

при температурі 33°C та тривалості світлового дня 15 год. Максимальний приріст за місяць зафіксований у травні та липні, мінімальний – у листопаді. За вегетаційний сезон, що триває 29 тижнів, рослини дають в середньому 590 см приросту. Відсоток втрати сезонних пагонів при переході до стану спокою становить 99,2 %.

Таким чином, представники усіх чотирьох описаних вище рідкісних видів родини *Vitaceae* поширені в аридних зонах Землі, є стебловими сукулентами з яскраво вираженою сезонністю у процесах росту та розвитку. Усі вони добре пристосовані до виживання в умовах жаркого клімату природних місць зростання, а також добре почувуються в умовах культури.

Листки усіх чотирьох досліджуваних видів сезонні, з незначною кількістю трихом та продохів. Розташованих з обох боків листової пластинки. В анатомічній будові листової пластинки визначальними рисами є невелика її товщина та незначна кількість механічних лігніфікованих структур, переважно ксилемного походження. Листки усіх досліджуваних видів з тонким епідермальним шаром, що також є пристосуванням до сезонності життєвого циклу рослини.

Представники *C. juttae*, *C. bainesii*, та *Cyph. quinatum* розпочинають активної росту у квітні, а до стану спокою переходять у листопаді з втратою від 33 до 99,2 % сезонного приросту. Температурний оптимум для початку активного росту представників цих видів становить 15–20 °C, а вегетаційний період триває 29–30 тижнів.

Представники *C. quadrangularis* розпочинають активної росту у червні, а до стану спокою переходять у жовтні, втрачаючи всього 1 % сезонного приросту. Несприятливий період рослини переживають у вигляді системи багаторічних пагонів. Температурний оптимум початку активного росту для представників виду вищій та становить 25–30 °C, вегетація триває 21 тиждень.

Проте адаптивні реакції рослин усіх чотирьох досліджуваних видів аналогічні і спрямовані на пристосування до існування в умовах посушливого клімату, де сезонність зумовлена зміною рівня зволоження.

Висновки. Таким чином, раритетні ксерофітні представники родини *Vitaceae* зберігають в умовах культури ритми росту, характерні для рослин аридного клімату. Рослини з ліаноподібним стеблом зберігають притаманний рослинам цієї родини значний приріст пагона в період активного росту. Незначний ступінь ксероморфності листків досліджуваних рослин зумовлені їх сезонністю.

1. Атлас-определитель фенологических фаз растений / И.Н. Елагин, А.И. Лобанов. – М., 1979. 2. Ботаничний сад ім. акад. О.В. Фоміна Київського державного університету / [відп. ред. В.В. Капустян]. – К., 1989. 3. Гайдаржи М.М. Життєві форми і онтоморфогенез сукулентних рослин. Автореф. дис. ... док. біол. наук. – К., 2009. 4. Жизнь растений. В 6 томах. Том 5 (2) / А.Л. Тахтаджян. – М., 1981. 5. Зайцев Г.Н. Обработка результатов фенологических наблюдений в ботанических садах / Г.Н. Зайцев // Бюл. ГБС. – 1984. – Вып. 94. – С. 3–10. 6. Клейн Р.М. Методы исследования растений / Р.М. Клейн, Д.Т. Клейн. – М., 1974. 7. Лархер В. Экология растений / В. Лархер. – М., 1978. 8. Методы фенологического наблюдения при ботанических исследованиях. [Отв. редактор Г.Э. Шульц] – М., 1966. 9. Нікітіна В.В. Види сукулентних рослин, що занесені до Червоного списку МСОП і представлено у колекції Ботаничного саду ім. акад. О.В. Фоміна / В. В. Нікітіна, К.М. Баглай, М.М. Гайдаржи // Вісник Національного університету імені Тараса Шевченка. Інтродукція та збереження рослинного різноманіття. – Вип. 29. – 2011. – С. 28–32. 10. Определитель высших растений Украины / Добровичева Д.Н., Котов М.И. и др. – К., 1987. 11. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений / З.П. Паушева. – М., 1988. 12. Серебряков Г.С. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных. – М., 1962. 13. Тахтаджян А.Л., Флористические области Земли. – Л., 1987. 14. Тропические и субтропические растения закрытого грунта / Т.М. Червченко, С.Н. Приходько, Т.К. Майко, Т.И. Борисенко. – К., 1988. 15. Illustrated Handbook of succulent plants. Dicotyledones / U. Eggli. – Berlin, Heidelberg, New York, 2002. 16. IUCN Red List of Threatened Species, 2010.01. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.iucnredlist.org>. 17. Jacobsen H. Das sukkulentenlexicon – Jena, 1970. 18. Red List of South African Plants / [ed. by D. Raimondo, L. von Staden, W. Foden, J.E. Victor, N.A. Helme, R.C. Turner, D.A. Kamundi, P.A. Manyama]. – Pretoria, 2009. 19. South African Plant Red Data List / [ed. by Jenice S. Golding]. – Pretoria, 2002.

