

В.В. БАРАНЕНКО

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України
вул. Терещенківська, 2, м. Київ, 01006, Україна
cellbiol@ukr.net

ПЕРОКСИДНЕ ОКИСНЕННЯ ЛІПІДІВ У ЛИСТКАХ *SIUM LATIFOLIUM* L. ЗА РІЗНИХ УМОВ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Ключові слова: *Sium latifolium* L., активні форми кисню, пероксидне окиснення ліпідів

Вступ

Під час росту та розвитку рослин у природному середовищі на них діє цілий комплекс різноманітних несприятливих факторів — посуха чи затоплення, висока чи низька температура, інтенсивне сонячне випромінювання тощо. При цьому виживання та ріст рослин у конкретній екологічній ніші визначаються одним чи кількома критичними факторами і його (їх) флуктуація не має перевищувати певний діапазон стійкості рослин. Одним із таких критичних факторів є доступність води для рослин.

На варіювання чинників навколишнього середовища рослини відповідають унікальним комплексом різноманітних реакцій (морфологічних, фізіологічних, біохімічних), спрямованих не лише на забезпечення їх росту і розвитку, а й репродукції та розповсюдження. Одними з найбільш ранніх реакцій-відповідей рослин є зростання продукування активних форм кисню (АФК) у клітинах і тканинах та активація ними пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ). ПОЛ є важливою складовою метаболізму і постійно відбувається в клітинах і тканинах рослин на певному незначному стаціонарному рівні, який виключає накопичення токсичних продуктів окиснення. За дії різноманітних, навіть протилежних за своєю природою (посуха — затоплення) несприятливих факторів, інтенсивність ПОЛ зростає. Збільшення продукування АФК та активації ПОЛ відзначені за інтенсивного освітлення [11], посухи [12, 19], затоплення [5, 10, 29], сольового стресу [15, 24], за низьких температур [18] тощо. Наслідками активації ПОЛ є зміни жирокислотного складу ліпідів [7], в'язкості (плинності) клітинних мембран та їх проникності для іонів і води [12, 14, 20], що, своєю чергою, впливає на каталітичну активність мембранозв'язаних ферментів [2, 3, 20] та позначається на інтенсивності метаболічних процесів і функціонуванні рослин у цілому. Характер відзначених змін великою мірою залежить від напруженості дії несприятливого чинника, тобто його інтенсивності та тривалості впливу, а також чутливості та стадії розвитку рослинного організму тощо.

Підсумовуючи літературні дані, зазначимо, що активація ПОЛ супроводжується певними перебудовами у функціонуванні клітин і тканин рослин. Тому інтенсивність ПОЛ є важливим показником ступеня впливу несприят-

© В.В. БАРАНЕНКО, 2009

ливих факторів, вивчення якого надає цінну інформацію про функціональний стан рослинного організму, його неспецифічні адаптаційні можливості.

Цікавими модельними об'єктами, що допомагають з'ясувати здатність рослин адаптуватися до несприятливих чинників навколишнього середовища, є рослини одного виду, але такі, що в природних умовах зазнають різних впливів, зокрема різного водозабезпечення. Такими рослинами є представники двох екотипів *Sium latifolium* L. (*Apiaceae*). Особини повітряно-водного екотипу ростуть за умов достатнього зволоження ґрунту, суходільного — за помірної дефіциту вологи.

Нашою метою було порівняльне вивчення перебігу ПОЛ та продукування АФК — ініціаторів процесу окиснення — у листках *S. latifolium*, зібраних у природних умовах з різним водним режимом.

Методика досліджень

У дослідженнях використано листки *S. latifolium* L. повітряно-водного та суходільного екотипів. Повітряно-водні рослини зібрані у прибережній смузі р. Псьол (Полтавська обл., смт Велика Багачка), суходільні — відповідно, на ділянках з помірним водним дефіцитом. Суходільні рослини мали значно менші розміри і завершували повний цикл розвитку раніше за повітряно-водні. Дослідження проводились на різних етапах розвитку рослин, а саме на стадії вегетативного росту, бутонізації, цвітіння та плодоношення протягом 2003—2007 рр.

