

УДК 630\*165.61

*Степан ДАНЬКЕВИЧ, Володимир ЗАЙКА, Григорій КРИНИЦЬКИЙ*

### **БІОСИНТЕЗ ПЛАСТИДНИХ ПІГМЕНТІВ ХВОЇ У ДЕРЕВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ РІЗНИХ СЕЛЕКЦІЙНИХ КАТЕГОРІЙ В ЗАКАЗНИКУ „ЛОПАТИНСЬКИЙ“**

*Досліджено вміст пластидних пігментів у хвої дерев сосни звичайної різних селекційних категорій. Встановлено значну індивідуальну мінливість дерев за вмістом зелених і жовтих пігментів. Виявлено, що плюсові дерева сосни характеризуються меншою концентрацією хлорофілів і каротиноїдів, ніж нормальні.*

При проведенні селекційних досліджень та вивченні механізмів успадкування потомством високої енергії росту материнських дерев як генетичні маркери досліджують пігментний фонд пластид [5, 11]. Пластидні пігменти беруть участь у вловлюванні квантів сонячного світла, а тому безпосередньо впливають на інтенсивність фотосинтезу і продуктивність рослин. Відомо, що їх формування у деревних рослин, з одного боку, перебуває під контролем генетичних структур [2, 5, 7, 11], а з іншого — на нього впливають екологічні та фітоценотичні чинники [4, 8]. Біосинтез зелених пігментів є багатоступеневим процесом, який відбувається у хлоропластах. Генетичний контроль починається уже на першому етапі біосинтезу хлорофілів, а саме утворення  $\delta$ -амінолевулінової кислоти з дикарбонових кислот [2, 9]. Серед екологічних факторів найбільший вплив на утворення хлорофілів проявляють світло, елементи мінерального живлення і температура [4, 8, 9].

При проведенні комплексних генетико-селекційних досліджень для виявлення та характеристики дерев високої інтенсивності росту й успадкування господарсько-цінних ознак потомством дослідження особливостей формування пігментного фонду пластид є актуальним.

Об'єктом нашого дослідження слугували плюсові і нормальні дерева високопродуктивного плюсового насадження сосни звичайної, яке зростає у заказнику „Лопатинський“ і включене в лісонасінний комплекс у ДП „Радехівське лісомисливське господарство“. Лісорослинні умови та лісівничо-таксаційні показники насадження приведені в нашій попередній праці [3].

Хвою для дослідження відбирали в різні періоди сезонного розвитку з верхньої частини крони з її південної сторони. Пігменти екстрагували 80-відсотковим ацетоном, фільтрували та визначали оптичну густину [6]. Концентрацію хлорофілів розраховували за формулами Вернона, а каро-

тиноїдів — за Веттштейном. Вміст пігментів розраховували на абсолютно суху масу.

Наші дослідження показали, що загалом вміст зелених і жовтих пігментів у листяному апараті плюсових дерев виявився нижчим, ніж у нормальних (табл.1). Так, концентрація хлорофілів у хвої плюсових дерев на початку вегетаційного періоду становила 1,612 мг/г абс. сух. маси, а каротиноїдів — 0,598 мг/г абс. сух. маси (див. табл.). У нормальних дерев сосни ці показники відповідно становили 1,977 і 0,760 мг/г абс. сух. маси.

Фонд зелених пігментів у плюсових дерев, порівняно з нормальними, більшою мірою формується за рахунок хлорофілу *a*. Відношення *a/b* у плюсових дерев становить 3,7, а в нормальних — 3,3. Показник співвідношення хлорофілів характеризує особливості засвоєння рослинами спектрів сонячного світла. У хлорофіла *a*, порівняно з хлорофілом *b*, максимум поглинання квантів світла, у синьо-фіолетовій частині спектра зміщений до ближньої зони, а в червоній — до далекої. Плюсові дерева сосни для здійснення процесу фотосинтезу більш інтенсивно, порівняно з нормальними деревами, засвоюють ближні синьо-фіолетові і далекі червоні промені. Особливо ця здатність виражена в дерев 8/9, 16/18, 19/22, 10/11, 17/19, 97/30, 97/43, які характеризуються показником відношення хлорофілів *a/b* в однорічній хвої 4 і більше. Водночас у багатьох плюсових дерев (2/3, 3/5, 4/6, 9/10, 15/17) цей показник виявився близьким до 3. Здатність до біосинтезу тих чи інших хлорофілів у деревних рослин зумовлена генетичними структурами ядра клітини [2]. Цю ознаку, поряд із концентрацією зелених пігментів у листяному апараті рослин, рекомендується використовувати для селекційного відбору дерев.