Надійшла до редколегії 05.09.12

УДК 582.912.42.631.525.

Т. Каліта, канд. біол. наук, провідний біолог,
О. Оканенко, канд. біол. наук, старш. наук. співроб., Н. Таран, проф., д-р біол. наук., зав. каф.
ННЦ "Інститут біології" КНУ імені Тараса Шевченка

ЗМІНА ЛІПІДНОГО ВМІСТУ ВЕГЕТАТИВНИХ ОРГАНІВ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ *RHODODENDRON* L. ПРОТЯГОМ ОНТОГЕНЕЗУ ЯК ПРОЯВ АДАПТИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РОСЛИН

Методом тонкошарової хроматографії досліджено ліпідний вміст вегетативних органів видів роду *Rhododendron* L. культивованих в природних умовах Лісостепу України. Проведено визначення кількісного вмісту гліколіпідів протягом вегетаційного періоду. Обговорено захисну роль гліколіпідів в різні періоди розвитку рослин. Встановлена кількісна залежність вмісту гліколіпідів в залежності від фази онтогенезу та дії стрессового чинника.

Методом тонкослойной хроматографии исследовано содержание липидов вегетативных органов видов рода *Rhododendron* L. культивируемых в естественных условиях Лесостепи Украины. Проведено определение количественного содержания гликолипидов в течении вегетационного периода. Обсуждена защитная роль гликолипидов в разные периоды развития растений. Установлена количественная зависимость содержания гликолипидов в зависимости от фазы онтогенеза и действия стрессовых факторов.

The lipid composition of vegetative organs of the genus *Rhododendron* L. species cultivated in natural conditions of the Forest-Steppe of Ukraine with the help TLC was performed. The quantitative glycolipid content during vegetative period is analyzed. The protective role of glycolipid in different periods of plant development is discussed. The quantitative dependence of glycolipid content upon the phase of plant ontogenesis and stress factors is established.

Первинні термоадаптаційні зміни в мембранах відбуваються на молекулярному рівні. Ці зміни можуть бути досягнуті насамперед за рахунок реорганізації складу і внутрішньомолекулярної структури мембранних ліпідів. Рідкокристалічний стан ліпідів, необхідний для забезпечення фізіологічних і біохімічних функцій мембран, залежить від різноманітних факторів навко-

лишнього середовища [5]. Рослинні мембранні ліпіди в основному представлені гліколіпідами, які є структурними компонентами мітохондрій та беруть участь у процесах фотосинтезу. За дії несприятливих чинників змінюється як якісний, так і кількісний вміст ліпідів. В одних випадках ці зміни є адаптивними, що сприяють виживанню рослин, в інших – є відображенням деструктив-

