



<http://dx.doi.org/10.15407/ukrbotj72.03.261>

Н.П. ВЕДЕНИЧОВА, В.А. ВАСЮК, І.В. КОСАКІВСЬКА

Інститут ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України

вул. Терещенківська, 2, м. Київ, 01601, Україна

vedenicheva@ukr.net

СЕЗОННА ДИНАМІКА ЕНДОГЕННИХ ЦИТОКІНІНІВ І ГІБЕРЕЛІНІВ У ЧОРНОМОРСЬКОЇ МАКРОВОДОРСТІ *CYSTOSEIRA BARBATA* (PHAEOPHYCEAE)

Веденичова Н.П., Васюк В.А., Косаківська І.В. Сезонна динаміка ендogenous цитокінінів і гіберелінів у чорноморській макроводорості Cystoseira barbata (Phaeophyceae). — Укр. ботан. журн. — 2015. — 72(3): 261–266.

Уперше досліджено сезонну динаміку ендogenous цитокінінів і гібереліноподібних речовин у таломі бурі морської макроводорості *Cystoseira barbata* (Good. et Wood.) J. Ag. Зміни у вмісті гормонів під час вегетації опосередковано свідчать про можливу роль гіберелінів як регуляторів ростових процесів у макроводорості, та не дають підстав вважати такими цитокініни. Існує вірогідність участі цих двох гормонів у регуляції репродуктивних процесів у *C. barbata*. Високі концентрації цитокінінів і гіберелінів у зимовий період дозволяють рекомендувати зимові штормові викиди водорості як джерело для отримання ефективних біологічних регуляторів росту.

Ключові слова: *Cystoseira barbata*, цитокініни, гібереліни, онтогенез

Вступ

Морські макроводорості — одні з найважливіших компонентів прибережних екосистем. Вони слугують місцем існування та джерелом харчування для багатьох бентосних безхребетних і риб (Moiseev, 1989). Незважаючи на доволі примітивну структуру, їм притаманні величезна різноманітність форм і широкий діапазон умов існування. В життєвому циклі морських макроводоростей, як і у вищих рослин, є етапи, котрі вирізняються організацією талому, будовою клітин, функціонуванням фотосинтетичного апарату, що вказує на їхній зв'язок із певними змінами, які відбуваються в метаболічних процесах (Khailov et al., 1992). Проте відомостей щодо регуляторних механізмів, задіяних у керуванні ростом і розвитком макроводоростей, небагато (Tarakhovskaia et al., 2007; Kiseleva et al., 2012). Загальновідомо, що ріст і розвиток вищих рослин регулюються за допомогою збалансованих співвідношень фітогормонів. Фенотип рослин, зокрема їхні розміри та морфогенез, визначаються цитокінінами і гіберелінами. Перші контролюють поділ клітин, транспорт метаболітів, стимулюють утворення й активність

меристем пагонів, інгібують ріст і галушення кореня, гальмують процеси старіння (Romanov, 2009), другі регулюють ріст клітин розтягуванням, спокої і проростання насіння, детермінують стать, індукують цвітіння (Davière, Achard, 2013). Водорості характеризуються високим вмістом цитокінінів і гіберелінів (Musatenko, 2001). Тим часом фізіологічна роль цих сполук як сигнальних молекул, задіяних у регуляції онтогенезу, в даній групі організмів досі не досліджена.

Останніми роками морські макроводорості через перспективу використання їх як біо- та енергоресурси привертають особливу увагу дослідників (Sharma et al., 2014). Велика біомаса водоростей прибережної зони містить разом із поживними елементами біологічно активні речовини. На основі окремих водоростей створені промислові екстракти та біостимулятори, які поліпшують стійкість до несприятливих факторів і врожайність сільськогосподарських культур (Craigie, 2010; Tuny et al., 2013). Встановлено, що обприскування рослин томату концентратом із бурі водорості *Ecklonia maxima* (Osbeck) Papenfuss. збільшувало врожайність на 30 % (Crouch, Van Staden, 1992). Створений на основі цього екстракту комерційний препарат Kelrak

© Н.П. ВЕДЕНИЧОВА, В.А. ВАСЮК, І.В. КОСАКІВСЬКА, 2015

значно посилював стійкість рослин до змін у водопостачанні та кислотності ґрунту (Arthur et al., 2013). Біотестування таких препаратів виявило в них значну цитокінінову активність (Stirk, Van Staden, 1996; Stirk et al., 2004). Екстракти з бурих (*Sargassum wightii* Greville ex J. Agardh) та зелених (*Ulva lactuca* L.) водоростей, котрі підвищували врожайність і поліпшували фізіологічні показники бобових культур, також характеризувалися високим вмістом цитокінінів і гіберелінів (Sivasangari Ramya et al., 2010).

