

УДК 631.53.01:633.358:581.1.032'036

ИЗМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕМЯН ГОРОХА ПОД ВЛИЯНИЕМ ВЛАЖНОСТНО-ТЕМПЕРАТУРНОГО СТРЕССА

А.А. ЗАХАРИН, Л.А. ПАНИЧКИН, О.С. ЖАДОВА

(Лаборатория биофизики растений)

Определяли действие влажностно-температурного стресса (t воздуха 40°C , влажность 100%) разной длительности (от 3 ч до 2 сут) на всхожесть и выход ионов из семян гороха сорта Ульяновский. Установили, что увеличение продолжительности стресса приводило к снижению всхожести и повышению выхода электролитов. Выявлена однонаправленность изучаемых процессов при отсутствии синхронности. По-видимому, всхожесть семян связана с состоянием зародыша семени, а выход ионов — с состоянием клеточных мембран семядолей.

Семена, находясь в состоянии покоя, хорошо приспособлены к неблагоприятным условиям внешней среды: засухе, высоким и низким температурам, осмотическим и химическим воздействиям. Действие любого естественного стресса на такую стабильную систему, как семя, незначительно. Исключение составляет комплекс естественных факторов — повышенная влажность воздуха и температура (40°C), которые приводят к потере всхожести. Данный комплекс условий часто наблюдается при неправильном хранении семян. Влажные семена при хранении большими массами способны самосогреваться из-за повышенной интенсивности дыха-

ния [12, 13]. Исследователей, занимающихся этой проблемой, чаще всего интересует изменение всхожести семян под воздействием таких неблагоприятных условий хранения [3, 5, 11]. Значительно меньшее число работ посвящено изучению механизма действия стрессового фактора на семя, приводящего к потере всхожести. В этих работах было отмечено, что данное явление связано с хромосомными абберациями, цитологическими изменениями, гисто- и морфологическими нарушениями в зародыше семени [2, 14—17, 19]. Только некоторые авторы рассматривают увеличение проницаемости мембран как важнейший фактор снижения

всхожести [1, 8, 18]. О степени повреждения клеточных мембран можно судить по количеству выхода электролитов [4, 16, 18].

Задача данной работы состояла в выяснении влияния повышенных температуры и влажности воздуха на кинетику выхода электролитов и всхожести семян гороха.

Методика

В качестве объекта исследования использовали сорт гороха Ульяновский. Изучали динамику выхода электролитов из нормально хранящихся семян, а также подвергнутых действию повышенных температуры и влажности. Для этого семена держали в эксикаторе над водой, так чтобы они могли поглощать воду только из газовой фазы, находясь в атмосфере насыщенных паров воды. Эксикатор помещали в термостат с постоянной повышенной температурой (40°C). Экспозиция стрессового воздействия 3, 6, 12 ч, 1 и 2 сут. В качестве контроля использовали семена, хранящиеся при нормальной температуре и влажности (сухой контроль), и семена, находящиеся также в эксикаторе над водой, но при комнатной температуре (влажные контроли — 1 и 2 сут). Всхожесть семян определяли стандартным методом [9].

Для определения выхода электролитов использовали установку, описанную ранее [5]. Пять отобранных семян помещали в микрокамеру объемом 4 мл, через которую с постоянной скоростью пропускали поток дистиллированной воды. При помощи графитовых электродов регистрировали

на самопишущем микроамперметре силу тока, которая в дистилляте была близка к нулю. Выход ионов из объекта увеличивал электропроводность дистиллята. Поэтому сила регистрируемого тока была показателем выхода электролитов из семян. Каждая запись продолжалась 4—6 ч. Электронный коммутатор позволял вести синхронную запись одновременно 3 образцов. Повторность 6—12-кратная. Проводили статистическую обработку результатов [7].