© Каліта Т., Оканенко О., Таран Н., 2013

них процесів [10]. Характер цих змін великою мірою визначається напруженістю дії стресового чинника, тобто його концентрацією чи дозою, тривалістю впливу, а також чутливістю рослин і стадією їх розвитку. Зміни складу ліпідів впливають насамперед на функціонування самих мембран, а потім і на функціонування клітин і тканин загалом. Тилакоїди хлоропластів вищих рослин мають у своєму складі такі гліколіпіди, як моногалактозилдіацілгліцерол (МГДГ), диігалктозилдіацілгліцерол (ДГДГ), сульфохіновозилдіацілгліцерол (СХДГ), фосфатидилгліцерол (ФГ), та стероїдні глікозиди [6]. Зміни вмісту ліпідів при стресових умовах можуть бути використані, як індикатори фізіологічного стану рослини. Метою нашої роботи було дослідити адаптивні реакції вічнозелених видів роду рододендрон, як інтродуцентів, на кліматичні умови Лісостепу України.

Матеріали та методи. Об'єктами дослідження були вічнозелені види роду *Rhododendron* L. (*Rh. fortunei* Lindl., *Rh. ponticum* L., *Rh. amesiae* Rehd. et Wils), інтродуковані в кліматичних умовах Лісостепу України. Дослідження проводились на території Ботанічного саду імені акад. О.В. Фоміна Київського національного університету імені Тараса Шевченка, ННЦ "Інститут біології" у період з 2007–2012 року. Погодні умови протягом вегетації були типовими для середньої зони Лісостепу України.

В експериментах вивчався якісний та кількісний вміст гліколіпідів у листках рододендронів. Загальний вміст ліпідної фракції екстрагували за допомогою розчинників хлороформ/метанол 2:1 (v/v), за методикою Зіла та Хармона [19] у модифікації Яковенко та Міхно [3]. Розділення ліпідів на класи здійснювали за допомогою методу тонкошарової хроматографії (ТШХ) на силікагелі, в системі розчинників ацетон/толуол/вода (91/35/7) [1]. Кількісний аналіз ліпідів визначали відносно стандартів [18], МГДГ та ДГДГ були ідентифіковані в 5% H₂SO₄ [1], а вміст СХДГ був візуалізований за допомогою азурі А [9]. Вміст ліпідів визначали методом денситометрії хроматограм у перерахунку на стандарти [7].

Отримані дані оброблені статистично з використанням пакету електронних таблиць Microsoft Excel. Для всіх отриманих результатів наведено стандартні відхилення. Для побудови гістограм використовували середні арифметичні значення з трьох біологічних і трьох аналітичних повторностей. Оцінку достовірності відмінностей проводили методом порівняння середніх показників з використанням критерію Стюдента. Відмінності вважали істотними при значенні $p \leq 0,05$ [16].

Результати та їх обговорення. Концентрація основних класів ліпідів у досліджуваних вічнозелених видів роду рододендрон представлені на рис 1. Спостерігалася чітка кореляція між температурою в період росту і ліпідним складом. Вміст МГДГ, ДГДГ та СХДГ були безпосередньо пов'язані із змінами температури.

Результати дослідження адаптивних реакцій ліпідних компонентів фотосинтезуючих тканин показали, що найбільшим вмістом гліколіпідів в квітні–травні характеризувалися листки рослин *Rh. amesiae*, початок вегетаційного періоду у яких (в усіх досліджених видів починається в квітні) характеризувався накопиченням МГДГ при зниженні вмісту ДГДГ та СХДГ.

В *Rh. fortunei* у цей час спостерігали найнижчий вміст МГДГ та ДГДГ в порівнянні з іншими вічнозеленими видами, а у *Rh. ponticum* відбувалося зниження кількості МГДГ. З нашого погляду це явище можна тлумачити як свідчення наявності зсувів на початку вегетації, послідовність яких може виглядати так: *Rh. ponticum*, *Rh. amesiae*, *Rh. fortunei*.