Найбільшою бурою водорістю Чорного моря, яка розповсюджена у великій промисловій кількості вздовж узбережжя в Україні, є цистозіра (*Cystoseira barbata* (Good. et Wood.) J. Ag. (Kalugina-Gutnik, 1975). Довжина її дорослих особин сягає 170 см і більше, хоча в ценопопуляціях переважають рослини завдовжки 60—70 см. Середній вік таких водоростей становить 8—10 років, а максимальний — 21 рік. Найвища продуктивність *C. barbata* спостерігається навесні та пізньої осені, найменша — влітку. Біомаса *C. barbata* навесні сягала 3,7 кг/м², улітку — 1,0 кг/м², восени — 3,5 кг/м², узимку — 2,0 кг/м² (Kalugina-Gutnik, 1992).

Завдання нашого дослідження — вивчення сезонної динаміки ендогенних цитокінінів і гібереліноподібних речовин (ГПР) у таломі *C. barbata* впродовж вегетації з метою визначення можливості використання біомаси макроводорості для створення фізіологічно активних препаратів — регуляторів росту рослин.

Об'єкти та методи дослідження

Рослини *C. barbata* (*Phaeophyceae*) збирали в бухті Батилиман (АР Крим) у різні сезони (жовтень, січень, квітень і липень). Матеріал гомогенізували та екстрагували фітогормони у 80 %-му етиловому спирті. Водний залишок після випарювання спирту фракціонували з бутанолом при рН 8,0 для виділення цитокінінів, а також з етилацетатом і бутанолом при рН 2,8 для виділення вільних і зв'язаних форм ГПР.

Для визначення цитокінінів екстракт додатково очищували за допомогою іонообмінної хроматографії на колонці зі смолою Dowex 50Wx8 (H⁺-форма, елюція аміаком) і тонкошарової хроматографії на пластинах Silufol UV-254 (Kavalier, Чехія) у системі розчинників ізопропанол : аміак : вода (10:1:1). Як маркери використовували

стандартні розчини зеатину, зеатинрибозиду, ізопентеніладеніну, ізопентеніладенозину та зеатин-О-глюкозиду (Sigma, США). Якісний і кількісний аналізи проводили методом високоефективної рідинної хроматографії на рідинному хроматографі Agilent 1200 LC з діодноматричним детектором G 1315 B (США); колонка Eclipse XDB-C 18 2,1x150 мм, розмір частинок 5 мкм. Елюцію здійснювали в системі розчинників метанол : вода (37:63). Аналіз і обробку хроматограм виконували з використанням програмного забезпечення Chem Station, версія В.03.01 у режимі on line.

З метою визначення ГПР проводили тонкошарову хроматографію у системі розчинників (ізопропанол : аміак : вода, 10:1:1). Як маркер використовували стандартний розчин гіберелової кислоти. Активність ГПР встановлювали методом біотесту, який базується на стимуляції гіберелінами росту гіпокотилів салату (Agnistikova, 1966). Вміст ГПР визначали за допомогою калібрувальної кривої, побудованої за різними кількостями ГК₃, і виражали в еквівалентах до ГК₃.

Досліди проводили у дворазовому біологічному та триразовому аналітичному повторах. Результати обробили статистично ($P \leq 0.05$) з використанням програми Microsoft Excel 2003.

