

сохранения имеющейся популяции рогульника необходимо увеличить проточность водоема, хотя бы в весенний период, а значит, ликвидировать плотину. Кроме того, следует препятствовать развитию древесной растительности на северном берегу озера, чтобы не ухудшить аэрацию водоема в ветреную погоду. Для сохранения Тгара *patans* в Пензенской области следует шире реинтродуцировать вид в больших старичных водоемах, и, возможно, на мелководьях Сурского водохранилища.

#### *Литература*

Васильев В.Н., Белавская А.П. Семейство рогульниковые, или водноореховые (Тгарасеae) // Жизнь растений. Т.5(2). – М.: Просвещение. 1981. С.228-230.

Жаков С.И. Климатическая карта // Географический атлас Пензенской области. – Пенза: Облиздат. 2005. С.10.

Казакова М.В. Изучение и охрана водяного ореха в Рязанской области // Памятники природы бассейна р. Оки. Вопросы изучения и охраны. Тез. докл. научн.-практ. конф. – Рязань: изд-во РИНФО. 2000. С.44-46.

Красная книга РСФСР. Растения. – М.: Россельхозиздат. 1988. – 591 с.

Красная книга Пензенской области. Т.1. Растения и грибы. – Пенза: ИПК «Пенз. правда». 2002. – 160 с.

Спрыгин И.И. Материалы к изучению водяного ореха рода Тгара // Материалы к познанию растительности Среднего Поволжья. Сер. научн. наслед. Т.11. – М.: Наука, 1986. – С.291-494.

УДК 581.1:632.122.1

### ВЛИЯНИЕ ГИПЕРТЕРМИИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОРОСТКОВ ГОРОХА К ПОСЛЕДУЮЩЕМУ ЗАСОЛЕНИЮ

Л.А. Чудинова, В.И. Суворов

*Пермский государственный университет, 614990, Пермь, ул. Букирева, 15;  
e-mail: belevich@psu.ru*

В природных условиях растения обычно подвергаются комплексному действию жестких факторов. Ответная реакция растений на такие воздействия включает стресс-реакцию и адаптацию к ним. Результатом стрессовой реакции является быстрая мобилизация существующих или формирующихся новых защитных систем для сохранения жизнеспособности в неблагоприятных условиях обитания. Логично предположить, что эволюционно сформировались общие системы устойчивости, позволяющие экономить энергетические и пластические ресурсы растительного организма. Составными компонентами общих систем устойчивости к двум или нескольким экстремальным факторам являются следующие реакции: дифференцированное изменение

экспрессии генома, накопление низкомолекулярных осмолитов, изменение уровня биогенных полиаминов, синтез этилена (Кузнецов и др.,1991).

Показано, что у ряда растений тепловой шок оказывает протекторный эффект к последующему тепло-, холодо-, солевому воздействию и водному дефициту (Кузнецов и др.,1992; Таланова и др.,1993; Акимова и др.,1999). Молекулярные системы устойчивости растений к одновременному действию высокой температуры и засоления практически не исследованы.

Известно, что формирование устойчивости связано прежде всего с активностью белоксинтезирующей системы. Белки являются главной мишенью действия экстремальных факторов, в то же время они служат инструментом репарации и защиты от повреждений.

В связи с этим, целью работы было выяснение влияния предварительной гипертермии на основные показатели белоксинтезирующей системы проростков гороха при последующем умеренном засолении.

### **Материал и методика**

Исследования проводились на проростках гороха (*Pisum sativum* L.) сорта Сахарный.

Четырехдневные проростки переносились в условия водной культуры на смесь Кнопа. Через 6 суток проростки подвергали тепловому воздействию и засолению по следующей схеме: вариант 1 - контроль (смесь Кнопа), варианты 2, 3 - тепловое воздействие температурами 35°, 40°С в течение 1,5 ч, вариант 4 - засоление 1% раствором NaCl = 7 атм, вариант - 5 тепловое воздействие температурой 35°С в течение 1,5 ч с последующим засолением 1% раствором NaCl.

Для анализа брали растения на 16 и 23 сутки после действия гипертермии и засоления. Определяли ростовые параметры: высоту надземной части и объем корней в 15-кратной повторности.

