

зависимости от вида рыб и гидрохимического режима рек, которые могут рассматриваться как метаболический фактор неспецифической адаптации.

Ключевые слова: карп, карась, окунь, щука, малые реки, печень, жабры, сукцинатдегидрогеназа

V.Y. Vyayak, V.O. Khomenchuk, V.Z. Kurant

Volodimir Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

SUCCINATE DEHYDROGENASE ACTIVITY IN ORGANISM OF SOME FISH FROM THE HEADWATER OF WESTERN PODILLYA

The activity of succinate dehydrogenase in the liver and gills of carp *Cyprinus carpio* L., crucian carp *Carassius auratus* L., perch *Perca fluviatilis* L. and pike *Esox lucius* L. from the headwater of Western Podillya (Seret, Stripa and Zolota Lypa rivers) was investigated. It was found that the enzyme activity varies greatly depending of the species and hydrochemical state of rivers. It is considered as non-specific metabolic factor of the adaptation.

Key words: carp, crucian carp, perch, pike, headwater, liver, gills, succinate dehydrogenase activity

Рекомендує до друку

Надійшла 24.08.2011

В.В. Грубінко

УДК 581.1:57.044:582.683.2

С.И. ЖАДЬКО, Т.В. ВОРОБЬЕВА, А.А. СИВАШ, Д.А. КЛИМЧУК

Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины

ул. Терещенковская 2, Киев-1, 01601. Украина

ПРО-АНТИОКСИДАНТНЫЙ СТАТУС ЛИСТЬЕВ РАСТЕНИЙ ALISMA PLANTAGO-AQUATICA L. ПРИ ОСМОТИЧЕСКОМ СТРЕССЕ

При полиэтиленгликоль (ПЭГ)-индуцируемом осмотическом стрессе в листьях воздушно-водных и суходольных растений *A. plantago-aquatica* L. происходит раннее увеличение содержание H_2O_2 с последующим повышением активности аскорбат пероксидазы (АП) и каталазы (Кат). У воздушно-водных растений с более низким исходным уровнем антиоксидантной активности стресс вызывают более значительные увилечения содержания H_2O_2 и активности АП и Кат, чем у суходольных. Также установлена взаимосвязь между ранним увеличением содержания H_2O_2 , активностью АП, Кат и относительным содержанием воды.

Ключевые слова: *Alisma plantago-aquatica* L., H_2O_2 , аскорбат пероксидаза, каталаза, осмотический стресс.

В клетках растений при различных стрессах в процессе развития стрессорной оксидативной вспышки (СОВ) происходит раннее увеличение содержания активных форм кислорода (АФК), включая H_2O_2 , которые имеют двойную функцию, сигнальную и оксидативно-деструктивную. В качестве сигнальной функции АФК СОВ могут действовать как вторичные мессенджеры в индукции многих клеточных стресс-ответов [8, 12, 13]. Увеличение содержания АФК в клетках обычно происходит в первые минуты действия стресса и амплитуда ответа зависит от вида и дозы воздействий, физиологического состояния и возраста растений, и особенно, от общей антиоксидантной (АО) активности клеток, в том числе активности специальных антиоксидантных ферментов - супероксиддисмутазы (СОД), аскорбат пероксидазы (АП), каталазы (Кат), пероксиредоксина и других [12, 14, 15]. Известно, что растения с более

высоким уровнем АО активности, могут отвечать на один и тот же стресс меньшей амплитудой пероксидации (ПО) [13].

Ранее было показано, что растения частухи подорожниковой *Alisma plantago-aquatica* L., растущие в различных условиях водообеспечения – в воде (воздушно-водные растения), и на суходоле (суходольные растения), имеют различные уровни АО активности, интенсивности ПО и водного потенциала [1, 6]. Поэтому представляло интерес выяснение особенностей ранней СОВ и АО ответа у этих растений при осмотическом стрессе.

Целью работы было изучение содержания H_2O_2 и активности АП и Кат в листьях воздушно-водных и суходольных растений *A. plantago-aquatica*, имеющих различные исходные уровни АО активности, ПО и водного статуса, на ранних этапах действия полиэтиленгликоль-индуцируемого осмотического стресса.