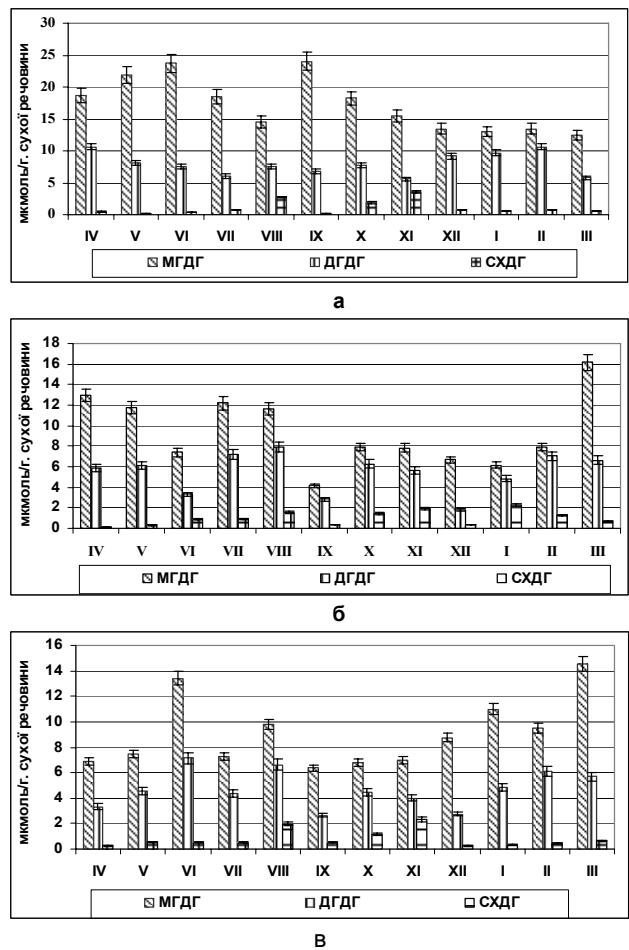


Рис.1. Динаміка гліколіпідів вегетативних органів вічнозелених видів роду *Rhododendron* L. **а – *Rh. amesiae*, б – *Rh. fortunei*, в – *Rh. ponticum***
Умовні позначки: IV – квітень, V – травень, VI – червень, VII – липень, VIII – серпень, IX – вересень, X – жовтень, XI – листопад, XII – грудень, I – січень, II – лютий, III – березень

Результати наших досліджень свідчать про високу чутливість фотосинтезуючих органів досліджених видів рододендронів протягом літніх місяців, а саме протягом липня та серпня у *Rh. amesiae* та *Rh. ponticum* і червня – *Rh. fortunei*. У вказані періоди спостерігалось різке та довготривале підвищення температури (до +27 °С), як наслідок відбувалось зниження вмісту МГДГ і ДГДГ, та підвищення вмісту СХДГ. Відомо, що молекули МГДГ, на відміну від більшості ліпідів мембран, здатні утворювати небішарові структури, які можуть пакувати хлорофіл-білковий комплекс у ліпідний матрикс [10]. Комплексна дія факторів посухи (як водного дефіциту, так і підвищеної температури) зумовлює зсув рівноваги між бішаровими/небішаровими ліпідними структурами [9]. Разом з тим, припускають, що незначне зниження вмісту гліколіпідів за умов стресу сприяє реалізації захисних механізмів рослин [1]. Включення інвертованих міцел молекул МГДГ біля поверхні світлозбирального комплексу (СЗК) у мембранах тилакоїдів сприяє нормальному функціонуванню фотосистем (ФС) [1]. В усіх видів у цей період спостерігається істотне зростання вмісту СХДГ, як компоненту мембран тилакоїдів, що відіграє специфічну роль у їхній структурній організації, можливо впливаючи на формування двошарової структури з ДГДГ та регулюючи синтез МГДГ [11], що за умов дії стресового фактору може бути спрямоване на забезпечення оптимальних умов для функціонування хлоропластів.

