

А. А. АГИНЯН, С. М. МИНАСЯН

ИЗМЕНЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕМЯН
В ЭМБРИОГЕНЕЗЕ В СВЯЗИ С ИХ ЯРОВИЗАЦИЕЙ

Установлено, что абсолютное значение периода яровизации семян озимых злаков, яровизированных в одних и тех же условиях на корню или в отрыве от живых растений, еще до прохождения ими периода послеуборочного дозревания изменяется в зависимости от состояния их эмбрионального развития [2, 3].

При рассмотрении указанных явлений в свете экспериментальных данных акад. А. А. Авакяна [1], становится ясным, что в основе их лежит изменение ритма метаболизма веществ.

По разбираемому вопросу в литературе имеются лишь соображения общего порядка. Они утверждают, что зарождение и формирование семян, зреющих на материнском растении, характеризуются рядом последовательных качественных и количественных изменений в химизме зерна.

Для нас наиболее ценными являются работы, изучающие химизм развивающихся семян. Примером таких работ может служить исследование А. П. Щербакова и З. С. Брановицкой [6], которые изучали зерно пшеницы начиная с молочной зрелости, при уборке и после месячной амбарной лежки.

Важность подобных данных очевидна, но они не охватывают всего предмета исследования. Наиболее ответственные и интересные в биологическом отношении этапы развития семян начинаются с момента образования зачатка до состояния молочной спелости.

Мы задались целью изучить химизм развивающихся семян с момента цветения растений до образования вполне зрелых семян.

Исследования проводились над тремя пшеницами: озимые—Краснодарка (*Tr. vulg. var. ferrugineum*) и Украинка (*Tr. vulg. var. erythrosperrum*) яровые—дельфи (*Tr. vul. var. delfi*).

В момент выхода колосьев из листового влагалища, цветной ниточкой отмечались колосья, которые в дальнейшем убирались через каждые 2 дня.

Вначале анализировались неоплодотворенные свежесобраные семяпочки, затем и семена. Определялась активность каталазы, сахарозы и на основании двух последних показателей сумма воднорастворимых сахаров. Каталаза определялась по методу А. Н. Баха и А. Н. Опарина [4]. Инвертный сахар и сахароза—после гидролиза по полумикрометоду Д. И. Лисицына [5]. Все данные анализов рассчитаны на 1 г абсолютно сухого вещества. Начало анализов—через 2 дня после колошения.

Данные об активности каталазы, которые выражены в абсолютном количестве миллилитров 0,1 раствора KMnO_4 на 1 г сухого вещества и количеством каталазы у одновозрастных семян сортов Краснодарка и Украинка, относительно яровой пшеницы дельфи, показатели которой приняты за 100, приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Активность каталазы у эмбрионально разновозрастных семян дельфи,
Краснодарка и Украинка

Возраст семян в днях	Каталаза в мл 0,1 раствора на 1 г абсолютно сухого вещества			Количество каталазы у дельфи равна 100		
	дельфи	Краснодарка	Украинка	дельфи	Краснодарка	Украинка
3*	19,27	14,89	15,31	100	77,3	79,4
5	16,47	17,20	12,81	100	100,4	67,6
7	17,95	17,40	9,35	100	96,9	55,7
10	12,74	10,05	8,21	100	78,8	64,3
12	8,87	—	—	100	—	—
14	—	3,62	19,0	—	—	—
16	5,94	8,49	11,51	100	143	190,3
20	4,40	14,08	49,94	100	320	1132,7
25	19,78	42,68	39,77	100	215,7	201,0
30	19,09	26,22	20,21	100	137,3	105,8
35	14,04	17,04	22,55	100	121,3	160,6
40	10,28	8,88	10,26	100	86,5	100,0
после сушки	9,26	8,67	5,79	100	93,6	60,1

* Трехдневные семена являются еще неоплодотворенной семязпочкой.