Материал и методы исследований

Исследовали листья растений *A. plantago-aquatica*, которые росли в воде (воздушно-водная форма) и в прибрежной зоне на берегу (суходольная форма) реки Псел вблизи п.г.т. Великая Богачка, Полтавская область, Украина. Растения выкапывали с почвой и доставляли в лабораторию для дальнейших исследований. Осмотический стресс вызывали погружением дисков листьев 8 мм в диаметре в 30% раствор полиэтиленгликоля -6000 (ПЭГ) на 30, 60 и 90 мин, после чего определяли содержание H_2O_2 , активность АП и Кат [11]. Сырой и сухой вес и относительное содержание воды (ОСВ) определяли в соответствии с [9].

Содержание белка определяли по методу Бредфорда [7]. Повторность экспериментов 3-4 кратная. Полученные данные обрабатывали статистически [5].

Результаты исследований и их обсуждение.

В листьях воздушно-водных растений, растущих в естественных условиях, в среднем содержание H_2O_2 составляло $13,51 \pm 0,1$ мкмоль на мг белка; активность АП – $0,59 \pm 0,06$ мкмоль в мин на мг белка и активность Кат – $1,12 \pm 0,1 \Delta 240$ в мин на мг белка. В листьях суходольных растений содержание H_2O_2 составляло $14,64 \pm 0,3$ мкмоль на мг белка; активность АП – $0,71 \pm 0,06$ мкмоль в мин на мг белка и активность Кат – $1,21 \pm 0,1 \Delta 240$ в мин на мг белка.

При действии ПЭГ в листьях воздушно-водных растений происходило раннее увеличение содержания H_2O_2 и к 30 мин оно было выше контролей на 32%. Затем к 60 мин и 90 мин содержание H_2O_2 медленно снижалось до 19% превышения контрольного уровня (Рис. 1).

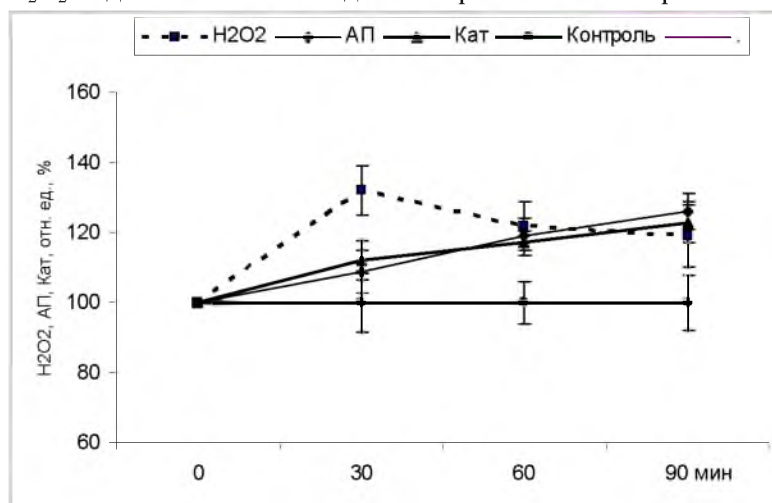


Рис. 1. Содержание H_2O_2 и активность АП и Кат в листьях воздушно-водных растений *A. plantago-aquatica* при действии ПЭГ.

Достоверное увеличение активности АП и Кат на 19-26% и 17-23% было выявлено только после 60 мин и 90 мин действия этого стресса (рис. 1.).

Подобные изменения, но меньшего диапазона, происходили и в листьях суходольных растений. К 30, 60 и 90 мин содержание H_2O_2 было выше контролей на 18, 14 и 15%, а активность АП и Кат в среднем на 7, 12 и 14% соответственно (рис. 2).

