

УДК 633.1:581.1.036:577.152.151

## ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР НА РЕЗИСТЕНТНОСТЬ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ И КАРАГАНЫ ДРЕВОВИДНОЙ (*CARAGANA ARBORESCENS* LAM.)

В.В. РОГОЖНИ, А.Ю. РОМАНОВА

(Якутская государственная с.-х. академия)

Изучено влияние температуры ( $65^{\circ}\text{C}$ ) на устойчивость семян пшеницы и караганы. Показано, что кинетика реакции семян в зависимости от времени действия повреждающего фактора имеет четко выраженные три периода, характеризующиеся разной степенью резистентности: в первый период (активационный) повышается всхожесть семян, во второй (неустойчивого состояния) наблюдаются сильные колебания во всхожести и активности ферментов основных метаболических процессов, в третий (угнетения) отмечается гибель клеток вследствие начала массовых деструктивных процессов. Причем выявленные изменения во многом зависят от видового состава семян растений, что, по-видимому, связано с индивидуальными особенностями их строения и функционирования.

Покой семян можно рассматривать как необходимое, физиологически обусловленное состояние, при котором максимально сохраняется их жизнеспособность и обеспечивается возможность переносить неблагоприятное для функционирования растений время года [10]. В состоянии вынужденного покоя в семенах растений протекают преимущественно анаэробные катаболические процессы, об интенсивности которых судят по количеству образующихся в клетках НАДН, ФАДН, определяемых тетразолневым методом [9], а также по активности

маркерных ферментов анаэробных процессов.

Физиологически высокие и низкие температуры являются теми факторами окружающей среды, которые могут активировать метаболические процессы в покоящихся семенах, повышать их всхожесть [3]. Так, стратификация семян караганы при  $1-5^{\circ}\text{C}$  в течение 12—40 сут снижает температуру их прорастания до  $10^{\circ}\text{C}$ , а при  $25^{\circ}\text{C}$  повышает его энергию [4, 5]. Эффект воздействия усиливается, если имеют место сильные колебания температуры, особенно при повышенной влажности воздуха.

Известно, что прогревание семян канатника (*Abrutilon*) в течение 6—8 ч при 40°С повышает их всхожесть до 89—95% [11]. Выдерживание семян различных бобовых растений в течение 5 мес при 60°С способствует повышению всхожести семян в 4—6 раз [13]. В результате воздействия высоких температур в зависимости от времени и величины температуры в семенах могут происходить деструктивные процессы, приводящие к денатурации белков и ферментов, изменению состава электролитов [7]. Причем у семян проявляются индивидуальные особенности в устойчивости к действию высоких температур [2].

Целью настоящей работы является изучение влияния высоких положительных температур на всхожесть семян пшеницы и караганы древовидной (караганы), выявление индивидуальных особенностей их поведения, а также исследование динамики активности ферментов алкогольдегидрогеназы и пероксидазы этих семян в процессе температурного воздействия.

Для изучения стрессирующего действия высоких положительных температур нами выбраны семена высших растений двух видов из разных семейств, одно из которых относится к культурным злаковым растениям — пшеница, а другое дикорастущее кустарниковое растение — карагана древовидная.

### Методика

Семена пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Якутянка 224 и караганы древовидной (*Caragana*

*arborescens* Lam.) проращивали на чашках Петри. Число семян в одной чашке — 100, число повторностей в каждом варианте — 4, число опытов — 4. Сухие семена, разложенные на фильтровальной бумаге, смачивали дистиллированной водой (5 мл на чашку Петри) и проращивали при 23°С. Всхожесть семян определяли стандартным методом [8]. Всхожесть пшеницы изучали на 7-й (ГОСТ 12038—66), караганы древовидной — 20-й день (ГОСТ 13056.6—75). Жизнеспособность семян исследовали тетразолюно-топографическим методом [2]. Действие температуры на семена изучали при 65°С, для этого их помещали в термостат с постоянной температурой, а пробы на исследования отбирали через определенные интервалы времени. В качестве контроля использовали семена, которые хранились при комнатной температуре. В работе использовали ортоданизидин, очищенный возгонкой в вакууме, НАД («Reanal», Венгрия). Неорганические соли кристаллизовали из воды. Для приготовления растворов использовали бидистиллированную воду. Активность алкогольдегидрогеназы определяли при pH 10,0 в 0,1 М глицин-NaOH буферном растворе [7], активность пероксидазы — при pH 7,0 в 0,1 М Na-фосфатном буферном растворе [1]. За меру активности алкогольдегидрогеназы принимали количество НАД, восстановленного 1 мкмоль фермента в 1 мин на 1 г ткани, а пероксидазы — количество ортоданизида, окисленного за 1 мин 1 мкмоль фермента на 1 г ткани. Активность ферментов изучали

на спектрофотометре DMS 100S фирмы Varian.