Ясно, что направленность ферментативного действия у всех форм пшеницы одинакова. Здесь можно наблюдать кривую, имеющую два максимума и два минимума. Первый максимум—созревание семязпочек и формирование зародыша семени. Второй максимум—по-видимому, период формирования и дифференциации эндосперма. Минимумы совпадают с периодами относительного покоя: первый—подготовка к формированию эндосперма, второй—созревание семян.

Однако ферментативная деятельность разных форм пшеницы разная. Активность каталазы в начальных фазах у яровой пшеницы выше, чем у озимой, при этом она наименьшая у типично озимой пшеницы Украинка. Так, первый минимум наступает у пшеницы дельфи (яровая) через 20 дней, у Краснодарки (гибрид озимая × яровая)—14, а у Украинки через 10 дней после колошения. Второй максимум у озимых форм наступает гораздо быстрее и в количественном отношении последние намного превосходят яровую пшеницу.

Таким образом, деятельность каталазы, как одно из условий окислительно-восстановительных процессов находится в динамической зависимости от сорта растений и от эмбрионального состояния семян.

Интересно отметить, что окислительно-восстановительные процессы у озимых форм осуществляются медленнее в начальных и быстрее в последующих этапах эмбриогенеза. Несмотря на это эмбрионально молодые семена озимых форм пшеницы при наличии замедленных процес-

сов дыхания могут яровизироваться гораздо легче и быстрее, чем отлежавшиеся семена полной зрелости.

Процессы яровизации определяются не только количеством каталазы, но и соотношением отдельных форм углеводов (табл. 2).

Таблица 2

Изменение форм сахаров у эмбрионально разновозрастных семян дельфи, Краснодарка и Украинка

Возраст семян в днях	В мг/г глюкозы на 1 г абсолютно сухого вещества								
	растворимые сахара								
	инверт- ный сахар	сахароза	всего	инверт- ный сахар	сахароза	всего	инверт- ный сахар	сахароза	всего
	дельфи			Краснодарка			Украинка		
3*	102,2	90,1	192,3	44,6	63,0	107,6	44,3	56,3	100,6
5	112,8	216,6	329,4	114,0	214,9	358,9	76,8	219,0	295,8
7	130,8	212,3	343,1	104,1	258,8	362,9	98,7	260,0	358,7
10	141,6	213,2	354,8	116,8	261,1	377,9	124,3	406,8	531,1
12	122,5	216,0	338,5	—	—	—	—	—	—
14	—	—	—	95,1	299,0	394,2	90,5	468,3	558,8
16	45,2	210,6	255,8	64,9	338,9	403,8	76,0	330,6	406,6
20	34,1	109,5	143,6	32,2	137,8	170,0	88,1	100,3	188,4
25	28,1	93,8	121,9	32,8	137,0	169,8	46,7	127,3	174,0
30	22,0	35,8	57,8	32,8	64,13	97,0	41,0	82,9	123,9
35	22,5	31,4	53,9	19,2	78,9	98,2	45,0	45,1	90,1
40	26,8	15,5	42,3	30,9	—	30,9	17,0	6,7	23,7
после сушки	9,6	11,1	26,6	7,9	21,5	29,0	8,8	23,4	32,2

* Трехдневные семена — это неоплодотворенная семязпочка.

Данные табл. 2 показывают, что исследованные формы углеводов изменяются двояко: по сортам растений и по эмбриональному состоянию семян. Как правило, у всех пшениц в ранних этапах эмбриогенеза семена относительно богаты инвертным сахаром и сахарозой. С увеличением эмбрионального возраста происходит сначала некоторое увеличение сахаров, а затем прогрессивное уменьшение. Пороги снижения подвижных сахаров у озимых и яровых в сортовом разрезе не одинаковы. Наиболее типичным для характеристики озимых и яровых является отношение инвертного сахара к сахарозе.

Так, это соотношение у семян, собранных через 5, 7, 10 и 16 дней после колошения, будет соответственно для дельфи—0,52, 0,64, 0,66, 0,31; для Краснодарки—0,46, 0,40, 0,44, 0,18; для Украинки—0,35, 0,37, 0,30, 0,23. Как видим, наибольшее относительное количество инвертного сахара содержится у яровой пшеницы дельфи, а наименьшее—у типично озимой пшеницы Украинка. Краснодарка в этом отношении занимает промежуточное положение. Указанные соотношения, конечно, не являются константными, они отражают лишь динамичность процессов метаболизма веществ.