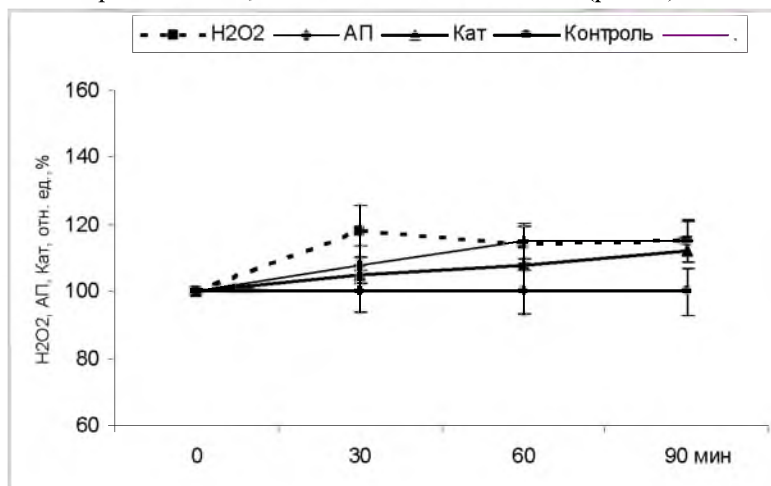


Рис. 2. Содержание H_2O_2 и активность АП и Кат в листьях суходольных растений *A. plantago-aquatica* при действии ПЭГ.

В естественных условиях произрастания ОСВ в листьях воздушно-водных растений было выше, чем у суходольных на 3-5%.

Раннее увеличение содержания H_2O_2 , а затем его медленное снижение, выявленное у исследуемых воздушно-водных и суходольных растений *A. plantago-aquatica* при ПЭГ-индуцируемом осмотическом стрессе (рис. 1, 2), соответствует СОВ и подобно таким изменениям у других растений при различных стрессах, включая действие оксидативного и осмотического стресса на клетки культуры ткани *Arabidopsis thaliana* [12, 13]. При этом в листьях воздушно-водных растений амплитуда раннего увеличения содержания H_2O_2 была выше, чем у суходольных (рис. 1, 2), что можно объяснить, прежде всего, более низким исходным уровнем АО активности в их клетках [1, 6].

H_2O_2 СОВ, как вторичный мессенджер, приводит к последующему H_2O_2 -индуцируемому увеличению активности АП и Кат (рис. 1, 2), как это происходит в клетках культуры ткани *A. thaliana* при АФК и H_2O_2 -индуцируемом увеличении активности пероксиредоксина, тиоредоксина и тиоредоксин редуктазы при осмотическом и оксидативном стрессах [3].

Раннее увеличение содержания H_2O_2 и активности АП и Кат также взаимосвязано с исходным уровнем оводненности листьев исследуемых растений. У воздушно-водных растений с более высокой степенью оводненности у которых ОСВ на 3-5% выше чем у суходольных, происходит более высокоамплитудное увеличение СОВ и активности АП и Кат (рис. 1, 2).

Согласно представлениям о сигнальной роли АФК и так называемых «тиоловых переключателях» (sulfur switches) метаболизма клеток, функция которых зависит от количества АФК и уровня редокс потенциала [10], можно предположить, что выявленные отличия в амплитуде раннего стрессорного увеличения H_2O_2 могут определять разные количественные и качественные параметры стресс-ответа у воздушно-водных и суходольных растений (рис. 1, 2).

Более высокий уровень СОВ и стрессорное увеличение активности АП и Кат у воздушно-водных растений и относительно низкий уровень у суходольных растений также может быть связан с их различным физиологическим состоянием. Листья суходольных растений более обезвожены и имеют относительно низкий уровень ОСВ, но более высокий уровень АО активности, поэтому они быстрее адаптируются к действию ПЭГ и отвечают меньшей амплитудой раннего стрессорного увеличения H_2O_2 (рис. 1, 2). Известно, что растения с высокой АО активностью являются более устойчивыми к различным стрессам [4, 12].

Воздушно-водные и суходольные растения также могут по разному реагировать на дегидратацию клеток при действии ПЭГ. Суходольные растения могут быть более адаптированные к дефициту влаги и ее изменениям во внешней среде и поэтому в меньшей

степени реагируют изменениями в про-антиоксидантном состоянии клеток на действие осмотиков, включая действие ПЭГ, в то время как водные растения, постоянно находящиеся в воде, могут быть менее приспособленные к дегидратации и поэтому более остро реагируют на действие ПЭГ, проявляя при этом более выраженную раннюю ответную реакцию в увеличении про-антиоксидантного состояния в листьях растений частухи *A. plantago-aquatica*.