Перебіг процесу ПОЛ вивчали за вмістом малонового діальдегіду за допомогою кольорової реакції з тіобарбітуровою кислотою [11] з використанням спектрофотометра СФ-2000 (Росія). Оскільки малоновий діальдегід є переважаючим, проте не єдиним продуктом, що взаємодіє з тіобарбітуровою кислотою, коректніше говорити про тіобарбітурової кислоти активні продукти (ТБКАП).

Продукування АФК вивчали шляхом реєстрації інтенсивності люмінол-залежної хемілюмінесценції (ЛЗХЛ), оскільки даний тип світіння зумовлений АФК [4]. Інтенсивність хемілюмінесценції визначали за допомогою хемілюмінометра ХЛМІЦ-01 з детектором світіння ФЕУ-130. У дослідженнях використовували люмінол у концентрації 10^{-2} М, тому що він практично не змінює рівень АФК під час хемілюмінесцентного аналізу [4].

Отримані відомості опрацьовували статистично за загальноприйнятими в біології методиками. У роботі наведені середні арифметичні дані з урахуванням похибок. Відмінності вважали вірогідними, якщо $p \leq 0,05$ [8].

Результати досліджень та їх обговорення

Утворення АФК у листках *S. latifolium*

Реєстрація інтенсивності ЛЗХЛ показала зростання рівня світіння від однієї стадії розвитку рослин до іншої для представників обох екотипів (рис. 1). Оскільки інтенсивність світіння прямо пропорційна концентрації реагуючих

компонентів, тобто швидкості реакції, і кількісно характеризує відносний вміст АФК [4], підвищення інтенсивності ЛЗХЛ свідчить про посилення продукування АФК у клітинах і тканинах листків під час росту і розвитку рослин. При цьому відзначено більше продукування АФК у листках суходільних рослин порівняно з повітряно-водними. Якщо у повітряно-водних рослин інтенсивність ЛЗХЛ зростала від стадії вегетативного росту до бутонізації в межах 10–13 %, то у суходільних — 16–19 %, від стадії бутонізації до цвітіння — 22–24 та 33–35 %, відповідно, протягом 2003–2007 рр. (рис. 2). На стадії плодоношення різко посилювалося утворення АФК у листках рослин обох екотипів, при цьому більшою мірою — у суходільних — на 102–106 %, тоді як у повітряно-водних — на 68–72 %. Також слід зазначити, що суходільні рослини характеризувалися вищими показниками рівня АФК на всіх етапах онтогенезу: на стадії вегетативного росту перевищення було незначним — на 7–10 %, бутонізації — на 14–17 %, цвітіння — на 25–28 %, плодоношення — вже на 52–55 %. Отже, у клітинах і тканинах рослин, зібраних на суходолі, утворюється більша кількість

АФК порівняно з тими, що росли за умов достатнього зволоження ґрунту. Така тенденція зберігалася незалежно від року збору матеріалу, хоча відзначалися коливання показників у різні роки, особливо у суходільних рослин, оскільки останні зазнавали сильнішого впливу посухи, ніж ті, що постійно перебували

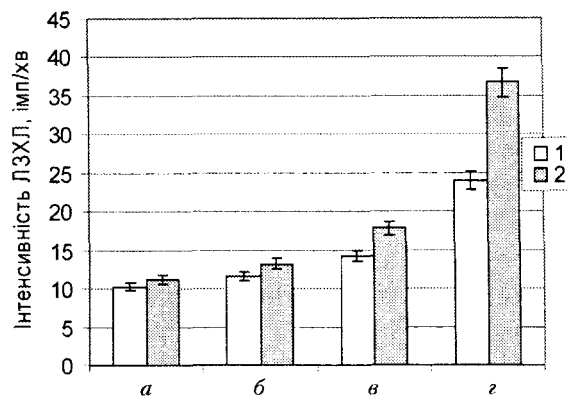


Рис. 1. Інтенсивність ЛЗХЛ у листках *Sium latifolium* L. на різних етапах росту та розвитку рослин: а — стадія вегетативного росту, б — стадія бутонізації, в — стадія цвітіння, г — стадія плодоношення (імпульсів за хвилину $\times 10^3$). Тут і на рисунках 2–4: 1 — повітряно-водні, 2 — суходільні рослини