Отже, в умовах водного дефіциту ґрунту виникали зміни в кількості галактоліпідів як у рослин стійкого, так і в рослинах чутливого виду. Виявлені нами зміни можна розглядати як адаптивну реакцію, пов'язану зі збереженням плинності та зменшенням рівня деградаційних процесів в мембранах, зокрема, та їх стабілізацією, спрямовану на захист від зневоднення в умовах дії посухи.

У вересні у рослин починалися процеси підготовки до зими. У виду *Rh. amesiae* спостерігали зростання вмісту МГДГ при майже незмінній кількості ДГДГ, тоді як у *Rh. fortunei* та найбільше у *Rh. ponticum* було виявлено різке зниження вмісту всіх досліджуваних ліпідів.

В жовтні та листопаді основним напрямком змін було нагромадження СХДГ. Зміни цих показників можуть сприяти підтриманню активності мембранних ферментів, наслідком чого підвищуються стійкість рослин при дії стресових чинників, таких як низькі температури [12].

Дані, наявні в літературі, свідчать, що у вічнозеленої рослини *Nothofagus dombeyi*, яка росла в різних температурних умовах, вищий вміст МГДГ та ДГДГ в тилакоїдах відповідав вищій холодостійкості [8]. Дані досліджень різних видів та сортів яблуні свідчать про те, що протягом осені відбувається накопичення МГДГ та СХДГ (найбільше) у корі та деревині однорічних пагонів, особливо в стійких рослин (*Malus baccata* Borh та 'Антонівки'). Зміни вмісту ДГДГ були менш значимими [1].

Таким чином, наявна інформація свідчить про відносну стабільність фракції ДГДГ у рослин стійкого виду та коливання її кількості у нестійкого виду, а також зниження рівня МГДГ у чутливих видів та стабільного рівня у стійких [2]. Виявлене нами підвищення відношення ДГДГ/МГДГ у рослин *Rh. ponticum* та *Rh. fortunei* було результатом ймовірної деструкції МГДГ. Це знижує стійкість хлорофіл-білкових комплексів до дії температурного стресу. Менш значимими змінами характеризувалися рослини *Rh. amesiae*, де спостерігали зниження вмісту МГДГ та ДГДГ, але їх співвідношення залишалось майже незмінним. Тому можна припустити, що види *Rh. ponticum* та *Rh. fortunei* більш чутливі до зниження.

Вважають, що акумуляція СХДГ та ДГДГ здатна компенсувати викликані температурним стресом пошкодження мембран і спрямовані на підтримку їх стабільності, тому що збільшення вмісту ліпідів може бути реакцією компенсації на активацію окисних процесів, внаслідок якої відбувається деструкція ліпідів (окислення їх ненасичених жирних кислот) [7].

Результати дослідження адаптивних реакцій ліпідних компонентів фотосинтезуючих тканин показали, що рослини реагують на холод підвищенням ненасиченості ліпідів, а найбільш ненасиченим ліпідом є МГДГ. Але серед змін змісту ліпідів відмічено й накопичення СХДГ, який стабілізує фотосинтетичні мембрани (через стабілізацію D1/D2 димеру [13], комплексу цитохрому й білка Ріске та спаровуючого фактору CF₁-CF₀) [17] і, таким чином, забезпечує оптимальні умови для функціонування процесів фотосинтезу. Після зниження температури в листопаді (-4 °C) відмічено максимальне збільшення СХДГ. В грудні після зниженні температури (-9 °C) у всіх видів рододендронів спостерігалось зниження вмісту СХДГ, що є наслідком адаптивної реакції рослин.

Збільшення вмісту ДГДГ за рахунок галактозування МГДГ в листках всіх досліджених рослин, протягом січня та лютого може викликати деяке зростання можливості полярної голівки гліколіпиду зв'язувати воду, що підвищує опір дегідратації [14]. Для забезпечення стійкості рослин до стресових факторів зовнішнього середовища є важливим збереження цілісності мембран. Були помічені зміни структурного складу мембранних ліпідів, що викликає значні порушення клітинного мета-

болізму, при порушенні водного обміну, підвищеній кислотності, низьких температурах.