Выводы

1. При ПЭГ-индуцируемом осмотическом стрессе в листьях воздушно-водных и суходольных растений *A. plantago-aquatica* происходит раннее увеличение содержание H_2O_2 с последующим повышением активности АП и Кат.
2. Амплитуда раннего стрессорного увеличения содержания H_2O_2 и активности АП и Кат зависит от исходного уровня АО активности: у воздушно-водных растений с более низким уровнем АО активности содержание H_2O_2 и активности АП и Кат увеличиваются в большем диапазоне чем у суходольных, которые имеют более высокий уровень содержания антиоксидантов.
3. Установлена зависимость раннего увеличения содержания H_2O_2 и активностью АП и Кат от исходного водного статуса. В листьях воздушно-водных растений с большим ОСВ увеличение про-антиоксидантного статуса больше значительные, чем у суходольных растений.

1. Бараненко В.В. Перекисне окислення ліпідів та антиоксидантна активність *ALISMA PLANTAGO-AQUATICA* L. (ALISMATACEAE VENT.) в різних природних умовах водозабезпечення / В.В. Бараненко, С.І. Жадько, О.О. Сиваш // Укр. ботан. журн. – 1999. – Т. 56., № 4. – С. 347-351.
2. Жадько С.И. H_2O_2 -зависимая экспрессия митохондриального пероксиредоксина и его роль в реакции клеток культуры ткани *Arabidopsis thaliana* при действии полиэтилен гликоля и оксидативного стресса / С.И. Жадько // Доп. НАН України. – 2010. – № 3. – С. 171-174.
3. Жадько С.И. Стрессорное АФК-зависимое увеличение активности пероксиредоксина, тиоредоксина и тиоредоксин редуктазы в клетках культуры ткани *Arabidopsis thaliana* при действии полиэтилен гликоля и пероксида водорода / С.И. Жадько // Доп. НАН України. – 2010. – № 1. – С. 159-163.
4. Колупаев Ю.Е. Формирование адаптивных реакций растений на действие абиотических стрессоров / Ю.Е. Колупаев, Ю.В. Карпец. – К.: Основа, 2010. – 350 с.
5. Плохинский Н.А. Биометрия / Н.А. Плохинский – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 367 с.
6. Состояние воды и интенсивность перекисного окисления липидов в листьях частухи в различных условиях водообеспечения / Д.А. Климчук, Г.М. Мартын, В.В. Бараненко [и др.] // Доп. НАН України. Біологія. – 1998. – № 11. – С. 162-166.
7. Bradford M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding / M. M. Bradford // Anal. Biochem. – 1976. – Vol. 72. – P 248-254.
8. Dietz K.J. Redox signal integration: from stimulus to networks and genes / K.J. Dietz // Physiologia Plantarum. – 2008. – Vol. 133. –P. 459–468.
9. Effects of water deficit on the water relations of *Alisma plantago-aquatica* L. under natural environment/ [D. Klymchuk, T. Vorobyova, O. O. Sivash, S. Jadko] // Gen. Appl. Plant Physiology. – 2008. - Special Issue, 34 (3-4). – P. 227-238.
10. Kemp M. Non-equilibrium thermodynamics of thiol/disulfide redox systems: A perspective on redox systems biology / M. Kemp, Y.M. Go, D.P. Jones // Free Radical Biology & Medicine. – 2008. – Vol. 44. - P. 921–937.
11. Maksymiec W. The effects of short-term exposition to Cd, excess Cu ions and jasmonate on oxidative stress appearing in *Arabidopsis thaliana* / W. Maksymiec, Z. Krupa // Environmental and Experimental Botany. – 2006. – Vol. 57. – P. 187–194.
12. Miller G. Reactive oxygen signaling and abiotic stress / G. Miller, V. Shulaev, R. Mittler // Physiologia Plantarum. – 2008. – Vol. 133. – P. 481–489.
13. Reactive oxygen gene network of plants / R. Mittler, S. Vanderauwera, M. Gollery [et al.] // TRENDS in Plant Science. – 2004. – Vol. 9, №10. – P. 490-498.
14. Santos C.V. Plant thioredoxins are key actors in the oxidative stress response / C.V. Santos, P. Rey // TRENDS in Plant Science. – 2006. – Vol. 11, №7. – P. 329 – 334.
15. The function of peroxiredoxins in plant organelle redox metabolism / Dietz K.J., Jacob S., Oelze M.L. [et al.] // Journal of Experimental Botany. – 2006. – Vol. 57, № 8. – P. 1697–1709.