Відмінностей у співвідношенні хлорофілів до каротиноїдів у дерев різних категорій росту не виявлено. Цей показник у дерев сосни залишається стабільним і в середньому становить 2,6. Однак його мінливість виявилась значною. У плюсових дерев відношення кількості зелених до жовтих пігментів перебуває у межах 2,0—3,2, а в нормальних 2,2—3,0. Низькими показниками відношення кількості хлорофілів до концентрації каротиноїдів в однорічній хвої характеризуються дерева 3Н, 2/3, 7/8, 17/19, 19/22, 20/23, 97/30, 97/43, а високим — 2Н, 5Н, 9Н, 4/6, 6/7, 11/12, 15/17, 16/18 (див. табл.). Це свідчить про те, що в першій групі дерев, порівняно з деревами другої групи, для здійснення фотосинтезу використовується відносно більша кількість енергії синьо-зеленої частини сонячного спектра.

Треба відзначити, що дерева сосни характеризуються значною індивідуальною мінливістю за біосинтезом зелених пігментів. Так, серед плюсових дерев концентрація зелених пігментів в однорічній хвої на початку вегетаційного періоду коливається у межах 1,198 — 2,024 мг/г абс. сух. маси, а каротиноїдів — 0,281 — 0,762 мг/г абс. сух. маси. У нормальних дерев ці показники відповідно становлять 1,615 — 2,326 і 0,643 — 0,845 мг/г абс. сух. маси. Високий вміст хлорофілів серед плюсових дерев мають дерева 2/3, 6/7 і 15/17. У хвої дерева 97/30 концентрація зелених пігментів, а в дерева +17/19 жовтих виявилась низькою. Слід відзначити високі показники відношення хлорофілів *a/b* (4,0—4,6) у дерев 10/11, 17/19, 97/30 (див. табл.).

Таблиця

Вміст пластидних пігментів у хвої дерев сосни звичайної різних селекційних у заказнику „Лопатинський“