## Результаты

Поведение метаболических систем семян во время температурного воздействия оценивалось по активности маркерных ферментов катаболических процессов алкогольдегидрогеназы и пероксидазы. АДГ является ферментом анаэробных процессов и его активность очень высока в покоящихся семенах, в то время как пероксидаза — фермент аэробных процессов и возрастание его активности сопряжено с интенсификацией процессов дыхания при прорастании семян [14].

Известно, что концентрация ферментов в зрелых семенах в процессе хранения в течение года в условиях Якутии, где температура летом 30—35, а зимой —45—60°С [3], находящихся в состоянии физиологического покоя, может колебаться во времени от 60 до 180% к средней величине, с периодом 30—40 дней. При хранении зерна на холоде на 7—11% снижается активность АДГ пшеницы и на 15—20% уменьшается амплитуда колебаний активности данного фермента [6].

Принято считать, что устойчивость живого организма зависит как от природы, так и от интенсивности и продолжительности воздействия действующего на него фактора. При условии, если компенсаторные силы организма способны противостоять воздействию, то метаболическая система организма после окончания воздействия возвращается к нормальному уровню, быстро восста-

навливает возникшие нарушения, мобилизуя свой адаптационный потенциал. Однако, если воздействие выходит за рамки толерантности биологической системы, это может приводить к серьезным структурным нарушениям без последующей регенерации нарушенных метаболических процессов, и организм погибает.

В наших исследованиях при воздействии температуры 65°С в течение 6 ч на семена караганы 95—97% и пшеницы 98—100% жизнеспособности установлено, что количество всхожих семян пшеницы колебалось в пределах 78—98% (рис. 1, а), но в конце температурного воздействия до 35—38% всхожесть семян резко понизилась. У караганы данный показатель колебался в пределах 20—92% с понижением до 5—8% (рис. 1, б). Жизнеспособность семян пшеницы понижалась после 6 ч, а караганы — после 3 ч температурного воздействия. При этом активность АДГ пшеницы в течение 6 ч изменялась в пределах 2,9—3,3 мкмоль/мин · г (рис. 2, а) при возрастании в конце воздействия до 3,5 мкмоль/мин · г, а активность пероксидазы — 3,5—4,3 мкмоль/мин · г с понижением в конце до 0,9 мкмоль/мин · г. У караганы отмечались аналогичные колебания активности АДГ и пероксидазы, но с более значительными отклонениями — соответственно 26,5—31,8 и 23,5—31,4 мкмоль/мин · г (рис. 2, б). В конце воздействия активность АДГ соответствовала 28 мкмоль/мин · г, а пероксидазы — 0,15 мкмоль/мин · г.

В зависимости от продолжи-

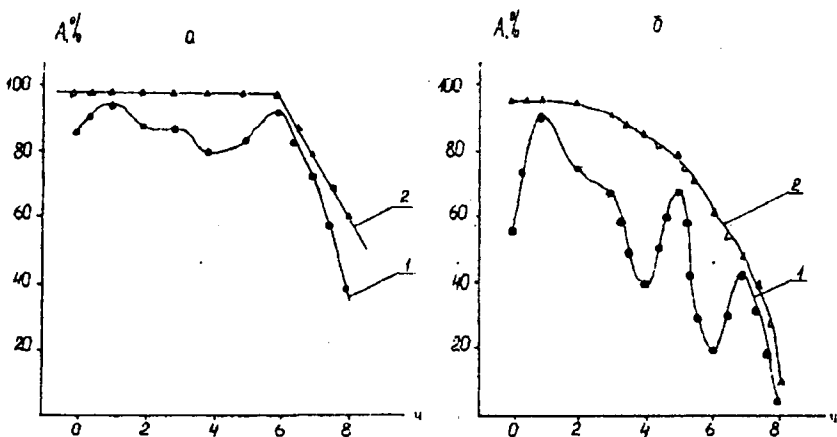


Рис. 1. Влияние температуры (65°С) на всхожесть (1) и жизнеспособность (2) семян пшеницы Якутянка 224 (а) и караганы (б).

тельности стрессового воздействия на кривой всхожести семян (рис. 1) можно выделить три временных периода. В начальный период, продолжительность 1,5—2 ч, отмечается повышение всхожести семян пшеницы на 10—18%, а караганы — на 27—45% от исходной; в этот период отмечается снижение активности как АДГ, так и пероксидазы (рис. 2).

Во второй период колебания (4—5 ч) всхожести семян пшеницы составляют 75—98%, караганы — 15—75%; при этом жизнеспособность семян поддерживается на высоком уровне и не подвержена сильным изменениям. Активность АДГ и пероксидазы в этот период колеблется: у караганды — соответственно от 24,0 до 32,0 и от 0,1 до 3,6 мкмоль/мин · г, у пшеницы — от 0,4 до 2,7 и 2,0—4,0 мкмоль/мин.

В третий период (продолжительность 1—2 ч) у пшеницы и

караганы отмечалось резкое падение как всхожести семян, так и их жизнеспособности. При этом наблюдалось незначительное повышение активности АДГ и понижение активности пероксидазы. В данный период силы воздействующего фактора выходят за пределы толерантности организма и компенсаторные силы не способны регенерировать возникшие нарушения, вследствие чего наступает гибель семян.