Fig. 1. Intensity of luminol-dependent chemiluminescence in *Sium latifolium* leaves at different stages of plant ontogenesis: a — vegetation, б — budding, в — flowering, г — fertility (impulses per minute $\times 10^3$). Here and on Fig. 2–4: 1 — aerial-aquatic plants, 2 — terrestrial plants

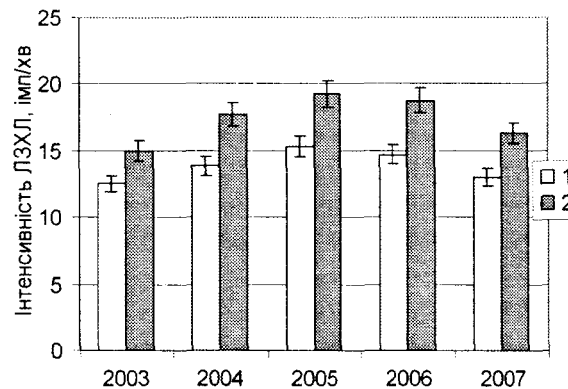


Рис. 2. Інтенсивність ЛЗХЛ у листках *Sium latifolium* L. залежно від року збору матеріалу (стадія цвітіння)

Fig. 2. Intensity of luminol-dependent chemiluminescence in *Sium latifolium* L. leaves at different years (flowering stage)

у воді (рис. 2). Так, у посушливіші роки (2005 та 2006) продукування АФК було вищим, ніж у роки з більш-менш достатнім зволоженням ґрунту.

Вміст ТБКАП у листках *S. latifolium* L.

Визначення концентрації ТБКАП у листках *S. latifolium* показало зміну їх накопичення у процесі росту та розвитку рослин (рис. 3): вміст ТБКАП зростав у рослинах обох екотипів від однієї стадії до іншої, як і в разі АФК. У повітряно-водних рослин концентрація ТБКАП від стадії вегетативного розвитку до бутонізації підвищувалася незначною мірою — на 8–12 %, у суходільних — на 15–18 %; від стадії бутонізації до цвітіння — відповідно,

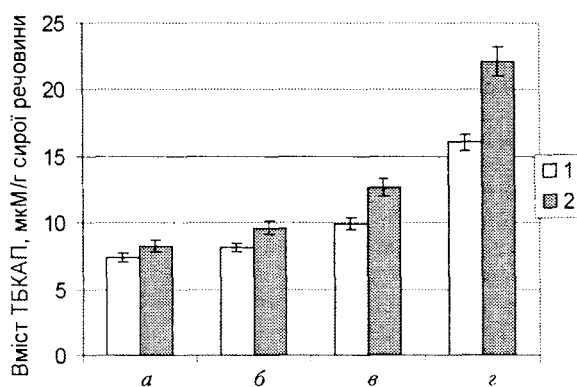


Рис. 3. Вміст ТБКАП у листках *Sium latifolium* L. на різних етапах росту та розвитку рослин: *a* — стадія вегетативного росту, *b* — стадія бутонізації, *v* — стадія цвітіння, *z* — стадія плодоношення

Fig. 3. TBAP content in *Sium latifolium* L. leaves at different stages of plant ontogenesis: *a* — vegetation, *b* — budding, *v* — flowering, *z* — fertility

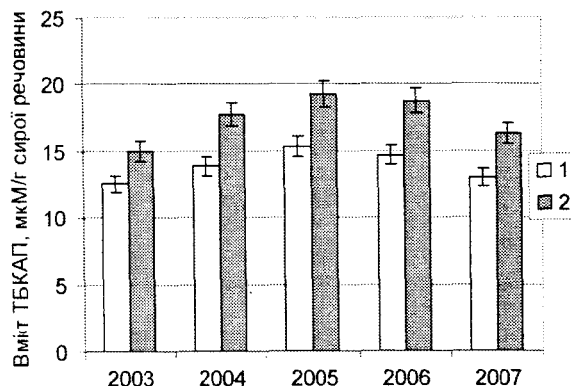


Рис. 4. Вміст ТБКАП у листках *Sium latifolium* L. залежно від року збору матеріалу (стадія цвітіння)

Fig. 4. TBAP content in *Sium latifolium* L. leaves at different years (flowering stage)

на 18–23 та 29–33 % протягом 2003–2006 рр. На стадії плодоношення мало місце різке, подібно до АФК, зростання вмісту ТБКАП у листках рослин обох екотипів, зокрема, на 74–78 % у суходільних і на 60–64 % — у повітряно-водних (див. рис. 3). Також слід зазначити, що вміст продуктів окиснення у суходільних рослин був вищим за відповідний у повітряно-водних рослин на всіх етапах онтогенезу незалежно від року збору матеріалу (рис. 3).