Содержание белка определяли с помощью амидо-черного 10В (Бузун и др., 1982). Содержание РНК определяли спектрофотометрически по поглощению в ультрафиолетовой области при 270 и 290 нм (Тютюрев и др., 1976). Повторность определений трехкратная.

### **Результаты и обсуждение**

Анализ ростовых процессов показал, что при тепловом воздействии 40°С и особенно при засолении подавлялся рост корней и надземной части проростков гороха. Прогрев при 35°С в течение 1,5 ч стимулировал рост проростков гороха, при этом частично снижалось ростингибирующее действие последующего засоления (табл.1).

Таблица 1.

Ростовые параметры проростков гороха при гипертермии и засолении

Органы растений	Варианты	Возраст растений, сутки	
		16	23
Высота надземных органов, см	1	13,60±0,10	19,40 ±0,23
	2	14,80 ±0,38	21,10 ф0,50
	3	12,50 ±0,34	17,70 ±0,44
	4	6,30 ±0,26	7,00 ±0,39
	5	7,60 ±0,24	8,50 ±0,33
Объем корней, см <sup>3</sup>	1	0,50 ±0,06	1,62 ±0,42
	2	0,53 ±0,23	1,80 ±0,16
	3	0,34 ±0,04	1,43 ±0,11
	4	0,21 ±0,09	0,30 ±0,11
	5	0,23 ±0,15	0,37 ±0,03

На основании ростовых параметров температуру 35°C в отношении гороха условно можно принять как закаливающую, а 40°C - как повреждающую. Снижение повреждающего действия умеренного хлоридного засоления в условиях предшествующей тепловой обработки ранее нами наблюдалось у проростков кукурузы (Чудинова и др., 2001).

Известно, что интенсивность ростовых процессов зависит прежде всего от уровня биосинтеза белков и нуклеиновых кислот. Было установлено, что количество белка и РНК увеличивалось при обработке проростков температурой 35°C, что ранее показано Н.А. Гумилевской и др.(1996). Засоление вызывало значительное снижение уровня белка и РНК. Однако, в условиях предварительной тепловой обработки проростков гороха закаливающей температурой эти показатели уменьшались в меньшей степени (табл. 2).

Таблица 2.

Содержание растворимых белков (мг/г сухой массы) и РНК (мг% на сырую массу) в органах 16-дневных проростков гороха при гипертермии и засолении

Органы растений	Варианты	Белок	РНК
Надземная часть	1	42,70 ±0,20	101,70 ±0,90
	2	45,60 ±0,70	107,30 ±1,30
	3	25,60 ±1,60	90,70 ±3,70
	4	21,50 ±2,20	81,90 ±0,90
	5	28,10 ±0,60	94,60 ±1,60
Корни	1	38,80 ±0,60	92,7 ±2,30
	2	41,10 ±0,90	110,1 ±2,60
	3	23,10 ±1,30	66,8 ±5,10
	4	21,30 ±2,50	62,9 ±4,60
	5	23,80 ±1,90	64,2 ±1,40

В настоящее время тепловой шок рассматривается как неспецифический стрессорный фактор, способный модифицировать метаболизм любого живого организма. Последствия будут зависеть от режима гипертермии, генетических особенностей организма и стадии онтогенеза. Можно предположить, что в нашем случае гипертермия индуцирует запуск защитных систем, обеспечивающий повышение солеустойчивости растений. Механизм подобного протекторного действия изучается. Возможно, что в основе этого действия лежит индукция синтеза белков теплового шока (БТШ).

Обсуждая предложенную протекторную роль БТШ при засолении, важно отметить, что они обеспечивают правильную сборку олигомерных белков, деградацию функционально неактивных агрегатов, транспорт полипептидов через мембраны (высокомолекулярные БТШ), а также распознавание и деградацию денатурированных полипептидов (низкомолекулярные БТШ -убиквитины) (Войников, Боровский, 1994). Высокомолекулярные БТШ являются конститутивными белками, но их количество резко возрастает при гипертермии. Низкомолекулярные БТШ являются индуцибельными тепловым шоком белками.

Состав и размеры БТШ могут изменяться в зависимости от вида стресса (Бурханов и др., 1988). Однако есть сведения и о наличии идентичных БТШ в соле- и термоустойчивых клетках (Rostchupkin, Kuznetsov, 1990).