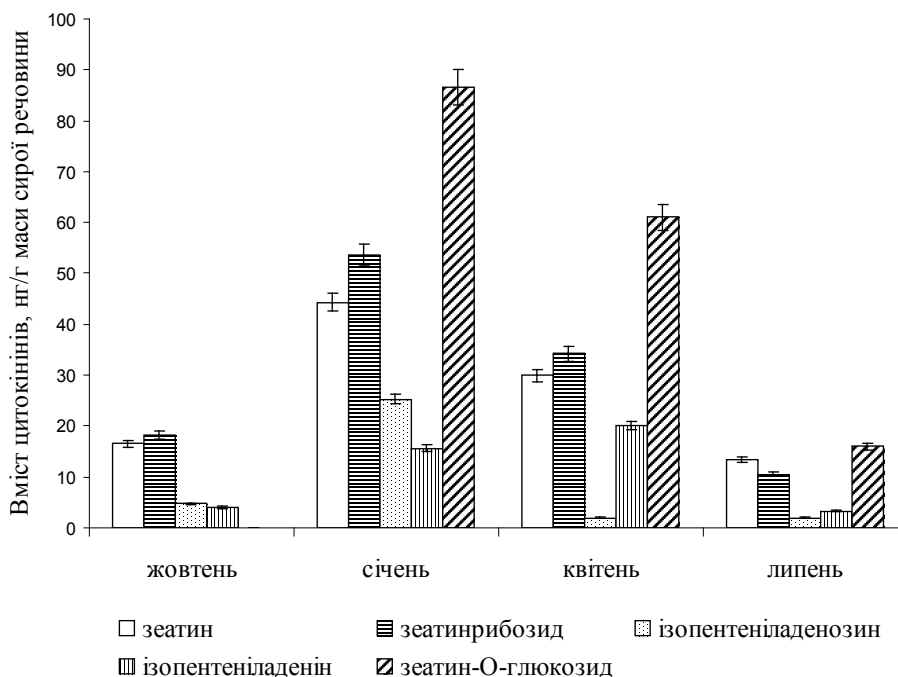
Результати досліджень та їх обговорення

Чорноморська бура водорість *C. barbata* має шорсткий розгалужений талом від темно-коричневого до світло-оливкового кольору заввишки 20—170 см зі стовбуром до 15 см, який підшовою прикріплюється до твердого субстрату (Kalugina-Gutnik, 1975; Tkachenko, Maslov, 2014). У вертикальному положенні талом підтримують повітряні пухирці, розташовані на бічних гілках. Рослина багаторічна, її репродуктивні органи утворюються на бічних пагонах. Останні, в міру дозрівання продуктів репродукції, відламуються. Ріст цистозіри триває впродовж року й характеризується двома максимумами — у весняний та осінній періоди, а взимку ріст талому уповільнюється (Kalugina-Gutnik, 1992).

У результаті проведених досліджень у таломі *C. barbata* виявлені активні форми цитокінінів — зеатин, зеатинрибозид, ізопентеніладенін й ізопентеніладенозин, а також неактивний кон'югат — зеатин-О-глюкозид (рисунок).

Сезонна динаміка вмісту цитокінінів у таломі *Cystoseira barbata*

Seasonal dynamics of the content of cytokinins in thallus of *Cystoseira barbata*



Восени (жовтень) переважали вільні форми цитокінінів, рівень їх був відносно невисоким (рисунок). Найбільший вміст цитокінінів із домінуванням зеатин-О-глюкозиду виявлено в зимових (січень) таломі макроводорості. Саме в цей період у *C. barbata* відбувається закладання та розвиток генеративних органів (Kalugina-Gutnik, 1992). Подібне збільшення цитокінінової активності спостерігали й інші дослідники в бурій водорості *Sargassum heterophyllum* C. Agardh під час утворення репродуктивних органів і гамет (Mooney, Van Staden, 1984). Подальші спостереження показали, що навесні (квітень) вміст зеатинових форм у *C. barbata*, порівняно із зимовим періодом, дещо знижувався. Найменша кількість цитокінінів у таломі *C. barbata* була влітку (липень). Слід зазначити, що на всіх проаналізованих етапах розвитку превалювали зеатинові цитокініни. Загалом сумарний вміст цитокінінів у таломі цистозіри взимку був у п'ять разів вищий, ніж влітку.

Раніше повідомлялося, що в 31 виді морських макроводоростей (5 видів *Chlorophyta*, 7 видів *Phaeophyta* та 19 видів *Rhodophyta*) були ідентифіковані 19 форм ізопреноїдних й ароматичних цитокінінів (Stirk et al., 2003).

