
	1966	0,111	0,185	0,271	0,740	1,31

личение аминокислотного азота (табл. 2), по сравнению с общим азотом (табл. 1).

При возделывании сорта Узбекская зубовидная в условиях Армении несколько повышается содержание соле-растворимых и щелочерастворимых белков, хотя в первый год возделывания общий азот почти не подвергается изменению. С другой стороны, наблюдается заметное понижение содержания остаточных белков и незначительное—зерна. В репродуктивные же годы параллельно повышению уровня общего азота наблюдается некоторое увеличение содержания всех белковых фракций,

Таблица 3.
Аминокислоты суммарных белков зерен кукурузы сорта Массино,
% от абс. сух. в-ва

Амино- кислоты	Исходный		1960		1962		1965		1966	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Цис	0,295	2,68	0,375	2,77	0,307	2,79	0,199	1,82	0,212	1,78
Лиз-гис	0,669	6,08	0,768	5,68	0,735	6,68	0,805	7,35	0,859	7,23
Арг	0,455	4,04	0,559	4,13	0,464	4,21	0,482	4,41	0,366	3,08
Асп	0,621	5,64	0,773	5,71	0,628	5,71	0,678	6,19	0,776	6,53
Сер	0,483	4,39	0,571	4,22	0,450	4,10	0,505	4,61	0,615	5,18
Гли	0,313	2,84	0,510	3,77	0,381	3,46	0,347	3,17	0,441	3,72
Глу	1,864	16,94	2,037	15,05	1,807	16,41	1,677	15,30	1,859	15,64
Тре	0,526	4,78	0,539	3,98	0,384	3,49	0,506	4,62	0,546	4,59
Ала	1,049	9,53	1,217	8,99	1,032	9,37	1,042	9,51	1,188	10,00
Про	1,160	10,54	1,686	12,46	1,392	12,64	1,044	9,51	1,362	11,46
Тир	0,082	0,75	0,082	0,61	0,097	0,88	0,067	0,61	0,055	0,46
Мет	0,191	1,74	0,284	2,10	0,239	2,17	0,174	1,59	0,201	1,69
Вал-фен	1,434	13,03	1,567	11,58	1,240	11,26	1,277	11,65	1,558	13,11
Лей-илей	1,860	16,90	2,558	18,90	1,853	16,83	2,155	19,66	1,845	15,53
Сумма	11,002	99,88	13,526	99,95	11,009	100,00	10,958	100,00	11,883	100,00

1 — аминокислоты, %.

2 — доля каждой аминокислоты в суммарных белках, %.

особенно зеиновой. Вследствие этого увеличение содержания азота у сорта Узбекская зубовидная, возделываемого в условиях Армении, по-видимому, не сопровождается повышением лизина в белках. Это предположение подтверждается данными (табл. 4), свидетельствующими об относительно стабильном процентном содержании лизина в различные годы возделывания. Одновременно наблюдается увеличение цистеина, фенилаланина, лейцин-изолейцина и понижение глутаминовой кислоты и аланина.

В силу этого повышение уровня общего азота (табл. 1) более выражено, чем аминного (табл. 2).

В условиях Армении у сорта Днепровская-200 (табл. 1), несмотря на падение уровня общего азота, наблюдается относительное увеличение количества солерастворимых и щелочерастворимых белков, тогда как содержание зеиновой и остаточной фракций несколько понижается. Аминный азот отдельных фракций (табл. 2) меняется подобно общему азоту.

Следует предположить, что, хотя в условиях Армении в сорте Днепровская-200 процентное содержание азота заметно уменьшается, биологическая ценность белков не понижается, а возможно, и повышается. Данные табл. 5 показывают, что, действительно, в условиях Армении процентное содержание аминокислот в зернах Днепровская-200 почти не меняется: лишь незначительно повышается содержание аргинина, лизина, метионина и понижается уровень глутаминовой кислоты и тирозина. Соответственно, понижение общего азота (табл. 1) более выражено, по сравнению с аминным (табл. 2).

Таблица 4

Аминокислоты суммарных белков зерен кукурузы сорта Узбекская зубовидная,
% от абс. сух. в-ва

Аминокислоты	Исходный		1965		1966	
	1	2	1	2	1	2
Цис	0,405	3,82	0,406	4,91	0,651	5,72
Лиз-гис	0,592	5,59	0,509	6,16	0,653	5,74
Арг	0,614	5,81	0,421	5,12	0,605	5,32
Асп-сер	1,232	11,66	0,805	9,75	1,401	12,31
Гли	0,429	4,06	0,428	5,18	0,472	4,15
Глу	1,865	17,63	1,370	16,58	1,550	13,62
Тре	0,339	3,21	0,388	4,69	0,461	4,05
Ала	1,011	9,56	0,734	8,88	0,835	7,34
Про	1,174	11,09	0,789	9,55	1,290	11,34
Тир	0,268	2,53	0,165	1,99	0,212	1,86
Вал-мет	0,447	4,23	0,507	6,13	0,553	4,86
Фен	0,505	4,77	0,445	5,38	0,705	6,20
Лей-илей	1,696	16,04	1,298	15,64	1,989	17,48
Сумма	10,577	100,00	8,265	99,96	11,377	99,99