№ дерева	Вміст пігментів, мг/г абс. сух. маси				Відношення	
	кл. а	кл. b	a+b	каротиноїди	a/b	(a+b)/карот.
<b>Нормальні дерева (хвою відібрано 30.03.05 р.)</b>						
1Н	1,561	0,401	1,962	0,758	3,4	2,6
2Н	1,804	0,522	2,326	0,845	3,5	2,8
3Н	1,294	0,405	1,699	0,788	3,2	2,2
4Н	1,634	0,520	2,154	0,713	3,1	3,0
5Н	1,729	0,500	2,229	0,810	3,5	2,8
6Н	1,444	0,421	1,865	0,777	3,4	2,4
7Н	1,256	0,359	1,615	0,643	3,5	2,5
Продовження табл.						
1	2	3	4	5	6	7
8Н	1,423	0,444	1,867	0,715	3,2	2,6
9Н	1,589	0,474	2,062	0,745	3,4	2,8
10Н	1,490	0,502	1,992	0,808	3,0	2,5
<b>Середнє</b>	<b>1,522</b>	<b>0,455</b>	<b>1,977</b>	<b>0,760</b>	<b>3,3</b>	<b>2,6</b>
<b>Плюсові дерева (30.03.05 р.)</b>						
2/3	1,337	0,413	1,750	0,762	3,2	2,3
3/5	1,217	0,359	1,576	0,612	3,4	2,6
4/6	1,374	0,421	1,795	0,648	3,3	2,8
6/7	1,520	0,425	1,945	0,654	3,6	3,0
10/11	0,992	0,244	1,236	0,488	4,1	2,5
11/12	1,325	0,390	1,715	0,582	3,4	2,9
15/17	1,556	0,468	2,024	0,633	3,3	3,2
17/19	1,121	0,281	1,402	0,281	4,0	2,2
88/31	1,168	0,310	1,478	0,539	3,8	2,7
91/34	1,365	0,366	1,731	0,704	3,7	2,5
97/30	0,984	0,214	1,198	0,604	4,6	2,0
97/43	1,212	0,283	1,495	0,666	4,3	2,2
<b>Середнє</b>	<b>1,264</b>	<b>0,348</b>	<b>1,612</b>	<b>0,598</b>	<b>3,7</b>	<b>2,6</b>
<b>Плюсові дерева (4.12.03 р.)</b>						
1/4	1,525	0,399	1,924	0,711	3,8	2,5
	2,021	0,444	2,465	0,815	4,6	3,0
7/8	1,161	0,307	1,468	0,655	3,8	2,2
	1,391	0,456	1,848	0,696	3,1	2,7
8/9	1,322	0,322	1,654	0,646	4,0	2,6
	1,942	0,610	2,552	0,749	3,2	3,4
9/10	1,429	0,458	1,887	0,714	3,1	2,6
	1,759	0,540	2,299	0,750	3,3	3,1
16/18	1,555	0,374	1,929	0,694	4,2	2,8
	1,825	0,482	2,306	0,779	3,8	3,0
14/16	1,736	0,478	2,214	0,773	3,6	2,9
	1,733	0,516	2,249	0,739	3,4	3,1
19/22	1,157	0,275	1,432	0,614	4,2	2,3
	1,611	0,434	2,046	0,733	3,7	2,7
20/23	1,140	0,290	1,429	0,584	3,9	2,4
	1,388	0,412	1,800	0,640	3,4	2,8
<b>Середнє</b>	<b>1,378</b>	<b>0,363</b>	<b>1,742</b>	<b>0,674</b>	<b>3,8</b>	<b>2,5</b>
	<b>1,709</b>	<b>0,487</b>	<b>2,196</b>	<b>0,738</b>	<b>3,6</b>	<b>3,0</b>
<b>Клони (30.03.03 р.)</b>						
5 ряд	1,557	0,383	1,940	0,823	4,1	2,4
10 ряд	1,281	0,325	1,606	0,609	3,9	2,6
14 ряд	1,286	0,354	1,640	0,591	3,6	2,8
17 ряд	1,481	0,494	1,975	0,719	3,0	2,7
<b>Середнє</b>	<b>1,401</b>	<b>0,389</b>	<b>1,790</b>	<b>0,686</b>	<b>3,7</b>	<b>2,6</b>

В період глибокого спокою (початок грудня) вміст пластидних пігментів досліджували як в однорічній, так і дворічній хвої плюсових дерев. Дослідження показали, що концентрація зелених і жовтих пігментів в однорічній хвої дерев сосни в період глибокого спокою є вища, ніж на початку вегетації (кінець березня).

У середньому сумарний вміст зелених пігментів в однорічній хвої становив 1,742, а жовтих — 0,674 мг/г абс. сух. маси. У дворічній хвої ці показники виявилися значно вищими і відповідно становили 2,196 і 0,738 мг/г абс. сух. маси. Водночас відношення хлорофілів  $a/b$  і суми хлорофілів до вмісту каротиноїдів змінилося слабо. В однорічній хвої воно відповідно становило 3,8 і 2,5, а в дворічній — 3,6 і 3,0 (див. табл.).