Результаты

Для выяснения влияния температуры и влажности воздуха на кинетику выхода электролитов из семян был поставлен рекогносцировочный опыт. После влажностно-температурного стресса различной экспозиции брали одновременно пробы семян гороха сорта Ульяновский для определения всхожести и записи на самописце кинетики выхода ионов (табл.1, рис.1). Зависимости всхожести семян и выхода электролитов от времени стрессового воздействия представляют собой противоположные по знаку и сложные по форме функции. Как видно на рис.1, по достижении определенной экспозиции стрессового воздействия обе функции резко нарушаются, фактически обрываются, причем для электролитов это нарушение происходит раньше (в интервале 12—24 ч), чем для всхожести (1—2 сут).

Данные табл.1 показывают, что уже при 3-часовой экспозиции заметно изменялись и всхожесть

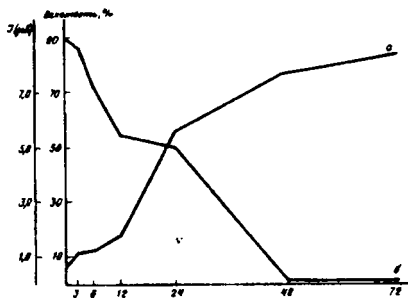


Рис.1. Кинетика всхожести (а) и выхода электролитов (б) за 2 ч элюации из семян гороха.

семян и выход электролитов. После суток такого стресса количество жизнеспособных семян уменьшилось до 50% при многократном увеличении выхода ионов. На 2-е сутки были отмечены полное отсутствие всхожих семян и дальнейший рост выхода электролитов. Таким образом, с усилением стрессового воздействия на семена увеличивался и выход электролитов.

Как и в предыдущей работе, записываемая на самописце ки-

нетика выхода электролитов из семян представляла собой одновершинную кривую, причем время наступления максимума могло зависеть от степени повреждения объекта. В рекогносцировочном опыте характеризовали выход электролитов по его амплитуде через 2 ч после начала элюации. Данные, представленные в табл.2, получены принципиально иначе. Количество электролитов здесь характеризуется по максимуму выхода, который описывается двумя параметрами: амплитудой (I) и временем достижения максимума (t).

Как видно из табл.2, изменение максимума выхода электролитов находится в прямой зависимости от степени стрессового воздействия. При возрастании экспозиции последнего происходило увеличение максимума выхода ионов и значительно сокращались сроки его наступления. При общем сходстве токовых кривых на рис.1 и 2 (кривые а) выявляются различия в деталях. Резкое

Т а б л и ц а 1

Всхожесть семян и выход электролитов из семян гороха, подвергнутых воздействию повышенной температуры и влажности (через 2 ч после начала протока раствора)

Вариант	Всхожесть, %	I электролитов, μA
Контроль сухой	90	0,52±0,03
Контроль влажный:		
1 сут	100	1,85 ±0,13
2 сут	98	2,20 ±0,17
Стрессовое воздействие:		
3 ч	87	1,10 ±0,14
6 ч	73	1,21 ±0,07
12 ч	55	1,68 ±0,21
1 сут	50	5,50 ±0,18
2 сут	0	7,74 ±0,24

Характеристики максимума выхода электролитов из семян гороха, подвергнутых действию влажностно-температурного стресса

Вариант	I , μA	t , ч
Контроль сухой	1,01 \pm 0,10	3,85 \pm 0,17
Контроль влажный:		
1 сут	1,10 \pm 0,12	1,61 \pm 0,09
2 сут	1,40 \pm 0,12	0,82 \pm 0,07
Стрессовое воздействие:		
3 ч	1,60 \pm 0,09	1,30 \pm 0,10
6 ч	1,50 \pm 0,14	0,38 \pm 0,05
12 ч	5,00 \pm 0,20	0,71 \pm 0,08
1 сут	5,00 \pm 0,29	0,68 \pm 0,06
2 сут	4,30 \pm 0,19	0,56 \pm 0,03

нарушение функции смещено теперь на еще более раннее время (6—12 ч воздействия), что подтверждается и кривой *б*, показывающей изменение времени достижения максимума.