Зниження вмісту МГДГ та ДГДГ за стресових умов літнього та зимового періоду у дослідних рослин може відбуватися за рахунок їхнього окиснення внаслідок подальшої інтенсифікації ПОЛ [14]. Також, відзначене нами зростання вмісту СХДГ, як компоненту мембран тилакоїдів, що відіграє специфічну роль у їхній структурній організації, впливаючи на формування двошарової структури з ДГДГ та регулюючи синтез МГДГ [11]. Крім того, зростання фракції сульфоліпиду може бути пояснено існуванням тісного зв'язку між кількістю хлорофілу та концентрацією СХДГ, оскільки саме він визначає орієнтацію молекул хлорофілу у мембрані [4].

Висновки. Проведені дослідження динаміки накопичення ліпідів у листках рододендронів дозволили встановити видову та часову специфіку їх накопичення. Виявлено, що стійкість рослин до несприятливих умов залежить від комплексу факторів зовнішнього середовища та визначається спроможністю рослини подолати стрес за рахунок синтезу чи зниження ліпідних компонентів мембран. Таким чином, очевидно, що при змінних температурах зниження чи підвищення ліпідного вмісту здійснюють суттєвий вплив на фізичний стан мембран. Підвищення вмісту ліпідів слід розглядати як пристосувальну реакцію направлену на підтримання необхідного рівня активності фізіологічних процесів на початкових етапах вегетації рослин у змінених умовах довкілля. Істотне зниження вмісту ліпідів може бути пов'язано з порушенням ліпідного обміну в зв'язку з пошкодженням клітин.

За отриманими нами результатами та, з огляду на літературні дані [2], які вказують на відносну стабільність фракції ДГДГ у рослин стійкого виду, збільшення її кількості у нестійкого виду, а також зниження рівня МГДГ у чутливих видів та стабільного рівня у стійких, можна характеризувати види *Rh. ponticum* та *Rh. fortunei* як чутливі до зниження температури в осінній період, а *Rh. fortunei* та *Rh. amesiae* чутливі до низьких температур взимку. А також, всі види виявились чутливими до високих температур та посухи у літній період.

1. Оканенко О.А., Таран Н.Ю. Гліколіпіди рослин – Київ: Ленвіт, 2005. – 111 с. 2. Оканенко А.А. Влияние охлаждения проростков пшеницы на содержание липидов. Физиол. и биохим. культ. раст. – 1977. – Т. 9, № 5. – С. 467–469. 3. Яковенко Г.М., Мухно А.И. Методы выделения и разделения по классам липидов хлоропластов растений. Физиология и биохимия культ. растений. – 1971. – 3, № 6. – С. 651–656. 4. Bishop D.G., Sparace S.A., Mudd J.B. Biosynthesis of sulfoquinovosyl diacylglycerol in higher plants: the origin of the diacylglycerol moiety. Arch. of Biochem. and Biophysics. – 1985. – V. 40, № 2. – P. 851–858. 5. Davy de Virville J., Cantrel C, Bousquet A-L. Homeoviscous and functional adaptations of mitochondrial membranes to growth temperature in soybean seedlings. Plant Cell Environ. – 2002. 25. – P. 1289–1297. 6. Joyrd J., Block M.A., Douce R. Molecular aspects of plastid envelope biochemistry. European Journal of Biochemistry. – 1991 – Vol.199. – P. 489–509. 7. Kanervo E., Aro E-M., Murata N. Low unsaturation level of thylakoid membrane lipids limits turnover of the D1 protein of photosystem II at high irradiance. FEBS Letters. – 1995. – 364, № 2 – P. 239–242. 8. Lag M.A., Meza Basso L., Fernandez J. Lipid composition of chloroplasts from cold-acclimated and non-acclimated *Nothofagus dombeyi*. Phytochemistry. – 1991. – V. 30. – P. 763–768. 9. Murakami-Murofushi K, Nakamura K, Ohta J. Visualization methods for sulfolipids and its application to the determination of nanomole quantities of sulfur. Analytical Biochemistry. – 1985. – Vol. 149. – P. 480–483. 10. Navari-Izzo F, Ricci F, Vazzana C. Unusual composition of thylakoid membranes of the resurrection plant *Boea hygroskopica*: Changes in lipids upon dehydration and rehydration. Physiol. Plant. – 1995. – 94. – P. 135–142. 11. Quinn P.J., Sanchez J., Gerda-Olmedo E., eds. The role of lipids in stability of plant membranes. In: Advances in plant lipid research. – 1998. – P. 361–366. 12. Rawlyer A. Unitt C. eds. The transmembrane distribution of galactolipids in chloroplast thylakoid is universal in a wide variety of temperate climate plants. Photosynthesis Research. – 1987. – V. 11, № 1. – P. 3–13. 13. Siegenthaler P.-A., Murata N., eds. Molecular organization of acyl lipids in photosynthetic membranes of higher plants. In: Lipids in photosynthesis: structure, function and genetics. Advances in photosynthesis 6, Siegenthaler P.-A. – 1998. – P. 120–144. 15. Stefanov K., Markovska Y., Kimenov G. eds. Lipid and sterol changes in leaves of *Haberlea rhodopensis* and *Ramonda serbica* at transition from biosis into