За даними Г. Криницького [5] в популяціях сосни звичайної Заходу України найбільша концентрація пластидних пігментів у зрілій хвої спостерігається у липні- серпні, а найменша — у лютому- березні. Він також вказує, що в умовах м'яких зим у сосни звичайної не спостерігається глибокої деградації у пігментному комплексі. Концентрація жовтих пігментів у листяному апараті сосни зростає у зимово-весняний період і знижується в літньо-осінній. Аналогічні закономірності в річній динаміці пластидних пігментів у півсбсових потомств сосни отримав В. Заїка [4], у ялини звичайної І. Ріхтер [10], І. Блінцов [1], у сосни і ялини А. Тарабрін [12]. А. Тарабрін [12], зокрема, вказує, що серед низки факторів середовища, які впливають на стан пігментного комплексу хлоропластів, основним є тривалість дня.

Як показують наші дані, на початку грудня у дерев сосни ще не пройшли глибокі зміни в стані хлорофіл-білкового комплексу. Очевидно, вони відбуваються у другій половині періоду спокою після тривалої дії короткого дня, що і призведе до відчутного зниження вмісту хлорофілів. На нашу думку, реакція дерев на закономірні зміни зовнішніх умов в річному циклі має індивідуальний генетично детермінований характер і проявляється у стані хлорофіл-білкового комплексу. Це питання досить детально вивчалося Г. Криницьким [5] у різних популяціях сосни звичайної та їх півсбсових потомств. Автором показано також особливості успадкування сезонних змін у біосинтезі пластидних пігментів півсбсовим потомством дерев різних селекційних категорій.

Отже, виходячи з результатів наших досліджень та інших учених, доцільно використовувати індивідуальні особливості в біосинтезі пігментів протягом року для виявлення генотипів високої продуктивності і біологічної стійкості до факторів зовнішнього середовища. Проведений нами кластерний аналіз отриманих результатів щодо нагромадження пластидних пігментів в однорічній хвої дерев сосни на початку вегетації показав, що дерева розділилися на декілька однорідних груп (рис.). Так, до першого кластера увійшли **плюсові** дерева (10/11, 17/19, 88/31, 97/30, 97/43), які характеризуються низьким вмістом зелених і жовтих пігментів та відношенням вмісту хлорофілів до кількості каротиноїдів. Водночас вони виділяються високими показниками відношення хлорофілів  $a/b$ . Ці дерева значно віддалені від представників II і III кластерів. До другого кластера потрапили дерева з найбільш високими показниками концентрації хлорофілів і каротиноїдів та їх відношення, і середніми показниками відношення хлорофілів  $a/b$  (див. табл.1). Як видно

з приведених даних, тут порівню представлені **плюсові і нормальні** дерева сосни. Третій кластер утворили, переважно, **нормальні** дерева. Вони характеризуються середніми показниками вмісту хлорофілів і високими каротиноїдів. Відношення хлорофілів  $a/b$  у них виявилось низьким, а вмісту зелених пігментів до жовтих коливалось від низького до середнього.