Порівняльний аналіз вмісту ТБКАП залежно від року збору матеріалу показав вищі його показники у більш посушливі роки, подібно рівню АФК, тоді як зволоження ґрунту (2003 р.) після дощів призводило до їх зниження (рис. 4).

Результати корелятивного аналізу між рівнем АФК та вмістом ТБКАП у листках веху широколистої доводять наявність позитивної кореляції від стадії вегетативного росту до стадії цвітіння у представників обох екотипів. При цьому коефіцієнти кореляції показни-

ків були такими: на стадії бутонізації $r = 0,96 \pm 0,03$ у суходільних рослин та $0,94 \pm 0,01$ — у повітряно-водних, на стадії цвітіння $r = 0,98 \pm 0,03$ та $0,95 \pm 0,02$, відповідно, якщо $P \leq 0,05$. Отже, зростання продукування АФК супроводжувалося відповідним підвищенням вмісту ТБКАП. Проте на стадії плодоношення відзначено певні відмінності між рослинами двох екотипів, а саме: у листках повітряно-водних рослин ці показники змінювались і надалі паралельно ($r = 0,97 \pm 0,03$ за $P \leq 0,05$), тоді як у суходільних рослин вміст ТБКАП підвищувався меншою мірою, ніж продукування АФК. Зокрема, як ми вже зауважували, вміст ТБКАП зріс на 74—78 %, тоді як продукування АФК — на 102—106 %. Ця тенденція зберігалася незалежно від року збору матеріалу.

Таким чином, результати вивчення перебігу ПОЛ у листках суходільних та повітряно-водних рослин веху широколистої показали, що в період росту та розвитку рослин посилюється вільнорадикальне окиснення, особливо у суходільних рослин. Це, очевидно, є відображенням підвищення рівня метаболічних процесів у їхніх клітинах і тканинах. Дане припущення підтверджують показники зростання продукування АФК. Оскільки АФК є звичайними метаболітами, їх значніше продукування у суходільних рослин свідчить про вищий рівень окиснювального метаболізму в їхніх клітинах. Дані літератури також підтверджують, що чим вищий рівень окиснювального метаболізму, тим інтенсивніше світіння, і навпаки — зниження інтенсивності метаболічних процесів супроводжується зменшенням світіння [7].

Суттєвіші зміни вмісту АФК і ТБКАП у листках суходільних рослин, очевидно, пояснюються тим, що вони підлягали значнішому коливанню метеорологічних факторів, зокрема температури та зволоження ґрунту, порівняно з повітряно-водними, які зростали в більш-менш постійних умовах водозабезпечення. Якщо у 2003 р. протягом збору матеріалу йшли дощі, тобто було достатнє зволоження ґрунту, то і рівень ПОЛ у листках суходільних рослин незначно перевищував відповідний показник у повітряно-водних, крім стадії плодоношення. У посушливі роки за умов помірного дефіциту вологи в клітинах суходільних рослин порівняно з повітряно-водними фіксувалося посилення генерації АФК, що спричинювало зростання інтенсивності ПОЛ. Отримані нами результати узгоджуються з даними літератури, які свідчать про активацію вільнорадикального окиснення за умов посухи [12, 19].

Різде посилення продукування АФК та інтенсивності ПОЛ на етапі плодоношення в листках рослин обох екотипів можна пояснити, очевидно, розвитком процесів старіння. Відомо, що старіння — кінцева стадія розвитку рослин — є генетично детермінованим процесом, який характеризується значним посиленням продукування АФК та інтенсифікацією ПОЛ, що призводить до окиснювальної деструкції важливих внутрішньоклітинних компонентів, зокрема молекул хлорофілу, білків, ліпідів, вуглеводів, ДНК тощо [14, 16, 23, 26, 27]. Звісно, рослини мають досить ефективну антиоксидантну систему захисту, проте під час старіння інтенсивність її роботи знижується [1,

22, 28], що, своєю чергою, сприяє подальшому розвитку вільнорадикального окиснення.

