

Особливості функціонування пігментного комплексу асиміляційного апарату видів роду *Betula* L. у дендрарії Криворізького ботанічного саду НАН України

Данильчук Н. М., Бойко Л. І.

Криворізький ботанічний сад НАН України, вул. Маршака, 50, м. Кривий Ріг, 50089, e-mail: danilchuk.natal@gmail.com

Peculiarities of the pigment complex of the assimilation apparatus functioning of the genus *Betula* L. species in the arboretum of the Kryvyi Rih Botanical Garden of NAS of Ukraine

Danilchuk N. M., Boyko L. I.

Kryvyi Rih botanical garden NAS of the Ukraine, Marshak str., 50, Kriviy Rig, 50089, e-mail: danilchuk.natal@gmail.com

Анотація. Визначено вміст основних пігментів фотосинтезу в листках видів роду *Betula* L. Показано, що найбільшу кількість пігментів впродовж вегетаційного періоду накопичують крупнолистяні берези *B. pubescens* і *B. pendula*. До кінця вегетації збільшується кількість каротиноїдів у листках всіх досліджених беріз, проте більш активні процеси їх накопичення відбуваються в листках дрібно листкових беріз *B. fusca* і *B. humilis*.

Ключові слова: Пігменти, каротиноїди, хлорофіл *a*, хлорофіл *b*, берези.

Abstract. The content of the main pigments of photosynthesis in the leaves of species of the genus *Betula* L. was determined. It is shown that the largest number of pigments during the growing season accumulate large-leaved birches *B. pubescens* and *B. pendula*. Until the end of the vegetation period, there will be a number of carotenoids in the leaves of all studied birches, while more active processes are accumulated in the leaves of small-leaved birches *B. fusca* and *B. humilis*.

Keywords: Pigments, carotenoids, chlorophyll *a*, chlorophyll *b*, birches.

Вступ. У ході інтродукції рослини, які переносяться за межі своїх природних ареалів, опиняються в нових умовах існування. В першу чергу при інтродукційних переміщеннях настають адаптаційні зміни фізіологічних функцій. Про успішність адаптації рослинних організмів до дії різних чинників довкілля свідчать показники продукційного процесу, які обумовлюються певними змінами пігментної системи (Коршиков, 1996; Сергейчик, 1994). Вміст пластидних пігментів та їх стан є важливим показником стійкості рослин до несприятливих факторів навколишнього середовища (водний режим, освітленість, температура та ін.), а тому дослідження особливостей їх вмісту в листках рослин дозволяють визначити ступінь впливу на організм негативних факторів, а також спрямованість і стратегію адаптивних змін (Воскресенская и др., 2008; Кулагин, 1996).

Матеріали і методи. До експерименту були залучені представники роду *Betula* L., що ростуть в дендрарії Криворізького ботанічного саду НАН України. Дослідження проводилися в літні місяці року. Для визначення вмісту пігментів у листках зразки відбирали в червні–серпні по периметру крони на рівні 1,5 м. Відбір зразків проводили з трьох дерев у середині дня (11.00–14.00), коли вміст пігментів у листках найбільший. Екстракцію пігментів проводили з диметилсульфоксидом за методикою Wellburn (1994), та визначали їх вміст методом спектрофотометрії з використанням спектрофотометра УФ-2000, Росія. Вміст пігментів в листках (С, мг/г сирої речовини) розраховували за формулами:

$$C_{\text{хл. } a} = 12,19 A_{665} - 3,45 A_{649};$$

$$C_{\text{хл. } b} = 21,99 A_{649} - 5,32 A_{665};$$

$$C_{\text{кар}} = (1000 A_{480} - 2,14 C_{\text{хл. } a} - 70,16 C_{\text{хл. } b}) / 200,$$

де A_{665} , A_{649} , A_{480} — показники оптичної щільності розчину при відповідних довжинах хвиль (665, 649 та 480 нм) (Wellburn, 1994).