Можно предположить, что при формировании общих механизмов устойчивости важное значение имеет и активно функционирующая многокомпонентная осмопротекторная система, включающая регуляцию пулов пролина, полиаминов и бетаинов. Об этом свидетельствуют исследования по аккумуляции этих осмолитов в клеточных линиях табака при одновременном действии гипертермии и засоления (Шевякова и др., 1994). Кроме того, есть указания на участие некоторых конститутивных реакций в развитие систем устойчивости к гипертермии и засолению. В частности, речь идет об избирательном фосфорилировании ряда полипептидов, выполняющих регуляторную функцию (Кузнецов, Рощупкин, 1994).

Таким образом, проведенные нами исследования показали, что предварительная гипертермия (35°C в течение 1,5 ч) может снижать повреждающее действие хлоридного засоления, что свидетельствует о функционировании неспецифических механизмов устойчивости, которые, по-видимому, действуют на начальных этапах стрессового воздействия.

#### *Литература*

Акимова Т.В., Балагурова Н.И., Титов А.Ф. Влияние локального прогрева на тепло-, холодо- и солеустойчивость клеток листа и корня растений // Физиол. раст. 1999. Т. 46. № 1. С. 119-123.

Бузун Т.А., Джемухадзе К.М., Милешко Л.Ф. Определение белка в растениях с помощью амидо-черного // Физиол. раст. 1982. Т.29. № 1. С. 198-204

Бурханова Э.А., Данилова Н.В., Кулаева О.Н., Левин А.В., Порфирова С.А., Самохвалова Н.И. Действие различных стрессов на синтез белков и ультраструктуру клеток корней проростков тыквы // Физиол. раст. 1988. Т. 35, №. 4. С. 762-772.

Войников В.К., Боровский Г.Б. Роль стрессовых белков в клетках при гипертермии // Успехи современной биологии, 1994. Т. 114, № 1. С. 85-95.

Кузнецов В.В., Ракитин В.Ю., Хыдыров Б.Т., Шевякова Н.И. Индукция тепловым шоком солеустойчивости хлопчатника: участие полиаминов, этилена и пролина // Физиол. раст. 1991. Т. 38, № 6. С. 1203-1210.

Кузнецов В.В., Пустовойтова Т.Н., Яценко И.А., Борисова Н.И., Жолкевич В.Н. Стрессовые белки и фитогормоны при адаптации растений *Cucumis sativus* L. к почвенной засухе // Докл. АН СССР. 1992. Т. 322. С. 204-207.

Кузнецов В.В., Рошупкин Б.В. Стрессорный ответ клеток *Nicotiana sylvestris* L. на засоление и высокую температуру. 2. Синтез белков теплового шока и фосфорилирование полипептидов // Физиол. раст. 1994. Т. 41, № 4. С. 566-572.

Таланова В.В., Минаева С.В., Солдатов С.Е., Титов А.Ф. Раздельное и комбинированное действие засоления и закаливающих температур на растения // Физиол. раст. 1993. Т. 40, № 4. С. 584-588.

Гютерев С.Л., Казарина Е.М., Воробей Ю.Д. Спектрофотометрическое определение нуклеиновых кислот в листьях пшеницы и ячменя // Бюлл. ВНИИ защиты растений. 1976. № 38. С. 64-68.

Шевякова Н.И., Рошупкин Б.В., Парамонова Н.В., Кузнецов В.В. Стрессорный ответ клеток *Nicotiana sylvestris* L. на засоление и высокую температуру. 1. Аккумуляция пролина, полиаминов, бетаинов и сахаров // Физиол. раст. 1994. Т. 41, № 4. С. 558-565.

Rostchupkin D.V., Kuznetsov V.V. Role of heat shock proteins and protein kinase system in complex resistance of plant cells // *Physiol. Plant.* 1990. V. 79, N. 2. S. 46-51.

УДК 582.594.2

## К ИЗУЧЕНИЮ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ОРХИДЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ ПЕРМСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.Л. Шибанова, М.Г. Ангипина

ПГУ, 614099 Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: shibanova7@mail.ru

В настоящее время популяционные исследования становятся необходимыми при решении практических задач охраны редких и