Крім окиснювальної деструкції, АФК можуть функціонувати також як сигнальні молекули під час старіння рослин і навіть певною мірою відігравати роль медіаторів старіння [13, 17]. Зокрема, відзначено, що експресія багатьох генів, котрі беруть участь у процесах старіння, індукується за умов зростання продукування АФК [21, 25]. Також і продукти ПОЛ є не лише відображенням окиснювальної деструкції ліпідів, а й можуть бути задіяні на етапі старіння [25].

Отже, можна припустити, що зміна редокс-статусу в клітинах і тканинах рослин може бути важливою в розвитку процесів старіння.

Хоча представники обох екотипів під час плодоношення були на стадії старіння, ми відзначили, що зростання продукування АФК у суходільних рослин зростало значніше, ніж накопичення ТБКАП, тоді як у повітряно-водних рослин ці показники змінювалися паралельно. Пояснюючи цей факт, ми припустили, що рослини двох екотипів перебували на різних етапах процесу старіння. Повітряно-водні рослини, очевидно, лише вступали в стадію старіння і тому достатньо інтенсивно продукували АФК та накопичували ТБКАП. Суходільні рослини, ймовірно, мали більший вік і тому кількість субстрату окиснення, тобто ненасичених жирних кислот, зменшувалася як через окиснювальну деструкцію, так і через зниження їх ресинтезу. Крім того, малоновий діальдегід, який переважає серед ТБКАП, під час старіння рослин бере участь в утворенні ліпофусцинових сполук — так званих пігментів старіння [9]. Отже, певне відставання накопичення ТБКАП від зростання продукування АФК у листках суходільних рослин веху широколистої на стадії плодоношення можна пояснити зменшенням кількості субстрату окиснення та посиленням використання малнового діальдегіду на утворення ліпофусцинових сполук. Таким чином, очевидно, суходільні рослини випереджують у своєму рості та розвитку повітряно-водні рослини. Отже, маючи вищі рівні окиснювального метаболізму, суходільні рослини, порівняно з повітряно-водними, швидше проходять усі етапи розвитку, тобто характеризуються прискореним онтогенезом. Подібні результати щодо утворення АФК та перебігу ПОЛ отримані автором для повітряно-водного та суходільного екотипів іншого виду — *Alisma plantago-aquatica* L. [6]. Очевидно, вищий рівень вільнорадикального окиснення у суходільних рослин є одним із механізмів їх адаптації до помірного дефіциту вологи у ґрунті.

Підсумовуючи результати досліджень, можна сказати, що рослини суходільного та повітряно-водного екотипів *S. latifolium* характеризуються специфічним, пристосованим до конкретних умов існування, рівнем вільнорадикального окиснення, і це забезпечує успішність усіх етапів їх онтогенезу та продукування повноцінного потомства. Припускається участь активних форм кисню та ПОЛ у прискоренні онтогенезу суходільних рослин.