Широкий спектр цитокінінів наявний у 11 бразильських видів червоних водоростей (Yokoza et al., 2010). В окремих роботах відзначалася сезонна динаміка цитокінінів у таломі. Зокрема, у видів *E. maxima* (Featonby-Smith, Van Staden, 1984), *S. heterophyllum* (Mooney, Van Staden, 1984) і *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Ag. (De Nys et al., 1990) було виявлено зростання вмісту вільних форм у період активного росту та накопичення глюкозидів під час слабкого росту. Також встановлено, що збільшення вмісту цитокінінів у океанічних водоростях *Ulva fasciata* Delile та *Dictyota humifusa* Hörnig, Schnetter & Corpejans відбувається влітку в період їх активного росту (Stirk et al., 2009). Взаємозалежності між ростовими процесами та накопиченням цитокінінів у таломі *C. barbata* в наших дослідженнях не виявлено. Оскільки шляхи трансдукції цитокінінового сигналу у водоростей досі не ідентифіковані (Gu et al., 2010), можна припустити, що в альгофітів функції цих гормонів відрізняються від таких у вищих рослин і не пов'язані з регуляцією росту. З іншого боку, не виключено, що цитокініни відіграють певну роль у формуванні репродуктивної системи *C. barbata*, оскільки акумулюються взимку під час утворення органів розмноження. Окрім цього,

Гібереліноподібні речовини в таломі *Cystoseira barbata* (мг/г маси сирої речовини в еквівалентах до ГК₂)

Час збирання рослинного матеріалу	Фракції ГПР	
	Етилацетатна (вільні ГПР)	Бутанольна (зв'язані ГПР)
Жовтень	168 ± 16	52 ± 4
Січень	123 ± 8*	94 ± 8 [▲]
Квітень	352 ± 27**	205 ± 17 ^{▲▲}
Липень	45 ± 3**	124 ± 9 [▲]

Примітка: * $P \leq 0,05$ порівняно із вмістом вільних ГПР у таломі у жовтні;

** $P \leq 0,001$ порівняно із вмістом вільних ГПР у таломі у жовтні;

[▲] $P \leq 0,05$ порівняно із вмістом зв'язаних ГПР у таломі у жовтні;

^{▲▲} $P \leq 0,001$ порівняно із вмістом зв'язаних ГПР у таломі у жовтні.

факт накопичення цитокінінів у таломі цистозіри взимку можна пояснити зниженням активності гідролітичних ферментів у холодній воді.

Дані про вміст ГПР у таломі *C. barbata* в різні періоди представлені в таблиці. З'ясовано, що в період активного росту талому восени в ньому визначався відносно високий рівень вільних форм ГПР, що збігалось із превалюванням активних форм цитокінінів у таломі водорості в жовтні. Взимку, коли починають закладатися генеративні органи, кількість вільних форм ГПР трохи зменшувалася. Влітку збільшувалася частка зв'язаних форм ГПР. Найістотніший вміст вільних і зв'язаних форм визначено у квітні.

Гібереліноподібні сполуки виявлені в екстрактах планктонних одноклітинних зелених водоростей роду *Tetraselmis* F. Stein і прісноводної зеленої водорості *Chlorella pyrenoidosa* Chick, у бурих макроводоростей *Fucus spiralis* L. і *Ecklonia radiata* J. Agardh, у зеленої макроводорості *Enteromorpha prolifera* (O.F. Müller) J. Agard. Загалом, застосовуючи метод біотестування, гіберелінову активність виявили в екстрактах 21 виду бурих і червоних водоростей (Musatenko, 2001; Sciuto et al., 1981). Кількість гормонів залежала від виду та стадії розвитку, а також частини водорості. Так, вміст гібереліноподібних сполук коливався від 0,2 мкг/кг у черешках до 1,6 мкг/кг у листових пластинках і перехідних зонах талому сапрофіту *E. radiata*; у *F. spiralis* і *Tetraselmis* вміст гіберелінів коливався від 0,1 до 10 мг/кг у черешках і від 1 до 60 мкг/кг сухої речовини в листових пластинках (Mowat, 1965), а в тканинах *E. prolifera* вміст

гіберелінів сягав 100 мкг/кг (Jennings, 1968). Участь гіберелінів у регуляції ростових процесів у вищих рослин досліджена досить детально, водночас відомості стосовно функцій цих гормонів у водоростей практично відсутні. Зокрема, кореляційну залежність між швидкістю росту та вмістом гіберелінів у мікроводоростей не виявили (Stirk et al., 2013). Тим часом екзогенні гібереліни підсилювали ріст і видовження талому бурих і червоних макрофітів (Tarakhovskaia et al., 2007). У вищих рослин гібереліни беруть участь у регуляції репродуктивних процесів (Mutasa-Göttgens, Hedden, 2009). Отримані нами результати демонструють відповідність онтогенетичних відмінностей у гібереліновому статусі *C. barbata* періодичності росту, а збільшення вмісту гормонів у період формування та розвитку генеративних органів опосередковано свідчить про можливу участь гіберелінів у регуляції цього процесу.