Результати та обговорення. Результати виконаних досліджень показали що загальний вміст пігментів у розрахунку на одиницю маси свіжих листків, у різних видів беріз, впродовж всього вегетаційного періоду варіює від 2,21 до 4,79 мг/г сирої речовини. Кількісний вміст пігментів в межах однієї секції також різняться. Так, у видів секції *Costatae* (*B. davurica* Pall., *B. Alleghaniensis* Brit.) загальний вміст пігментів коливається в межах 3,25–4,79 мг/г сирої речовини (рис. 1).

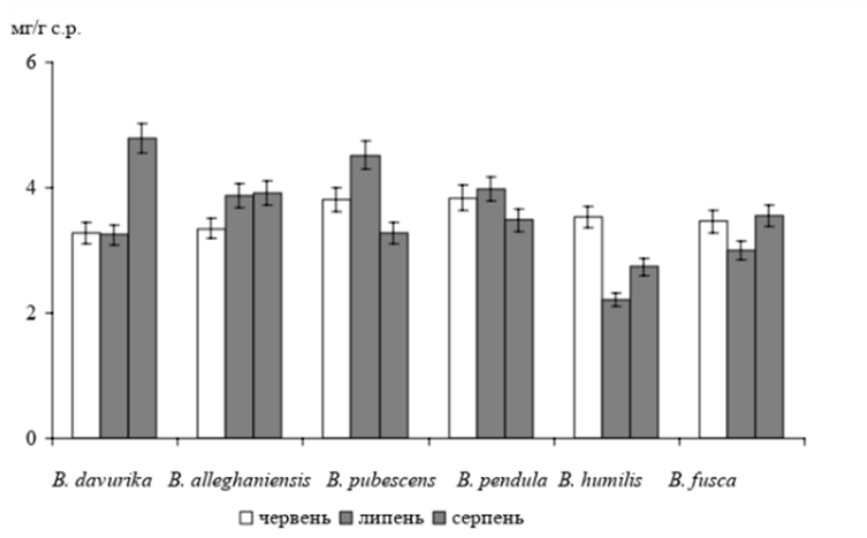


Рис. 1. Загальний вміст пігментів у листках берез які ростуть в дендрарії Криворізького ботанічного саду

У беріз секції *Albae* (*B. Pubescens* Ehrh. I *B. Pendula* Roth.) та *Fruticosae* (*B. Fusca* Pall. Ex Georgii, *B. Humilis* Schrank.) цей показник був меншим і складав 3,28–4,52 мг/г та 2,12–3,55 мг/г с.р. відповідно. Впродовж вегетаційного періоду найменшу кількість пігментів в листках накопичують дрібнолисті *B. humilis* і *B. fusca*, при цьому від червня до серпня відзначається зниження загальної їх кількості до 2,21–2,74 мг/г с.р.

Крупнолисті види берез накопичують більшу кількість пігментів, і максимальна їх кількість відмічається в листках *B. davurica* і *B. pubescens* — 4,79 і 4,52 мг/г с.р. відповідно (рис. 1). Зокрема, їх листковий апарат характеризується більш високим умістом каротиноїдів порівняно з іншими видами — 0,69–1,06 і 0,79–0,98 мг/г сирої речовини відповідно.

В сезонній динаміці пігментів спостерігається певна закономірність, пов'язана з віковими змінами листків і фенофазами розвитку рослин. Так, для *B. pubescens* і *B. pendula*, які мають найширший природний ареал, характерна класична схема накопичення пігментів, що відзначена також іншими ученими при проведенні досліджень пігментного комплексу беріз в різних умовах зростання: найменша концентрація пігментів в листках відмічена навесні в період розкриття вегетативних бруньок, і під час осіннього листопаду (Кавеленова и др., 2008; Чураков, 1962).