Sl. Jadko, T.V. Vorobyova, A.A. Svash, D.A. Klymchuk
N.G. Kholodny Institute of Botany of the NAS of Ukraine, Kiev

PRO-ANTIOXIDANT STATUS LEAVES PLANTS ALISMA PLANTAGO-AQUATICA L. UNDER OSMOTIC STRESS

Under PEG-induced osmotic stress in leaves of aerial-aquatic and terrestrial *Alisma plantago-aquatica* L. plants early increasing of H₂O₂ content with following increasing of ascorbat peroxidase (AP) and catalase (Cat) activities take place. In aerial-aquatic plants which have lower initial level of antioxidant activity the content of H₂O₂ and AP and Cat activities under stress increased more than in terrestrial plants. Interconnection between early increasing of H₂O₂ content, AP and Cat activities and relative content of water have been established too.

Key words: *Alisma plantago-aquatica* L., H₂O₂, ascorbat peroxidase, catalase, osmotic stress

С.І. Жадько, Т.В. Воробйова, О.О. Сиваш, Д.О. Климчук
Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, Київ

ПРО-АНТИОКСИДАНТНИЙ СТАТУС ЛИСТКІВ РОСЛИН ALISMA PLANTAGO-AQUATICA L. ЗА ОСМОТИЧНОГО СТРЕСУ

При поліетиленкліколі (ПЕГ)-індукованому осмотичному стресі у листках повітряно-водних та суходільних рослин *Alisma plantago-aquatica* L. відбувається раннє збільшення вмісту H₂O₂ з подальшим підвищенням активності аскорбат пероксидази (АП) і каталази (Кат). У повітряно-водних рослин, які мають нижчий початковий рівень антиоксидантної активності (АО), вміст H₂O₂ і активність АП і Кат при стресі зростали при більшому діапазоні, ніж у суходільних. Також встановлено взаємозв'язок між раннім збільшенням вмісту H₂O₂, активністю АП, Кат і відносним вмістом води.

Ключові слова: *Alisma plantago-aquatica* L., H₂O₂, аскорбат пероксидаза, каталаза, осмотичний стрес

Рекомендує до друку
О.Б. Столяр

Надійшла 15.02.2011

УДК 636.4:612.41:612.017

Р.Я. ІСКРА

Інститут біології тварин НААН України
вул. Василя Стуса, 38, Львів, 79034

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КРОВІ СВИНОМАТОК І НОВОНАРОДЖЕНИХ ПОРОСЯТ ЗА ВПЛИВУ ЦИТРАТУ НАНОХРОМУ

Досліджували вплив цитрату нанохрому в дозах 20- і 100 мкг/кг комбікорму на кількість клітин крові, їх співвідношення та функціональну активність у свиноматок та новонароджених поросят. Встановлено, що за дії нанохрому в дозах 20- і 100 мкг/кг комбікорму на 5 добу після опоросу в крові свиноматок зменшується кількість еритроцитів, проте збільшується в крові поросят. За введення до раціону нанохрому в дозі 100 мкг Cr³⁺/кг в крові свиноматок знижується вміст лімфоцитів та зростає – сегментоядерних нейтрофільних гранулоцитів. На 20-добу після опоросу свиноматок за дії нанохрому в дозі 100 мкг Cr³⁺/кг збільшується загальна кількість лейкоцитів в крові, проте знижується їх функціональна активність.

Ключові слова: поросята, свиноматки, нанохром, кров