

## EFFECT OF COLD HARDENING ON THE LEVEL OF CARBOHEDRATES AND PROLINE IN WHEAT SEEDLINGS DURING SUBSEQUENT HYPERTHERMIA

V. V. PARHOMENKO, A. V. OSHCHERKOVA  
*Perm State University, Perm*

**Summary.** Presents the results of the impact on wheat term low hardening (4 °C) and high damaging temperature (45 °C). Established the formation of cross-adaptation sequential action of hypo- and hyperthermia. The observed decrease in the glucose level particularly during the adaptation hyperthermia, which to some extent offset by the intensive accumulation of proline.

## ДЕЙСТВИЕ ИОНОВ КАДМИЯ В ГРАДИЕНТЕ КОНЦЕНТРАЦИИ НА ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РОГОЛИСТНИКА

К. А. ПОМОРЦЕВА

*Уральский федеральный университет, Екатеринбург*  
E-mail: pomor-a.ksieniiia@list.ru

В современных условиях все более значимыми становятся исследования по выяснению изменений в растениях в ответ на повышенные концентрации тяжелых металлов (ТМ), поступающих в окружающую среду в результате хозяйственной деятельности человека. Ведь ТМ представляют серьезную угрозу для биоты вследствие их токсичности для организмов и постепенного накопления до опасного уровня. Попадая в водные объекты, они резко ухудшают их экологическое состояние.

В связи с этим целью данной работы было оценить влияние ионов кадмия в градиенте концентрации на физиолого-биохимические показатели высшего водного растения.

Объект исследования – роголистник погруженный (*Ceratophyllum demersum* L.). Эксперимент проводили в лабораторных условиях. Растения помещали в дистиллированную воду с добавлением сульфата кадмия в градиенте концентрации (0,1; 1,0; 10 мг/л  $\text{Cd}^{2+}$ ). Контролем служили растения, инкубированные в дистиллированной воде без внесения токсиканта.

Усредненную пробу листьев отбирали не менее чем с 7–10 растениями. Определяли интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ), активность гваякол-пероксидазы, содержание фотосинтетических пигментов и растворимого белка через одни и трие суток инкубации.

О степени повреждения биологических мембран судили по количеству продуктов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой (ТБК-РП) [3]. Активность гваякол-пероксидазы оценивали по скорости полимеризации гваякола до тетрагваякола [2]. Содержание хлорофиллов и каротиноидов определяли спектрофотометрически, экстрагируя пигменты из листьев 80 % ацетоном [1]. Каждое измерение осуществлено в трехкратной аналитической повторяемости.

Как известно, при стрессовых условиях начинает образовываться большее количество активных форм кислорода (АФК), чем в норме. Это влечет за собой повреждение мембран и нарушения в работе фотосинтетического аппарата.

Так, после инкубирования в течение одних суток самая большая интенсивность ПОЛ отмечена в вариантах с  $\text{Cd}^{2+}$  при концентрациях 1 мг/л и 10 мг/л (рис. 1). Уровень пероксидации липидов в варианте с кадмием при концентрации 0,1 мг/л практически не отличался от контроля. После трехдневной экспозиции во всех вариантах произошло снижение интенсивности ПОЛ. Исходя из полученных результатов можно отметить, что данные концентрации ионов кадмия для роголистника погруженного не являются летальными, поэтому через некоторое время наблюдались стабилизация и даже уменьшение интенсивности ПОЛ по сравнению с контрольными вариантами. Можно говорить о наступлении стадии адаптации через трое суток опыта, хотя, вероятнее всего, требуется больше времени, чтобы растения справились с окислительным стрессом.

Максимальная активность пероксидазы была обнаружена в варианте с кадмием при 0,1 мг/л через одни и трое суток экспозиции (рис. 2). Воздействие низкими концентрациями активизировало работу ферментативной системы растений. Высокие концентрации тяжелых металлов, как правило, приводят к образованию большого количества свободных радикалов, которые, в свою очередь, могут инактивировать конститутивный пул фермента. Времени для возобновления их синтеза недостаточно, поэтому через трое суток не было достоверных различий в активности фермента.

Фотосинтетический аппарат растений очень чувствителен к изменениям в окружающей среде. При инкубировании роголистника в течение трех суток при возрастании концентрации  $\text{Cd}^{2+}$  содержание хлорофилла *a* снижалось, в то время как после инкубирования растений в течение одних суток отчетливо выраженной тенденции по хлорофиллу *a* не выявлено. По динамике хлорофилла *b* обнаружена следующая закономерность: при инкубировании растений в течение одних суток в градиенте концентрации  $\text{Cd}^{2+}$  его количество повышалось, а после трех суток опыта наблюдалась обратная тенденция.