1. Бараненко В.В. Стан системи захисту від окиснювальної деструкції в листках веху широколистої за різних умов водозабезпечення рослин // Вісн. Тернопільського пед. ун-ту. — 2008. — 36, № 2. — С. 128—134.
2. Веселов А.П., Курганова Л.Н., Лихачева А.В., Сушкова У.А. Возможное регуляторное влияние перекисного окисления липидов на активность H^+ -АТФазы плазмалеммы в условиях стресса // Физиол. раст. — 2002. — 49, № 3. — С. 385—389.
3. Владимиров Ю.А. Свободнорадикальное окисление липидов и физические свойства липидного слоя биологических мембран // Биофизика. — 1987. — XXXII, вып. 5. — С. 830—844.
4. Владимиров Ю.А., Шерстнев М.П. Хемилюминесценция клеток животных // Итоги науки и техники. Сер. Биофизика. — 1989. — 24. — 172 с.
5. Калашников Ю.Е., Балахнина Т.И., Бенничелли Р.П. и др. Активность антиокислительной системы и интенсивность перекисного окисления липидов в растениях пшеницы в связи с сортовой устойчивостью к переувлажнению почвы // Физиол. раст. — 1999. — 46, № 2. — С. 268—275.
6. Кордюм Е.Л., Сытник К.М., Бараненко В.В. и др. Клеточные механизмы адаптации растений к неблагоприятным воздействиям экологических факторов в естественных условиях. — Киев: Наук. думка, 2004. — С. 111—137.
7. Кришнамурти К.В., Аверьянов А.А., Потапов Н.Г. Возрастные изменения сверхслабого свечения зон корня люпина в изолированной культуре // Физиол. раст. — 1973. — 20, № 4. — С. 688—692.
8. Маслов Ю.И. Установление степени достоверности (значимости) различий между сериями измерений. Методы биохимического анализа растений. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1978. — С. 415—424.
9. Мерзляк М.Н., Погосян С.И., Румянцева В.Б. и др. Хроматографические и спектральные характеристики липорастворимых флуоресцирующих соединений, накапливающихся при повреждении и старении тканей растений // Биохимия. — 1982. — 47, вып. 3. — С. 425—433.
10. Чиркова Т.В., Новицкая Л.О., Блохина О.Б. Перекисное окисление липидов и активность антиоксидантных систем при аноксии у растений с разной устойчивостью к недостатку кислорода // Физиол. растений. — 1998. — 45, № 1. — С. 65—73.
11. Bhandari R., Sharma P.K. High-light-induced changes on photosynthesis, higmets, sugars, lipids and antioxidant enzymes in freshwater (*Nostoc spongiaeforme*) and marine (*Phormidium corium*) cyanobacteria // Photochem. Photobiol. — 2006. — 82, N 3. — P. 702—710.
12. Chai T.-T., Fadzillah N.M., Kusnan M., Mahmood M. Water stress-induced oxidative damage and antioxidant responses in micropropagated banana plantlets // Biol. Plantarum. — 2005. — 49, N 1. — P. 153—156.
13. Colavitti R., Finkel T. Reactive oxygen species as mediators of cellular senescence // IUBMB Life. — 2005. — 57, N 4. — P. 277—281.
14. Dhindsa R.S., Plumb-Dhindsa P., Thorpe T.A. Leaf senescence correlated with increased levels of membrane permeability and lipid peroxidation, and decreased levels of superoxide dismutase and catalase // J. Exp. Bot. — 1981. — 32. — P. 93—101.
15. Elkahoui S., Hernandez J.A., Abdelly C. et al. Effects of salt on lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities of *Catharanthus roseus* suspension cells // Plant Science. — 2005. — 168, N 3. — P. 607—613.
16. Evans P.J., Gallesi D., Mathieu C. et al. Oxidative stress occurs during soybean nodule senescence // Planta. — 1999. — 208. — P. 73—79.
17. Gechev T.S., Van Breusegem F., Stone J.M. et al. Reactive oxygen species as signals that modulate plant stress responses and programmed cell death // BioEssays. — 2006. — 28, N 11. — P. 1091—1101.
18. Huang M., Guo Z. Responses of antioxidative system to chilling stress in two rice cultivars differing in sensitivity // Biol. Plantarum. — 2005. — 49, N 1. — P.81—84.