Таблица 5

Аминокислоты суммарных белков зерен кукурузы сорта Днепровская-200,
% от абс. сух. в-ва

Амино-кислоты	Исходный		1965		1966	
	1	2	1	2	1	2
Цис	0,277	2,27	0,344	3,75	0,220	2,86
Лиз-гис	0,691	5,65	0,542	5,92	0,451	5,87
Арг	0,617	5,05	0,511	5,58	0,435	5,70
Асп-сер	1,194	9,77	0,849	9,27	0,785	10,21
Гли	0,570	4,66	0,460	5,03	0,447	5,81
Глу	2,458	20,72	1,500	16,39	1,424	18,53
Тре	0,466	3,81	0,394	4,20	0,281	3,65
Ала	1,168	9,56	0,795	8,69	0,665	8,65
Про	1,265	10,35	0,878	9,59	0,784	10,20
Тир	0,377	3,08	0,157	1,72	0,085	1,11
Вал-мет	0,676	5,53	0,511	5,58	0,515	6,70
Фен	0,723	5,91	0,752	8,22	0,498	6,48
Лей-илей	1,731	14,17	1,461	15,96	1,093	14,23
Сумма	12,213	100,52	9,154	99,90	7,683	100,00

Совокупность полученных данных позволяет прийти к заключению, что при возделывании вышеуказанных сортов кукурузы в условиях Армении происходят заметные качественные и количественные сдвиги в составе белковых фракций.

Ереванский государственный университет,
кафедра биохимии и проблемная лаборатория
сравнительной и эволюционной биохимии

Поступило 15.XI 1972 г.

Չ. Հ. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ, Մ. Ա. ԴԱՎԹՅԱՆ

ԵԿԻՊՏԱՑՈՐԵՆԻ ՀԱՏԻԿՆԵՐԻ ԱԶՈՏԸ ԵՎ ՍՊԻՏԱԿՈՒՅԱՅԻՆ
ՖՐԱԿՑԻԱՆԵՐԸ ՄՇԱԿՄԱՆ ՏԱՐԲԵՐ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ուսումնասիրվել է Արարատյան հարթավայրի պայմաններում աճեցվող եգիպտացորենի երեք սորտերի (Մասսինո, Ուզբեկսկայա ղուբավիդնայա, Դնեպրովսկայա-200) ամբողջական հատիկի և նրա առանձին սպիտակուցային ֆրակցիաների ընդհանուր և ամինային ազոտի քանակությունը, ամինաթթվային կազմը: Վերոհիշյալ ցուցանիշները գնահատվել են ռեպրոդուկտիվ տարիների ընթացքում և տարբեր հողա-կլիմայական պայմաններում:

Եգիպտացորենի ուսումնասիրված երեք սորտերի հատիկներում ընդհանուր ազոտի պարունակությունը կազմել է 1,37—2,24%, որը համապատասխանում է 8,6—14,0% սպիտակուցի:

Ընդհանուր և ամինային ազոտի քանակությունը զգալի փոփոխվել է՝ կախված տվյալ տարվա կլիմայական պայմաններից: Ընդորում վերոհիշյալ ցուցանիշները առավել բարձր են մշակման շորային տարիներին:

Մասսինո սորտի հատիկներում Արարատյան հարթավայրի պայմաններում ելակետային կուլտուրայի համեմատությամբ գրեթե երկու անգամ իջել է սպիրտալուծելի սպիտակուցի (զեին) քանակությունը:

Հատկանշական է, որ շնայած Արարատյան հարթավայրի պայմաններում մշակելիս Դնեպրովսկայա-200 սորտի հատիկներում ընդհանուր ազոտի պարունակությունը նշանակալի նվազել է, սակայն այն չի իջեցրել հատիկի կենսաբանական արժեքը:

Մշակման նոր հողա-կլիմայական պայմաններում զգալի որակական և քանակական տարբերություններ են նկատվել նաև առանձին սպիտակուցային ֆրակցիաներում:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Княгиничев М. И. Биохимия пшеницы, 1951.
2. Николаева Н. Г. Сб. работ по изучению кукурузы в Молдавии, 1955.
3. Смирнова-Иконникова М. И. Биохимия культурных растений. I. М., 1958.
4. Harding W. V., Mac Lean R. M. J. Biol. Chem., 24, 1916.
5. Lissitsky S., Laurent G. Bull. Soc. Chim. biol., 47, 1177, 1955.