Доклады Академии наук СССР
1955. Том 100, № 1

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

А. В. БЛАГОВЕЩЕНСКИЙ и Г. А. КИРИЛЛОВА

ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ НА АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ВЕЩЕСТВА ЗАРОДЫША И ЭНДОСПЕРМА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

(Представлено академиком Н. В. Цицыным 26 VI 1954)

Процессы, происходящие при охлаждении набухших семян озимой пшеницы, биохимически очень мало изучены. В частности, мало известны превращения азотсодержащих веществ. Работы И. Н. Коновалова и И. Е. Рогалева ([1]) показали, что количество общего азота в этом процессе не подвергается большим изменениям. В то же время сильно понижается количество нерастворимого в воде белка и увеличивается количество растворимого. А. В. Благовещенский, Е. В. Колобкова и Н. А. Кудряшова ([2]) нашли, что при охлаждении семян яровой пшеницы при неизменности общего азота растет содержание аминного. Наконец, В. Г. Конарев ([3]) сообщил, что при охлаждении в зародышах содержание азота увеличивается (в процентах к весу сухого вещества) с 6 до 6,5, но при расчете на 1000 зародышей оказалось, что в охлаждавшихся зародышах содержалось даже меньше азота, чем в неохлаждавшихся, а именно 55,8 мг вместо 57,0 мг.

Таблица 1

Изменение содержания форм азота у озимой пшеницы при охлаждении (в целых зерновках)

Продолжит. охлаждения в днях	Общий N в % от сух. вещ.	Белковый N	Небелковый N
		в % от общего	
Покоящиеся семена	3,54	91,8	8,2
10	3,52	91,0	9,0
14	3,58	88,7	11,3
24	3,54	86,9	11,1
31	3,56	86,6	11,4
38	3,58	85,5	14,5
45	3,44	85,5	14,5
52	3,54	84,4	15,6

В настоящей работе мы ставили своей задачей проследить общее содержание азотистых веществ, белкового азота, небелкового азота и аминного азота в течение процесса охлаждения семян озимой пшеницы Московская 2453, полученной из лаборатории отдаленной гибридизации Главного ботанического сада АН СССР. Охлаждение проводилось в рефрижераторе.

Анализировались как целые зерновки («семена»), так и зародыши и эндосперм в отдельности (зародыш извлекался без ткани эндосперма). Общий азот определялся по микро-Кьельдалю, небелковый — в фильтрате после осаждения белков по Барнштейну, аминный — медным способом Попа и Стивенса. Белковый азот определялся по разности между общим и небелковым. Все анализы проведены с 3-кратной повторностью.

В первом (ориентировочном) опыте были взяты семена урожая 1950 г. Содержание общего азота в них в процентах на абсолютно сухое вещество было 3,54, на долю белкового азота приходилось 91,8% от общего. Результаты опыта сведены в табл. 1 (определений азота свободных аминных групп не производилось).

Вторая серия опытов проводилась с семенами урожая 1953 г. Содержание общего азота в них было 3,18% от веса абсолютно сухого вещества, содержание белкового азота 83,68% от общего. Изменение процентного содержания различных форм азота при охлаждении дано в табл. 2

Таблица 2

Изменение содержания форм азота у озимой пшеницы при охлаждении

Продолжит. охлаждения в днях	Целое семя			Зародыш			Эндосперм		
	общий N в % от сух. вещ.	белковый N	небелк. N	общий N в % от сух. вещ.	белковый N	небелк. N	общий N в % от сух. вещ.	белковый N	небелк. N
		в % от общего			в % от общего			в % от общего	
Покоящиеся семена	3,18	91,79	8,21	6,06	83,68	16,32	3,12	92,06	7,94
Наклюнувшиеся	3,17	84,83	15,17	6,02	54,66	45,34	3,08	86,98	13,02
12	3,16	83,55	16,45	7,40	53,65	46,35	3,00	86,34	13,66
24	3,20	83,16	16,84	7,77	52,90	47,10	3,01	86,02	13,98
36	3,23	82,42	17,58	7,79	52,51	47,49	2,98	85,47	14,53
50	3,25	78,93	21,07	9,02	50,67	49,33	2,95	83,56	16,44

Весьма интересны данные об изменении во время охлаждения азота свободных аминогрупп: в зародышах покоящихся семян на долю этого азота приходится всего 0,6%. К концу процесса его содержание доходит до 1,4 и, если в покоящемся семени аминный азот составлял 9,9% от общего азота, то на 50-й день охлаждения на него приходится 15,52%. Еще любопытнее соотношения аминного азота во время процесса охлаждения между зародышем и эндоспермом. Эти отношения показаны в табл. 3.