19. Jiang Y., Huang B. Drought and heat stress injury to two cool-season turfgrasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation // *Crop Science*. — 2001. — **41**. — P. 436—442.
20. Kerkeb L., Donaire J.P., Venema K., Rodriguez-Rosales M.P. Tolerance to NaCl induces changes in plasma membrane lipid composition, fluidity and H⁺-ATPase activity in tomato calli // *Physiol. Plantarum*. — 2001. — **113**, N 2. — P. 217—224.
21. Navabpour S., Morris K., Allen R. et al. Expression of senescence-enhanced genes in response to oxidative stress // *J. Exp. Bot.* — 2003. — **54**, N 391. — P. 2285—2292.
22. Ohe M., Rapolu M., Mieda T. et al. Decline in leaf photooxidative-stress tolerance with age in tobacco // *Plant Sci.* — 2005. — **168**, N 5. — P. 1487—1493.
23. Prochzkova D., Sairam R.K., Srivastava G.C., Sing D.V. Oxidative stress and antioxidant activity as the basis of senescence in maize leaves // *Plant Sci.* — 2001. — **161**, N 4. — P. 765—771.
24. Sekmen A.H., Türkan I., Takio S. Differential responses of antioxidative enzymes and lipid peroxidation to salt stress in salt-tolerant *Plantago maritima* and salt-sensitive *Plantago media* // *Physiol. Plant.* — 2007. — **131**, N 3. — P. 399—411.
25. Sperotto R.A., Boff T., Duarte G.L., Fett J.P. Increased senescence-associated gene expression and lipid peroxidation induced by iron deficiency in rice roots // *Plant Cell Reports*. — 2008. — **27**, N 1. — P. 183195.
26. Spiteller G. The relationship between changes in the cell wall, lipid peroxidation, proliferation, senescence and cell death // *Physiol. Plant.* — 2003. — **119**, N 1. — P. 5—8.
27. Vanacker H., Sandalio L.M., Jimenez A. et al. Roles for redox regulation in leaf senescence of pea plants grown on different sources of nitrogen nutrition // *J. Exp. Bot.* — 2006. — **57**, N 8. — P. 1735—1745.
28. Xu Q., Huang B. Antioxidant metabolism associated with summer leaf senescence and turf quality decline for creeping bentgrass // *Crop Sci.* — 2004. — **44**, N 2. — P. 553—560.
29. Yordanova R.Y., Popova L.P. Flooding-induced changes in photosynthesis and oxidative status in maize plants // *Acta Physiol. Plant.* — 2007. — **29**, N 6. — P. 35—41.

Рекомендує до друку
І.В. Косаківська

Надійшла 09.04.2009

В.В. Бараненко

Інститут ботаники ім. Н.Г. Холодного НАН України, г. Київ

ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ В ЛИСТЬЯХ *SIUM LATIFOLIUM* L. В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ВОДОБЕСПЕЧЕНИЯ

Изучены продуцирование активных форм кислорода (АФК) и интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ) в листьях растений двух экотипов (суходольного и воздушно-водного) вежа широколистого (*Sium latifolium* L.), произрастающих в природных условиях при разном водообеспечении. Исследования проводились в 2003—2007 гг. на стадиях вегетативного роста, бутонизации, цветения и плодоношения растений. Отмечены более высокие уровни АФК и ПОЛ у суходольных растений по сравнению с воздушно-водными на всех этапах онтогенеза независимо от года сбора материала. На стадии плодоношения наблюдалось резкое увеличение продукции АФК и содержания тиобарбитуровой кислоты активных продуктов (ТБКАП) у представителей обоих экотипов, особенно у суходольных. При этом показатели уровней АФК и ТБКАП увеличивались параллельно в листьях воздушно-водных растений, тогда как у суходольных накопление ТБКАП несколько отставало от продуцирования АФК. Предположено, что растения двух экотипов на стадии плодоношения находились на разных этапах процесса старения, а именно, суходольные опережали в росте и развитии, в том числе старении, воздушно-водные растения.

К л ю ч е в ы е с л о в а: *Sium latifolium* L., активные формы кислорода, перекисное окисление липидов.

V.V. Baranenko

M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev

LIPID PEROXIDATION INTENSITY IN LEAVES OF *SIUM LATIFOLIUM* L.
GROWN UNDER DIFFERENT WATER SUPPLY

Activated oxygen form (AOF) production and lipid peroxidation (LP) intensity were studied in leaves of two ecotypes (terrestrial and aerial-aquatic) of *Sium latifolium* L. grown under different water conditions. Investigation were carried out at different stages of plant ontogenesis, namely at vegetation, budding, flowering, and fruiting during 2003–2007. Higher levels of AOF and LP were observed in terrestrial plants as compared to aerial-aquatic ones. Enhancement of AOF production and MDA (malondialdehyde) content under fruiting in leaves of both ecotypes of plants, particularly in terrestrial plants, was observed. The increase of MDA content was parallel with the increase of AOF production in aerial-aquatic plants, but in the terrestrial plants the enhancement of MDA content was lower than increase of AOF production. We hypothesized that the plant of the two ecotypes of *Sium latifolium* were at different stages of senescence under fertility, namely, the aerial-aquatic plants enter into senescence whereas the intensity proceeding of senescence was observed in terrestrial plants. In conclusion, the aerial-aquatic and terrestrial plants have different levels of free-radical oxidation, which are adapted to environment condition.

Key words: *Sium latifolium* L., activated oxygen forms, lipid peroxidation.