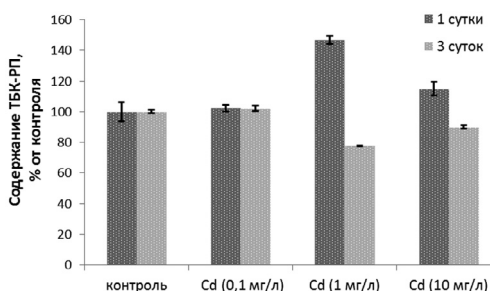


Рис. 1. Содержание ТБК-РП в листьях роголистника при разных концентрациях ионов кадмия

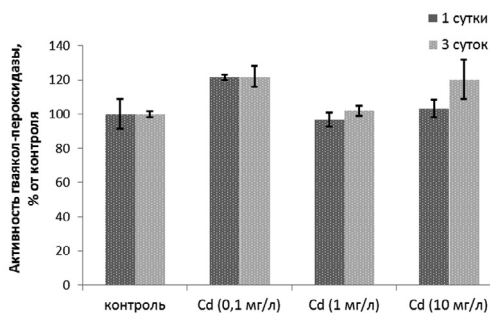


Рис. 2. Активность пероксидазы в листьях роголистника при разных концентрациях ионов кадмия

Показано, что после инкубирования в течение суток количество каротиноидов в листьях увеличивалось по сравнению с контролем. Это связано с тем, что ионы кадмия индуцируют образование АФК, приводя к сильным окислительным процессам в растительных тканях. В свою очередь, известно, что каротиноиды могут действовать как «ловушки» радикалов. Этим можно объяснить тот факт, что после трех суток произошло снижение интенсивности ПОЛ в варианте  $\text{Cd}^{2+}$  (1 мг/л) по сравнению с этим же вариантом через одни сутки. Содержание каротиноидов снижалось после трехдневной инкубации во всех вариантах по сравнению с их количеством через одни сутки.

Таким образом, ионы кадмия в повышенных концентрациях вызывают максимальные повреждения мембран, активизируется антиоксидантная система защиты растений. При этом содержание каротиноидов возрастает, приводя к уменьшению интенсивности ПОЛ. Это подтверждает их способность к снижению генерации АФК. После трехдневной инкубации, очевидно, наступает фаза адаптации.

#### Литература

1. Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В. Большой практикум по фотосинтезу. М., 2003. 256 с.
2. Chance B., Maehly A. C. Assay catalase and peroxidase. Methods in Enzymology. N. Y.: Academic Press, 1955. P. 764–775.
3. Uchiyama M., Mihara M. Determination of malonaldehyde precursor in tissues by thiobarbituric acid test // Anal. Biochem. 1978. Vol. 86. P. 287–297.

### THE ACTION OF CADMIUM IONS IN A CONCENTRATION GRADIENT ON THE PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF *CERATOPHYLLUM DEMERSUM* L.

К. А. ПОМОРТСЕВА

Ural Federal University, Yekaterinburg

**Summary.** Studies have been performed to assess the response of *Ceratophyllum demersum* L. to the impact of cadmium sulphate in a concentration gradient (0.1; 1.0; 10 mg/L  $\text{Cd}^{2+}$ ). We have determined the lipid peroxidation intensity, peroxidase activity and the content of photosynthetic pigments in plants. Observed changes (after 72 h) can be defined as the adaptation phase.

### ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ МЕХАНИЗМОВ АНТИГРИБНОГО ДЕЙСТВИЯ ХАРПИНО-ПОДОБНЫХ ЗАЩИТНЫХ ПЕПТИДОВ РАСТЕНИЙ

Е. А. РОГОЖИН<sup>1</sup>, А. С. ВАСИЛЬЧЕНКО<sup>2,3</sup>, С. К. ЗАВРИЕВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт биоорганической химии РАН, Москва

<sup>2</sup> Оренбургский государственный университет

Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН, Оренбург

E-mail: rea21@list.ru

Болезни растений, вызываемые различными патогенными микроорганизмами, приносят значительный экономический ущерб при сельскохозяйственном производстве во многих странах. В связи с этим отдельного внимания заслуживают разработка и совершенствование новых эффективных систем защиты растений от болезней, в частности с применением биологически активных соединений природного происхождения. При этом немаловажный интерес представляет