anabiosis and vice versa caused by water stress. *Phytochemistry*. – 1992. – Vol. 31. – P. 2309–3214. 16. *Taylor J.R.* An Introduction to Error Analysis. California: Univ. Sci., – 1982. – P. 211. 17. *Stefanov K., Markovska G.* eds. Lipid and sterol changes in leaves of *Haberlea rhodopensis* and *Ramonda serbica* at transition from biosis into anabiosis and vice versa caused by water stress. *Phytochemistry*. – 1992. – Vol. 31. – P. 2309–3214. 18. *Tremolieres A., Siegenthaler P.A.* Reconstruction of photosynthetic structures and activities with lipids. In: *Siegenthaler PA and Murata N* (eds) *Lipids in Photosynthesis: Structure, Function and Genetics*. Advances in

Photosynthesis. – 1998. – Vol.6. – P. 175–189. 19. *Yamamoto H.* High speed quantitative assay on TLC/HPTLC plates. In: *Instrumental HPTLC*. Ed. *W. Bertsch and Raser R.* New York. – 1980. – P. 367–384. 20. *Zill L, Harmon E.* Lipids of photosynthetic tissue. I. Salicylic acid chromatography of the lipids from whole leaves and chloroplasts. *Biochem. Biophys. Acta*. – 1962. – Vol. 199. – № 57. – P. 573–575.

Надійшла до редколегії 11.09.12

УДК 575.222.7:581.1

О. Кваско, асп., Н. Матвєєва, канд. біол. наук, наук. співроб. Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України

ОПТИМІЗАЦІЯ УМОВ УКОРІНЕННЯ CICHORIUM INTYBUS L. В КУЛЬТУРИ IN VITRO

Визначено умови культивування цикорію *Cichorium intybus L.* сорту 'Пала роса' в культурі *in vitro*, при яких довжина та маса коренів є максимальною. Такими умовами є ріст рослин на середовищі Мурасиге та Скуга зі зменшеною вдвічі концентрацією мікроелементів та з додаванням 0,1–0,5 мг/л ІМК.

Определены условия культивирования цикория *Cichorium intybus L.* сорта 'Пала роса' в культуре *in vitro*, при которых длина и масса корней является максимальной. Такими условиями оказался рост на среде Мурасиге и Скуга с уменьшенным вдвое содержанием макроэлементов и добавлением 0,1–0,5 мг/л ИМК.