Если попытаться яровизировать эмбрионально разновозрастные семена на корню и в отрыве от материнского растения, еще до прохождения ими периода послеуборочного дозревания (при условии, что у них

достаточно собственной влаги), то мы установим существование тесной связи между биохимическими свойствами семян и физиологическими особенностями полученных из них растений (табл. 3).

Таблица 3

Изменение периода яровизации у эмбрионально разновозрастных семян озимых пшениц Краснодарка и Украинка, не прошедших периода послеуборочного дозревания

Возраст семян в днях	Вес 1000 зерен в г абсолютно сухого вещества		Краснодарка		Украинка	
	Краснодарка	Украинка	период яровизации	% колосившихся растений	период яровизации	% колосившихся растений
7	1,7	—	20	80	—	—
9	2,8	2,8	30	100	30	92
12	4,8	3,2	40	100	60	86
15	7,3	7,4	60	100	60	28
19	16,5	14,2	60	78	60	26
27	26,7	27,6	60	44	60	8
отлежавшиеся семена	35,6	35,6	40	100	40	100

* Яровизированы перед посевом.

Данные табл. 3 показывают, что в ранних этапах эмбриогенеза семена озимых форм пшеницы быстрее проходят стадию яровизации. По мере углубления процессов созревания их способность к яровизации слабеет и под конец совсем затухает. Причина такого явления не связана с особенностями развивающихся зародышей. Во всех этапах эмбриогенеза сами по себе они способны и могут яровизироваться. Однако их эта способность оказывается в зависимости от степени сформированности эндосперма, т. к. по мере его развития питательные вещества переходят в недоступную—полимерную форму и условия питания зародышей «ухудшаются».

Приведенные выше данные показывают, что стадия яровизации протекает тем быстрее, чем больше подвижных форм сахаров содержится в эндоспермах и слабее окислительно-восстановительные процессы. Иначе трудно понять то обстоятельство, что, например, при соотношении 531,1 мг растворимых сахаров к 8,21 мл каталазы семена Украинки могут яровизироваться за какие-нибудь 30 дней, а при сочетании 174,0 мг сахаров с 39,77 мл каталазы семена остаются безразличными и за 60—75 дней не могут реагировать на благоприятные для яровизации условия.

По-видимому, при яровизации озимых растений в условиях пониженных температур мы изменяем ритм двух взаимно важных процессов, связанных одновременно как с ослаблением окисления—восстановления, так и с деполимеризацией и гидролизом неподвижных форм органических соединений. В конечном итоге мы получаем такое же соотношение веществ, какое имеется в эндоспермах семян в начальных фазах эмбриогенеза.

В ы в о д ы

1. Ход метаболизма веществ в эмбриогенезе изменяется двояко: по сортам растений и по эмбриональному возрасту семян.

2. Семена пшеницы, как правило, в ранних этапах эмбриогенеза относительно богаты простыми углеводами — инвертный сахар, сахароза и прочие растворимые сахара. При этом у них выше также активность фермента каталазы.

3. По мере углубления процессов созревания семян происходит снижение количества подвижных форм сахаров и активности каталазы. Это быстрее наступает у озимых и медленнее у яровых форм пшеницы.

4. В последующих этапах эмбриогенез, на фоне прогрессивного недостатка форм углеводов наблюдается временный подъем активности каталазы, при этом гораздо значительный у озимых, чем у яровых форм пшеницы. К моменту уборки снова имеет место снижение ее активности.

5. Ускорение в прохождении стадии яровизации у семян озимых злаков связано с таким метаболизмом веществ, который осуществляется при наличии большого количества подвижных форм ассимилятов в условиях ослабления окислительно-восстановительных процессов. Такое их сочетание наблюдается при яровизации эмбрионально молодых семян. Поэтому и период яровизации у них оказывается коротким.