Таким образом, воздействие температуры на покоящиеся семена пшеницы и караганы может приводить к резким изменениям протекающих в них метаболических процессов. Причем у семян караганы реактивность на температуру выше, чем у семян пшеницы, что выражается в более резких колебаниях всхожести семян и активности ферментов, но устойчивость к температуре у первых ниже, что отмечается в значительном понижении как всхо-

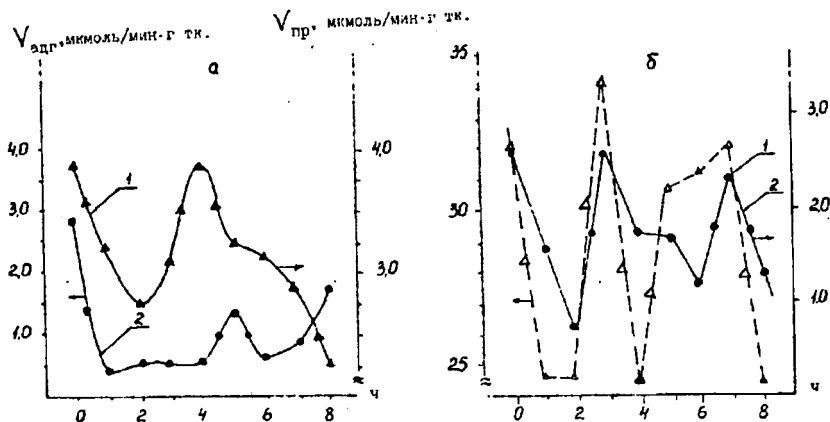


Рис. 2. Динамика активности алкогольдегидрогеназы (АДГ, 1) и пероксидазы (ПР, 2) семян пшеницы Якутянка 224 (а) и караганы (б) от времени их прогрева при температуре 65°С.

жести семян, так и активности изученных ферментов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Березин И.В., Угарова Н.Н., Кершенгольц Б.М., Артамонов И.Д. Каталитические свойства и стабильность пероксидазы, иммобилизованной в полиакриламидном геле. — Биохимия, 1976, т. 41, № 9, с. 1662—1670. — 2. Веселова Т.В., Веселовский В.А., Чернавский Д.С. Стресс у растений. М.: Изд-во МГУ, 1993. — 3. Гаврилова М.К. Климат Центральной Якутии. Якутск, 1973. — 4. Далецкая Т.В. Прорастание семян акации желтой в зависимости от степени их зрелости и способов предпосевной подготовки. — В кн.: Качество семян в связи с условиями их формирования при интродукции. Новосибирск, 1971. — 5. Захарин А.А., Паничкин Л.А., Жадова О.С. Изменение некоторых физиологических свойств семян гороха под влиянием влажно-температурно-

го стресса. — Изв. ТСХА, 1994, вып. 4, с. 100—106. — 6. Иванов Б.И., Кершенгольц Б.М., Ксенофонтова К.И., Рогожин В.В. Эколого-физиологические и некоторые биохимические аспекты жизнеспособности семян пшеницы в условиях Якутии. — Деп. во ВИНТИ, 1988, № 6629—В—88. — 7. Кершенгольц Б.М., Рогожин В.В. Влияние межсубъединичных взаимодействий в алкогольдегидрогеназе из печени лошади на кинетику окисления этанола. — Биохимия, 1979, т. 44, № 4, с. 661—671. — 8. Международные правила анализа семян. М.: Колос, 1984. — 9. Методические указания по определению жизнеспособности семян тетразольнотопографическим методом. Л., 1980. — 10. Николаева М.Г. Физиология глубокого покоя семян. Л.: Наука, 1967. — 11. Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. Справочник по прорастанию покоящихся семян. — Л.:

Наука, 1985. — 12. Николаева М.Г., Янкелевич Б.Б. Влияние низкой температуры на активность некоторых ферментов и прорастание семян акации желтой. — Докл. АН СССР, 1979, т. 244, № 3, с. 778—780. — 13. Поццов А.В. Твердые семена. М.: Наука,

1976. — 14. Рогожин В.В., Егорова П.С. Влияние экзогенных этанола и ацетальдегида на жизнеспособность семян. — В сб.: Этанол и его метаболизм в высших организмах. Якутск: ЯНЦ СО АН СССР, 1990, с. 90—99.

*Статья поступила 5 ноября  
1996 г.*

## SUMMARY

The influence of temperature (65°С) on wheat and caragana seed resistance has been studied. It is shown that kinetics of seed reaction depending on the time of action of the damaging factor has three clearly expressed periods with different level of resistance; in the first period (activational) seed germination increases; in the second period (unstable) there are strong variations in germination and in activity of enzymes of the main metabolic processes; the third period (oppression) is characterized by death of cells due to beginning of mass destructive processes. Revealed changes greatly depend on specific composition of plant seeds which is likely to be connected with individual features of their structure and functioning.