После 6 ч стресса выход ионов из семян как бы скачком резко переходит в область высоких значений (увеличивается в 3 с лишним раза), оставаясь там на протяжении 2 сут. К этому же моменту (6 ч воздействия) время

достижения максимума сокращается почти на порядок и остается небольшим до 2 сут. Кривые *а* и *б* почти реципрокны, однако следует иметь в виду, что противоположные резкие изменения обоих параметров вполне согласованно свидетельствуют об одном и том же феномене: о значительном возрастании клеточной проницаемости при ускоренном старении семян. Соотношение обоих параметров (I/t), характеризующее крутизну нарастания скорости выхода электролитов вплоть до максимума, дает более спокойную кривую, без нарушений, подтверждающую, что уже к 12 ч стресса процесс достиг максимума и выходит на насыщение.

Обсуждение

Воздействие, оказываемое в этих экспериментах на семена, на первый взгляд представляется очень «мягким».

Отсутствие контакта семян с водой в жидкой фазе компенсируется 100% влажностью воздуха,

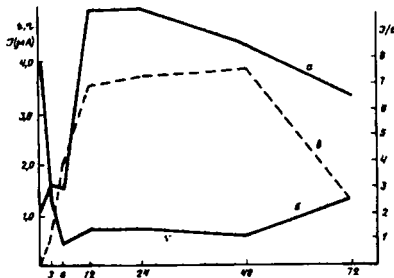


Рис. 2. Изменение показателей ионоудерживающей способности семян в процессе их ускоренного старения.

а — максимальный выход электролитов при элюации; *б* — время наступления максимума; *в* — крутизна нарастания тока при элюации семян.

что дает возможность семенам набухать, и как будто бы нет препятствий к дальнейшим процессам прорастания. Тем не менее семена в таких условиях очень быстро (за несколько суток) «стареют», теряют всхожесть и затем погибают. Почему?

Устойчивость семян к температуре очень сильно зависит от их влажности. Так, по имеющимся данным [10], сухое зерно (т.е. содержащее 14—16% воды) свободно выдерживает температуру около 60°C, в то время как влажное может повреждаться уже при 40°. Набухание семян в насыщенных парах воды в воздухе происходит медленнее, чем в самой воде, и в ограниченных пределах, а проклевывание семян и дальнейший рост проростка в этих условиях проблематичны. Влажность воздуха 100% является как раз достаточной, чтобы вывести семена из покоя и запустить первичный механизм прорастания, но, по-видимому, недостаточной для водообеспечения следующих затем биохимических и физиологических процессов. Повышенная температура, ускоряя в несколько раз скорость всех реакций, делает эту ситуацию еще более напряженной. Таким образом, несмотря на кажущуюся «мягкость», подвергнутые воздействию семена испытывали сразу 2 стресса: засуху и повышенную температуру. В то же время первичный процесс набухания семени замедляется: вместо 1—3 ч при контакте с жидкой водой оно растягивается до 4—6 ч с начала воздействия. С этим согласуется отсутствие резких изменений

всхожести и проницаемости мембран в течение первых 3 ч (и даже 6 ч) стрессового воздействия (рис.1 и 2).

Через 6—12 ч такого воздействия происходит резкое увеличение выхода электролитов, что в соответствии с литературными данными можно трактовать как возрастание проницаемости клеточных мембран, их повреждение и разрушение вплоть до потери барьерной функции [4]. Однако еще сохранившаяся к этому времени всхожесть (50—70%) свидетельствует о том, что семена остаются живыми. Даже через сутки действия неблагоприятных условий сохраняется 50% всхожесть. О мембранах каких именно клеток может идти речь? Из рис.1 и 2, а также из табл.1 и 2 видно, что через сутки, т.е. уже при полной гибели зародышей, электролиты продолжают выходить из семян с большой скоростью, процесс этот не приостанавливается и не стабилизируется. Отсюда можно заключить, что основными поставщиками ионов при элюации семян являются семядоли, и интенсивность процессов (экзоосмоса) зависит от свойств и степени повреждения их клеточных мембран.