Висновки

Аналіз сезонної динаміки фітогормонів у таломі цистозіри вказує на вірогідність функціонування гіберелінів як регуляторів росту цієї макроводорості. Отримані для цитокінінів результати не дають підстави вважати ці гормони задіяними в регуляції ростових процесів у *C. barbata*. Проте існує вірогідність участі цих двох гормонів у репродуктивних процесах макроводорості. Наявність високого вмісту цитокінінів і гіберелінів у таломі взимку свідчить про те, що саме зимові штормові викиди цієї водорості можуть слугувати джерелом для отримання ефективних біологічних регуляторів росту. Оскільки фітогормональна активність залишається на високому рівні в екстрактах водоростей під час тривалого зберігання їх за підвищеної температури (Stirk et al., 2004), зимові викиди можна збирати та використовувати впродовж кількох місяців. Отже, *C. barbata* завдяки високій біологічній продуктивності та доступності, значному вмісту гормонів-стимуляторів є дешевою й екологічно чистою сировиною, яку успішно можна використовувати в аграрному виробництві.

Автори висловлюють подяку чл.-кор. НАН України Л.І. Мусатенко та канд. біол. наук Л.В. Войтенко за наданий для роботи рослинний матеріал.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Agnistikova V.N.*, 1966. — Metody opredeleniia regulatorov rosta rastenii i gerbiticidov. — M.: Nauka. — P. 93—99 [*Агнистикова В.Н.* Определение гибберелловой кислоты по ростовой реакции проростков // Методы определения регуляторов роста растений и гербицидов / Под ред. В.И. Кефели. — М.: Наука, 1966. — С. 93—99].
- Arthur G.D., Aremu A.O., Moyo M., Stirk W.A., Van Staden J.* Growth-promoting effects of a seaweed concentrate at various pH and water hardness conditions // *S. Afr. J. Sci.* — 2013. — **109**(11/12). — № 1—6.
- Craigie J.* Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture // *J. Appl. Phycol.* — 2011. — **23**(3). — P. 371—393.
- Crouch I.J., Van Staden J.* Effect of seaweed concentrate on the establishment and yield of greenhouse tomato plants // *J. Appl. Phycol.* — 1992. — **4**(4). — 291—296.
- Davière J.-M., Achard P.* Gibberellin signaling in plants // *Development.* — 2013. — **140** (6). — P. 1147—1151.
- De Nys R., Jameson P.E., Chin N., Brown M.T., Sander-son K.J.* The cytokinins as endogenous growth regulators in *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Ag. (*Phaeophyceae*) // *Bot. Mar.* — 1990. — **33**(60). — P. 467—475.
- Featonby-Smith B.C., Van Staden J.* Identification and seasonal variation of endogenous cytokinins in *Eckonia maxima* (Osbeck) Papenf // *Bot. Mar.* — 1984. — **27** (11). — 527—531.
- Gu R., Fu J., Guo S., Duan F., Wang Z., Mi G., Yuan L.* Comparative expression and phylogenetic analysis of maize cytokinin dehydrogenase/oxidase (CKX) gene family // *J. Plant Growth Reg.* — 2010. — **29**(40). — P. 428—440.
- Jennings R.C.* Gibberellins as endogenous growth regulators in green and brown algae // *Planta.* — 1968. — **80**(1). — P. 34—42.
- Kalugina-Gutnik A.A.*, 1975. — Kiev: Nauk. dumka. — 248 p. [*Калугина-Гутник А.А.* Фитобентос Чёрного моря. — Киев: Наук. думка, 1975. — 248 с.].
- Kalugina-Gutnik A.A.*, 1992. — *Algologia.* — **2**(1). — P. 32—39. [*Калугина-Гутник А.А.* Сезонная динамика роста *Cystoseira barbata* (Good et Wood.) Ag. (*Phaeophyta*) в Черном море // Альгология. — 1992. — **2**(1). — С. 32—39].
- Khailov K.M., Prazukin A.V., Kovardakov S.A., Rytalov V.E.*, 1992. — Kiev: Nauk. dumka. — 280 p. [*Хайлов К.М., Празукин А.В., Ковардаков С.А., Рыталов В.Е.* Функциональная морфология морских многоклеточных водорослей. — Киев: Наук. думка, 1992. — 280 с.].