У період вегетації формування фонду зелених пігментів у даних видів відбувається зі значним переважанням хлорофілу *a*. Кількісний вміст хлорофілу *a* у *B. pubescens* і *B. pendula* в червні складав 1,91 і 2,13 мг/г відповідно, максимальне значення цього показника відмічене в липні — відповідно 2,50 і 2,22 мг/г с.р. Подібний характер накопичення спостерігали у цих видів і для хлорофілу *b*, що також є важливим показником стану рослинного організму. Збільшення його вмісту відмічають в сонячну суху погоду і пов'язують із захисною функцією даного пігменту.

З певним відхиленням відбувається накопичення хлорофілу *a* у далекосхідних берез секції *Costatae* — *B. davurika* і *B. alleghaniensis*, у яких відмічена більша кількість хлорофілу *a* в серпні, в червні показники даного параметра знизилися на 24% і 13% відповідно.

У дрібнолистих беріз найбільша кількість хлорофілу *a* була визначена в червні. Впродовж вегетації кількість даного пігменту суттєво знизилася в липні з незначним підвищенням його кількості наприкінці літа. Стосовно вмісту хлорофілу *b*, то найбільшу його кількість також було визначено на початку літа. Проте вже до кінця серпня, ближче до кінця вегетаційного сезону, кількісні значення цього показника були максимальними.

Кількість і співвідношення пігментів залежать від виду рослин, їх віку за зовнішніх умов зростання. Саме за співвідношенням хлорофілу *a* до хлорофілу *b* можна говорити про сформованість фотосинтетичного апарату рослин, причому чим більша кількість хлорофілу *a*, тим інтенсивніший процес фотосинтезу. В роботах з дослідження пігментного комплексу деревних рослин показано, що в листках берези за екстремальних лісорослинних умов відбувається збільшення суми пігментів за рахунок каротиноїдів і хлорофілу *b*, при цьому вміст хлорофілу *a* зменшується (Кулагин, 2006; Майдебур, 2006).

У берез в дендрарії КБС НАН України вміст хлорофілу *a* в 1,9–3,1 рази перевищує вміст хлорофілу *b* впродовж всього періоду досліджень. Середнє значення показника співвідношення хлорофілу *a* до хлорофілу *b* становить 2,7, і найбільшим цей показник виявився для дрібнолистих *B. fusca* і *B. humilis* — від 2,8 до 3,1 (рис. 2).

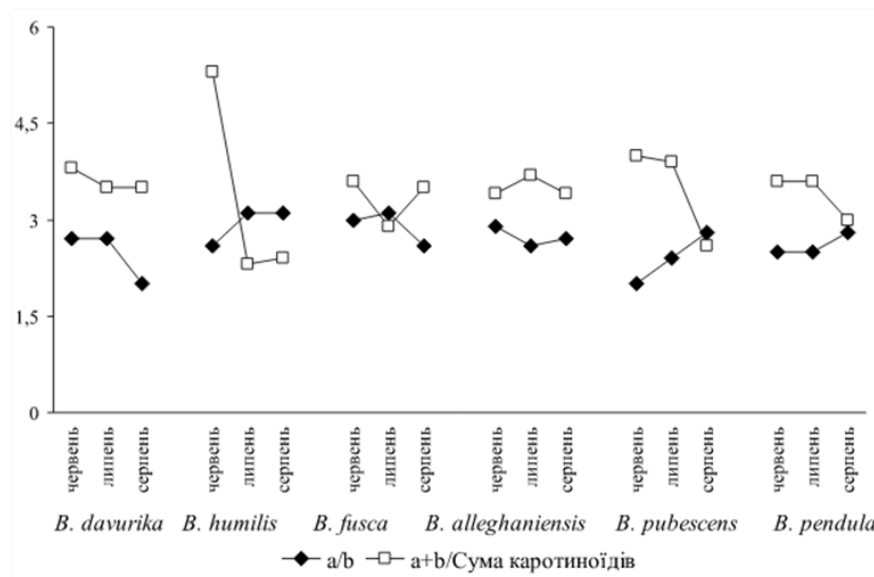


Рис. 2. Співвідношення пігментів фотосинтезу асиміляційного апарату беріз, зростаючих в дендрарії Криворізького ботанічного саду