Поступило 4.III 1964 г.

Ա. Ա. ԱՂԻՅԱՆ, Ս. Մ. ՄԻՆԱՅԱՆ

ՍԵՐՄԵՐԻ ԲԻՈՔԵՄԻԱԿԱՆ ՀԱՏՈՒՆՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆԸ
ԷՄԲՐԻՈԳԵՆԵԶԻ ԸՆԹԱՑՔՈՒՄ՝ ԿԱՊԱԾ ՆՐԱՆՑ ՅԱՐՈՎԻԶԱՑԻԱՅԻ ՀԵՏ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Նշելով նրանից, որ յարավիզացիայի բացարձակ տևողությունը, կախված սերմերի էմբրիոնալ հասունությունից, փոփոխվում է, հեղինակները ուզատակ են դրել ուսումնասիրել այդ երևույթի կապը սերմերի բիոքիմիական կազմի հետ:

Ուսումնասիրությունները կատարվել են աշնանացան Կրասնոդարկա և դարնանացան Դելֆի սորտերի վրա:

Նշված սորտերի էմբրիոնալ տարբեր հասունություն ունեցող սերմերի մոտ որոշվել է կատալազայի և լուծելի շաքարների պարունակությունը: Նշված նյութերի պարունակությունը որոշակի օրինաչափությամբ փոփոխվում է՝ կախված էմբրիոնալ հասակից, և այդ փոփոխությունը սերմերում համեմատական է յարավիզացման անհրաժեշտ տևողությանը:

Կատարված ուսումնասիրությունների հիման վրա հեղինակները անում են հետևյալ եզրակացությունը.

1. Նյութերի մետաբոլիզմը էմբրիոգենեզում փոփոխվում է երկու ձևով՝ ըստ սորտի և ըստ հասակի:

2. Բոլոր տիպի գորենների սերմերը էմբրիոնալ վաղ շրջանում հարուստ են հատկապես պարզ (լուծվող) ածխաջրատներով (ինհրո շաքար, սախարոզա)։ Այդ շրջանում բարձր է նաև կատալազա ֆերմենտի ակտիվությունը։

3. Հասունացման զուգընթաց պակասում է շաքարների քանակը և իջնում է կատալազայի ակտիվությունը։ Այդ արագ է կատարվում աշնանացան և դանդաղ՝ դարնանացան ձևերի մոտ։

4. Էմբրիոգենեզի հաջորդ էտապներում, լուծվող ածխաջրատների պրոդրեսիվ պակասելու ֆոնի վրա, նկատվում է կատալազայի ակտիվության ժամանակավոր բարձրացում, ըստ որում այն զգալիորեն բարձր է աշնանացան, քան գարնանացան ձևերի մոտ։ Բերքահավաքի ժամանակ նրա ակտիվությունն ընկնում է։

5. Աշնանացան հացահատիկների յարովիզացիայի ստադիան անցնելու տևողությունը կապված է նյութերի այնպիսի մետաբոլիզմի հետ, որը իրականանում է ասիմիլտների շարժուն ձևերի մեծ քանակի առկայության և օքսիդացման-վերականգնման պրոցեսների թուլացման հետ։

Այսպիսի համադրություն նկատվում է էմբրիոնալ երիտասարդ սերմերի յարովիզացիայի ժամանակ, այդ պատճառով էլ նրանց մոտ յարովիզացիայի տևողությունը կարճ է։

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Авакян А. А. Журн. Агробіология, 1, 1948.
2. Агинян А. А. Изв. АН АрмССР (биол. и сельхоз. науки), т. 2, 6, 1949.
3. Агинян А. А. Журн. Агробіология, 3, 1950.
4. Бах А. Н., Опарин А. Н. и Вернер Р. А. Тр. Хим. института им. Л. Я. Карпова, т. V, 1926.
5. Лисицын Д. И. Журн. Биохимия, т. 15, в. 2, 1950.
6. Щербakov А. П. и Брановицкая З. С. Докл. Всесоюзного совещания по физиологии растений, вып. 11, 1945.