- Kiseleva A.A., Tarakhovskaia E.R., Shishova M.F.*, 2012. — *Fiziol. rast.* — **59**(5). — P. 643—659 [*Киселева А.А., Тараховская Е.Р., Шишова М.Ф.* Биосинтез фитогормонов у водорослей // Физиол. раст. — 2012. — **59**(5). — С. 643—659].
- Moiseev P.A.*, 1989. — M.: Agropromizdat. — 369 p. [*Моисеев П.А.* Биологические ресурсы Мирового океана. — М.: Агропромиздат, 1989. — 369 с.].
- Mooney P.A., Van Staden J.* Seasonal changes in the levels of endogenous cytokinins in *Sargassum heterophyllum* (*Phaeophyceae*) // *Bot. Mar.* — 1984. — **27**(9). — P. 437—442.
- Mowat J.A.* A survey of result on the occurrence of auxins and gibberellins in algae // *Bot. Mar.* — 1965. — **8** (1). — P. 149—155.
- Musatenko L.I.*, 2001. — *Algologia.* — **11**(1). — P. 37—51 [*Мусатенко Л.И.* Гормоны водорослей // Альгология. — 2001. — **11**(1). — С. 37—51].
- Mutasa-Göttgens E., Hedden P.* Gibberellin as a factor in floral regulatory networks // *J. Exp. Bot.* — 2009. — **60**(7). — P. 1979—1989.
- Romanov G.A.*, 2009. — *Fiziol. rast.* — **56**(3). — P. 295—319. [*Романов Г.А.* Как цитокинины действуют на клетку // Физиол. раст. — 2009. — **56**(3). — С. 295—319].
- Sciuto S., Chillemi R., Piattelli M., Puglisi G.* Gibberellin and cytokinin-like activities in marine algae from Central Mediterranean // *Boll. Soc. Ital. Biol. Sper.* — 1981. — **57**(15). — P. 1590—1595.
- Sharma H.S.S., Fleming C., Selby C., Rao J.R., Martin T.* Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses // *J. Appl. Phycol.* — 2014. — **26**(1). — P. 465—490.
- Sivasangari Ramya S., Nagaraj S., Vijayanand N.* Biofertilizing efficiency of brown and green algae on growth, biochemical and yield parameters of *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub. // *Recent Research in Science and Technology.* — 2010. — **2**(1). — P. 45—52.
- Stirk W.A., Van Staden J.* Comparison of cytokinin- and auxin-like activity in some commercially used seaweed extracts // *J. Appl. Phycol.* — 1996. — **8**(6). — P. 503—508.
- Stirk W.A., Novák O., Strnad M., Van Staden J.* Cytokinins in macroalgae // *Plant Growth Regulation.* — 2003. — **41**(1). — P. 13—24.
- Stirk W.A., Arthur G.D., Lourens A.F., Novák O., Strnad M., Van Staden J.* Changes in cytokinin and auxin concentrations in seaweed concentrates when stored at an elevated temperature // *J. Appl. Phycol.* — 2004. — **16**(1). — P. 31—39.
- Stirk W.A., Novák O., Hradecká V., Pencik A., Rolcik J., Strnad M., Van Staden J.* Endogenous cytokinins, auxins and abscisic acid in *Ulva fasciata* (Chlorophyta) and *Dictyota humifusa* (Phaeophyta): towards understanding their biosynthesis and homeostasis // *Europ. J. Phycol.* — 2009. — **44**(2). — P. 231—240.
- Tarakhovskaia E.R., Maslov Yu.I., Shishova M.F.*, 2007. — *Fiziol. rast.* — **54**(2). — P. 186—194 [*Тараховская Е.Р., Маслов Ю.И., Шишова М.Ф.* Фитогормоны водорослей // Физиол. раст. — 2007. — **54**(2). — С. 186—194].
- Tkachenko F.P., Maslov I.I.*, 2014. — *Algologia.* — **24**(3). — P. 306—309 [*Ткаченко Ф.П., Маслов И.И.* Эколого-биологические особенности лиманной и морской популяций *Cystoseira barbata* и морской *C. crinita* (*Phaeophyta*) // Альгология. — 2014. — **24**(3). — С. 306—309].
- Tuny L., Chowańska J., Chojanska K.* Seaweed extracts as biostimulants of plant growth: review // *Chemik.* — 2013. — **67**(7). — P. 636—641.
- Yokoya N. S., Stirk W. A., Van Staden J., Novák O., Turečková V., Pěncík A., Strnad M.* Endogenous cytokinins, auxins and abscisic acid in red algae from Brazil // *J. Phycol.* — 2010. — **46**(6). — P. 1198—1205.