The conditions for root induction for chicory (*Cichorium intybus L.*) was optimized. Maximum weight and length of roots was obtained on 1/2 MS medium supplemented with 0,1–0,5 mg/l IBA.

Цикорій *Cichorium intybus L.* – цінна лікарська рослина, що культивується в багатьох країнах світу – Індії, Великобританії, Нідерландах, Бельгії, Франції, Німеччині, США та Південній Африці. Значний інтерес до цієї культури пов'язаний з її харчовою цінністю (салатні сорти) та можливістю використання в якості сировини при виготовленні заміни-ка кави. Рослини цикорію також використовуються в медицині та фармакології завдяки наявності низки біологічно активних речовин, таких як інулін, кумарини, сесквітерпенові лактони, вітаміни. Крім того, цикорій має антигепатотоксичні, противиразкові, протизапальні, протипухлинні, кардіотонічні властивості [3] та використовується при лікуванні СНІДу, діабету, пухлин, безсоння, тахікардії [4]. Салатні сорти *C. intybus* вживаються в їжу без термообробки, що робить дану рослину перспективним об'єктом для створення так званих їстівних вакцин за допомогою методів генетичної інженерії.

Відомо, що на процес коренеутворення в культурі *in vitro* впливають концентрація мінеральних солей та наявність регуляторів росту [2]. Так, дослідження Park и Lim [7] показали, що формування коренів краще відбувається при зменшенні концентрації макроелементів в середовищі Мурасиге та Скуга [5] вдвічі. Для ініціації росту коренів, як правило, використовують ауксини – індолілоцтову (ІОК), нафтилоцтову (НОК) та індолілмасляну (ІМК) кислоти. Для рослин *C. intybus* показана залежність індукції формуван-

ня коренів від наявності та концентрації різних ауксинів. Встановлено, що ІМК сприяє більш ефективному укоріненню пагонів, ніж ІОК та НОК [6].

В даній роботі було вивчено вплив компонентів живильного середовища – концентрації макроелементів та ауксинів – на формування *in vitro* коренів цикорію *C. intybus*.

Матеріали та методи. Для проведення досліджень в якості вихідного матеріалу використовували насіння *C. intybus* сорту 'Пала роса'. Насіння стерилізували в 70 %-му етанолі (1 хв) та 25 %-му розчині комерційного препарату "Білізна" (10 хв). Після цього насіння промивали стерильною дистильованою водою тричі по 10 хв. Оброблене таким чином насіння пророщували на агаризованому без гормональному середовищі Мурасиге та Скуга (MS) в темряві при температурі 26 °С.

Для укорінення пагонів використовували 12-денні проростки. Після відділення коренів пагони культивували на агаризованих середовищах з різною концентрацією макроелементів та ауксинів. Склад середовищ наведено в таблиці 1. Максимальну довжину коренів умовно визначали, вимірюючи довжину найдовшого кореня. Масу кореневої системи визначали при зважуванні. Експерименти проводили в трьох повторностях. Статистична обробка результатів проводилась за стандартними методиками [1].

Таблиця 1

Склад живильних середовищ для дослідження індукції коренеутворення у рослин цикорію

Компоненти середовища	Вміст компонентів (мг/л) в середовищах №№									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Макроелементи	MS*	MS	MS	MS	MS	1/2MS**	1/2MS	1/2MS	1/2MS	1/2MS
Мікроелементи	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Тіамін	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Піридоксин	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Нікотинова кислота	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Біотин	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Са-пантотенат	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Інозитол	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
ІОК	–	0,1	0,5	–	–	–	0,1	0,5	–	–
ІМК	–	–	–	0,1	0,5	–	–	–	0,1	0,5
MES	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Гідролізат казеїну	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Цукроза	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000
Агар	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000

Примітки: * – макро- та мікроелементи за MS [4];

** – концентрація макроелементів в середовищі за MS зменшена вдвічі