Таким образом, под влиянием повышенных температуры и влажности происходит увеличение выхода электролитов из семян, и тем сильнее, чем дольше было сопряженное воздействие обоих факторов.

Выводы

1. Влажностно-температурный стресс приводит к увеличению выхода электролитов при набуха-

нии и прорастании семян гороха, изменению характера этого процесса и снижению всхожести.

2. Сравнительно небольшие отклонения от оптимальных условий хранения способны за короткое время (несколько дней) изменить как качество семян (всхожесть), так и их физиологические параметры.

3. Значительное возрастание выхода электролитов из семян после воздействия влажностно-температурного стресса может тестировать повреждение мембранных клеток как зародыша, так и других структур семени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ангелова В.С., Шушанашвили В.И. Сравнительное исследование ускоренно и естественно состаренных семян пшеницы. — Тез.докл. II съезда ВОФР. Ч.II. М., 1992, с.13. — 2. Бочваров П.В., Николаева А.К., Алехина И.Д., Андреевко С.С. Оценка жизнеспособности семян сои при естественном старении. — Биол.науки, 1983, № 6, с.73—78. — 3. Дубровский Н.Г., Ситников А.Г., Лихолат Т.В. Влияние фитогормонов на прорастание семян, подвергнутых действию неблагоприятных факторов. — В сб.: Особенности гормонального регулирования процессов обмена и темпов роста растений. — М.: МОПИ, 1983, с. 22—27. — 4. Жизнеспособность семян. М.: Колос, 1978. — 5. Захарин А.А., Паничкин Л.А., Жадова О.С. Кинетика выхода электролитов из прорастающих семян гороха различных сортов. — Изв.ТСХА, 1992, вып.3,

с. 182. — 6. Зеленский Г.В. Периодические колебания всхожести, силы роста и активности протеиназ семян сои при различных режимах их длительного хранения. — Физиология и биохимия культурных растений, 1989, т. 21, № 5, с.173—178. — 7. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1980. — 8. Любарская Н.Г. О взаимосвязи старения семян с качеством урожая пшеницы. — Тез.докл. II съезда ВОФР. Ч.2, М., 1992, с.123. — 9. Международные правила анализа семян. М.: Колос, 1984. — 10. Пехконен А. Методы уборки и складирования зерна и их влияние на качественные и количественные потери зерна / Симпозиум «Сельскохозяйственные науки сегодня». М., 1987, с.1—32. — 11. Овчаров К.Е. Физиология формирования и прорастания семян. М.: Колос, 1978. — 12. Физиология и биохимия покоя и прорастания семян. М.: Колос. 1982. — 13. Хранение зерна и зерновых продуктов. М.: Колос, 1978. — 14. Эмбриология растений. Т.2. М.: Агрпромпиздат, 1990, с. 150—232. — 15. Abdul-Baki A.A., Baker J.E. — Seed Sci.tech., 1973, vol.1, p.89—125. — 16. Bewley J.D., Black M. — Phziol. and bioch. of seeds. Vol.1. Springer, Berlin, Heidelberg, N.-Y., 1982. — 17. Delouche J.C., Baskin C.C. — Seed sci a tech., 1973, vol.1, p.427—452. — 18. Perry D.A., Harrison J.G. — J. exp. Bot., 1970, vol.21, p.504—512. — 19. Priestli D.A., Leopold A.C. — Plant Physiol., 1967, vol.63, № 4, p.727—729.

Статья поступила 12 апреля
1994 г.

SUMMARY

The effect of moisture-temperature stress (air t° — 40° C, moisture — 100%) of different duration (from 3 h to 2 days) on germinating power and ion appearance from pea seeds of Uljanovsky variety was determined. It has been found that longer duration of the stress resulted in lower germinating power and higher efficiency of electrolytes. One direction and no synchronism were found in the processes studied. Apparently, germinating power in seed is connected with condition of seed embryo, and ion efficiency — with condition of cell membranes of cotyledons.