Рекомендує до друку Надійшла 16.03.2015 р.
О.К. Золотарьова

Веденичева Н.П., Васюк В.А., Косаковская И.В.

Сезонная динамика эндогенных цитокининов и гиббереллинов у черноморской макроводоросли *Cystoseira barbata* (Phaeophyceae). — 2015. — 72(3): 261—266.

Институт ботаники имени Н.Г. Холодного НАН Украины, г. Киев

Впервые изучена сезонная динамика эндогенных цитокининов и гиббереллиноподобных веществ в таломых бурой морской макроводоросли *Cystoseira barbata* (Good. et Wood.) J. Ag. Изменения в содержании гормонов во время вегетации опосредованно свидетельствуют о возможной роли гиббереллинов как регуляторов ростовых процессов у макроводоросли, и не дают оснований считать таковыми цитокинины. Существует вероятность участия этих двух гормонов в регуляции репродуктивных процессов у *C. barbata*. Высокие концентрации цитокининов и гиббереллинов, выявленные в зимний период, позволяют рекомендовать зимние штормовые выбросы водоросли в качестве источника для получения эффективных биологических регуляторов роста.

Ключевые слова: *Cystoseira barbata*, цитокинины, гиббереллины, онтогенез.

Vedenicheva N.P., Vasjuk V.A., Kosakivska I.V.

Seasonal dynamics of endogenous cytokinins and gibberellins in the Black sea seaweed *Cystoseira barbata* (Phaeophyceae). — 2015. — 72(3): 261—266.

M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Science of Ukraine, Kyiv

The seasonal dynamics of endogenous cytokinins and gibberellins in thallus of brown macroalgae *Cystoseira barbata* (Good. et Wood.) J. Ag. were studied for the first time. The changes in hormones contents during vegetation indirectly indicate possible role of gibberellins as a seaweed growth processes regulator and do not allow to consider the same role for cytokinins. Both hormones apparently participate in regulation of reproduction processes in *C. barbata*. The winter storm-cast seaweeds may be recommended for utilization as the sources of effective biologically active growth regulators due to high cytokinin and gibberellin concentrations in plants tissues in winter period.

Key words: *Cystoseira barbata*, cytokinins, gibberellins, ontogenesis.

НОВІ ВИДАННЯ

Екосистеми лентичних водойм Чорногори (Українські Карпати) / Микітчак Т., Решетило О., Костюк А., Попельницька О., Данилик І., Царенко П., Борсукевич Л., Мателешко О., Мартинов О., Ліліцька Г., Капустін Д., Гончаренко В., Кокіш А. / Інститут екології Карпат НАН України, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, Львівський національний університет ім. Івана Франка. — Львів: ЗУКЦ, 2014. — 288 с.

Коллективна монографія висвітлює сучасний стан лентичних екосистем масиву Чорногора (Українські Карпати): фізико-географічні параметри водойм, різноманіття гідробіонтів, які їх населяють, екологічні особливості видів водоростей, бріофітів, вищих судинних рослин, планктонних ракоподібних, водяних жуків, бабок і амфібій та їхніх угруповань. Аналізується антропогенний вплив на водойми Чорногори. Обговорено шляхи й завдання охорони та збереження оселищ рідкісних видів. Подано фотокаталог лентичних водойм Чорногори.

Для науковців у галузі екології, ботаніки, зоології, географії, викладачів і студентів, працівників природоохоронних організацій.