Таблица 3

Азот свободных аминогрупп при охлаждении семян озимой пшеницы

Продолжит. охлаждения в днях	Зародыш		Эндосперм	
	$N NH_2$ в % от сух. вещ.	$N NH_2$ в % от общ. N	$N NH_2$ в % от сух. вещ.	$N NH_2$ в % от общ. N
Покоящиеся семена	0,60	9,90	0,226	7,24
Наклюнувшиеся	1,03	17,11	0,250	8,12
12	1,30	17,54	0,279	9,30
36	1,38	17,71	0,396	13,29
50	1,40	15,52	0,424	14,37

Таким образом, процентное содержание общего азота в эндосперме во время охлаждения падает, а в зародыше, наоборот, резко возрастает. И в зародыше и в эндосперме растет содержание небелкового и аминного азотов, содержание же белкового азота и здесь и там падает.

Необходимо, однако, учесть, что выразить обмен азотсодержащих веществ во время процесса охлаждения только в процентах от сухого вещества нельзя: отношения могут сильно исказиться миграцией углеводов из эндосперма в зародыш, тратой углеводов на дыхание, синтезом полисахаридов для построения новых клеточных оболочек. Поэтому очень важно проследить за абсолютными изменениями различных фракций азотистых соединений, т. е. за изменением содержания их в 100 эндоспермах, в 100 зародышах, в 100 целых семенах. Прежде всего необходимо, конечно, определить, как изменяется общая масса вещества в эндосперме и зародыше во время процесса охлаждения. Табл. 4 дает ясное представление о существующих здесь отношениях.

Потеря в весе (на дыхание) 100 семян за 50 дней составляет всего 157 мг, потеря в весе 100 эндоспермов равна 248 мг, прибыль в весе 100 зародышей равна 91 мг.

Весьма характерны изменения содержания различных форм азота в эндосперме и зародыше. Как видно из цифр табл. 5, в зародыше растут все формы азота: энергичнее всего (в 11 раз) небелковый, затем (в 6 раз) аминный и, наконец (в 2 с небольшим раза) белковый. Отношение всего азота семени к аминному падает от 10 до 6.

Ввиду того что отношение белкового азота к небелковому за время охлаждения изменяется от 5 до 1, можно сделать заключение, что при охлаждении белки распадаются преимущественно на крупные полипептиды, т. е. имеет место процесс дезагрегации белковых молекул. О том же говорит и высокое отношение общего азота к аминному в конце процесса.

Таблица 4

Изменение веса абсолютно сухих зерновок озимой пшеницы при охлаждении (в г)

Продолжит. охлаждения в днях	Вес 100 зародышей	Вес 100 эндоспермов	Вес 100 зерновок	Отношение весов эндосперм / зародыш
Покоящиеся семена	0,0602	3,4029	3,4631	56,5
Наклюнувшиеся	0,1121	3,3160	3,4281	29,5
12	0,1183	3,3100	3,4283	27,9
24	0,1281	3,2382	3,3663	25,3
36	0,1393	3,1922	3,3315	22,9
50	0,1507	3,1552	3,3059	20,9

В эндосперме идет непрерывный распад белкового азота с образованием небелкового и ростом аминного. Если в эндосперме покоящихся семян отношение белкового азота к небелковому равно 11 и общего азота

Таблица 5

Изменение содержания форм азота в зародышах и эндоспермах семян озимой пшеницы в процессе охлаждения (в мг на 100 зародышей и 100 эндоспермов)

Продолжит. охлаждения в днях	Зародыш			Эндосперм		
	белковый N	небелковый N	аминный N	белковый N	небелковый N	аминный N
Покоящиеся семена	3,05	0,6	0,36	97,66	8,40	7,69
Наклюнувшиеся	3,68	3,1	1,15	88,87	13,30	8,29
12	4,69	4,1	1,54	85,73	13,57	9,23
24	5,26	4,7	—	83,54	13,63	—
36	5,79	5,2	1,92	81,08	13,83	12,64
50	6,88	6,7	2,17	77,62	15,30	13,37

(белковый+небелковый) к аминному 14, то к концу охлаждения они составляют, соответственно, 5 и 7.

Следовательно, и здесь распад белков идет преимущественно путем дезагрегации крупных молекул на более мелкие.

Таким образом, основной чертой изменений азотистых веществ при охлаждении набухших семян является разукрупнение белковых молекул, переход их в более подвижное состояние.

Поступило
26 VI 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] И. Н. Коновалов, И. Е. Рогалев, ДАН, 16, № 1, 65 (1937). [2] А. В. Блатовещенский, Е. В. Колобкова, Н. А. Кудряшова, Тр. Гл. бот. сада, 2 (1951). [3] В. Г. Конарев, Биохимия, 19 (1954).