Співвідношення суми хлорофілів *a* і *b* до суми каротиноїдів за оптимальних умов росту є стабільним і реагує на екстремальні фактори середовища (Кулагин, 2006). Так, у різних видів беріз впродовж вегетації середнє значення даного показника складало 3,4. Проте найбільшим співвідношення суми хлорофілів до суми каротиноїдів було у *B. humilis* — 5,3 — в червні (рис. 2). В ході вегетації співвідношення суми хлорофілів до суми каротиноїдів знижується і становить 2,3–2,4, що є свідченням більш активного синтезу каротиноїдів порівняно із синтезом хлорофілів. В листках інших видів беріз значення даного показника коливалося впродовж вегетації, але найменшим було наприкінці вегетаційного сезону, коли збільшувалася кількість осінніх пігментів — каротиноїдів.

Аналіз видових особливостей вмісту хлорофілу *b* у досліджених видів беріз показав, що немає певних закономірностей в накопиченні цього пігменту впродовж періоду вегетації. Відзначена тенденція до збільшення суми каротиноїдів в листках беріз у другій половині або наприкінці вегетації. Активний синтез каротиноїдів

спрямований на захист речовин і структур в тканинах листка восени, коли відбуваються процеси його старіння (Мерзляк и др., 1997).

Висновки. Таким чином, можна відмітити, що найбільшу концентрацію пігментів впродовж вегетаційного періоду визначено в листках *B. pubescens* і *B. pendula*. При цьому формування фонду зелених пігментів у цих видів відбувається з переважанням хлорофілу *a*. Крім того, у крупнолистих *B. davurika* і *B. alleghaniensis*, а також дрібнолистих *B. fusca* і *B. humilis* наприкінці вегетації відмічене збільшення концентрації пігментів у 1,1–1,5 рази, і найбільшою ця різниця була у *B. davurika*. У *B. fusca* і *B. humilis* відмічена дещо більша концентрація, порівняно з хлорофілом *b*, каротиноїдів у зрілих листках. Кількість каротиноїдів у листках цих видів беріз впродовж вегетації змінювалася несуттєво, тоді як вміст зелених пігментів знижувався впродовж вегетаційного періоду.

Список використаних джерел

Воскресенская, О.Л., Грошева, Н.П., Сkochилова, Е.А. (2008). *Физиология растений*. Йошкар-Ола: Изд. Мар. ГУ, 148 с.

Кавеленова, Л.М., Мальхина, Е.В., Розно, С.А., Смирнов, Ю.В. (2008). К методологии экофизиологических исследований листьев древесных растений. *Поволжский экологический журнал*. № 3. С. 200–210.

Коршиков, И.И. (1996). Адаптация растений к условиям техногенно-загрязненной среды. К.: Наук. думка, 238 с.

Кулагин, А.А. (2006). Реализация адаптивного потенциала древесных растений в экстремальных лесорастительных условиях: автореф. дисс. ... д-ра биол. наук. Уфа-Тольятти. 32 с.

Кулагин, А.Ю. (1996). Экологическая видоспецифичность ивовых и техногенез. *Дендрология, техногенез и вопросы лесовосстановления*. С. 24–35.

Майдебура, И.С. (2006). Влияние загрязнения воздушного бассейна города Калининграда на анатомо-морфологические и биохимические показатели древесных растений: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Калининград, 22 с.

Мерзляк, М.Н., Гительсон, А.А., Погосян, С.И. (1997). Спектры отражения листьев и плодов при нормальном развитии, старении и стрессе. *Физиология растений*. Т. 44, № 5. С. 707–716.

Сергейчик, С.А. (1994). Устойчивость древесных растений в техногенной бредде. Мн.: Наука і техніка. 278 с.

Чураков, Б.П. Взаимоотношения патогенных грибов с древесными растениями. Москва. 192 с.

Wellburn, A. R. The spectral determination of chlorophyll a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution (1994). *J. Plant Physiol*. Vol. 144. P. 307–313.