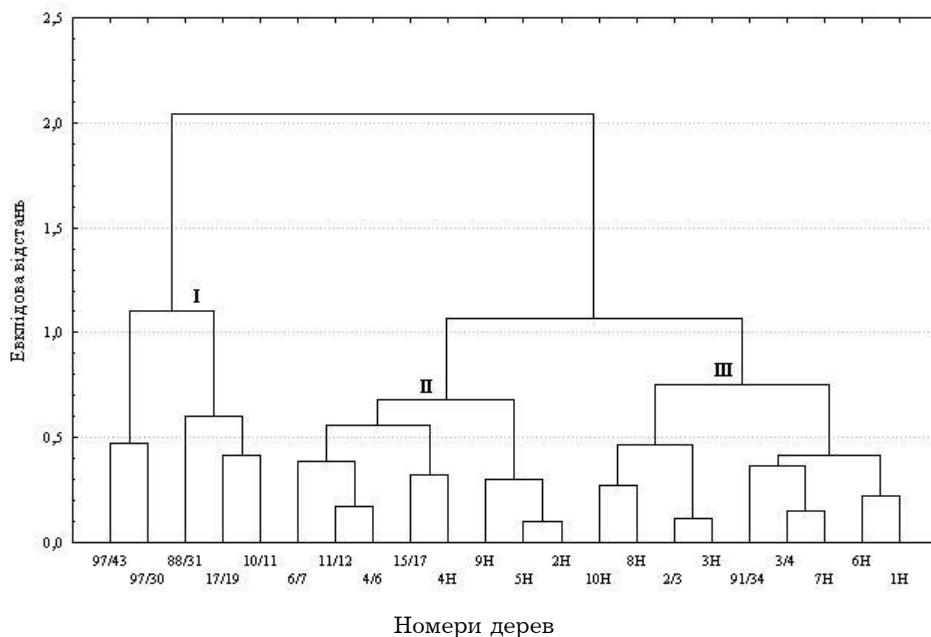


Рис. Дендрограма зв'язків між деревами сосни звичайної різних селекційних категорій за вмістом пластидних пігментів в однорічній хвої (метод повного зв'язування)

У хвої клонів плюсових дерев сумарний вміст хлорофілів у середньому становить 1,790 мг/г абс. сух. маси і каротиноїдів — 0,686 мг/г абс. сух. маси, що перевищує показники материнських дерев у період виходу зі стану вимушеного спокою та переходу до вегетації. Відношення хлорофілів  $a/b$  у них стабілізувалося на рівні 3,7, а суми хлорофілів до вмісту каротиноїдів — 2,6 і абсолютно відповідає показникам материнських дерев.

Отже, плюсові дерева сосни звичайної загалом синтезують меншу кількість зелених і жовтих пігментів, ніж нормальні дерева. Вони для здійснення процесу фотосинтезу більшою мірою використовують ближні синьо-фіолетові і далекі червоні промені.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Блинцов И. К.* Динамика содержания хлорофилла и каротиноидов в хвое ели на дерново-палево-подзолистых пылево-суглинистых почвах БССР / И. Э. Рихтер // Лесной журнал, 1983. — № 3. — С. 30—33.
2. *Гудвин Т.* Введение в биохимию растений / Т. Гудвин, Э. Мерсер // [Пер. с англ.]. — М.: Мир. — Т. 2. — 1986. — 312 с.
3. *Данькевич С. М.* Стан і шляхи збереження генофонду плюсового насадження сосни звичайної у заказнику „Лопатинський“ — основи лісонасінневої бази Радехівського держлісгоспу / С. М. Данькевич, Г. Т. Криницький // Науковий вісник УкрДЛТУ. „Лісівницькі дослідження в Україні“ (IX Погребняківські читання). — Львів: УкрДЛТУ. — С. 22—27.
4. *Заїка В. К.* Селекційно-екологічні особливості формування півсібсових потомств сосни звичайної в умовах Львівського Розточчя: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.00.18 „Лісові культури, селекція, насінництво і озеленення міст“ / В. К. Заїка. — Львів: УкрДЛТУ, 1995. — 23 с.
5. *Криницький Г. Т.* Морфологічно-фізіологічні основи селекції деревесних рослин: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора біол. наук спец. 06.03.01 „Лісові культури, селекція, насінництво та озеленення міст“, 03.00.12 „Фізіологія рослин“ / Г. Т. Криницький. — К., 1993. — 46 с.
6. *Малый* практикум по физиологии растений / [Под общ. ред. М. В. Гусева]. — М.: Изд-во МГУ, 1982. — 192 с.
7. *Мамаев С. А.* Индивидуальная изменчивость в содержании хлорофилла в хвое сосны обыкновенной / С. А. Мамаев // Закономерность формирования и дифференциации вида у древесных растений и животных. — Свердловск: АН СССР. — 1969. — Вып. 64. — С. 90—96.
8. *Новикова А. А.* Рост и развитие древесных растений в зависимости от светового режима / А. А. Новикова. — Минск: Наука и техника, 1985. — 95 с.
9. *Полевой В. В.* Физиология растений / В. В. Полевой. — М.: Высш. шк., 1989. — 464 с.
10. *Рихтер И. Э.* Динамика содержания хлорофилла в хвое ели обыкновенной / И. Э. Рихтер // Лесоведение и лесное хозяйство, 1969. — Вып. 1. — С. 48—51.
11. *Рогозин М. В.* Рост потомств сосны от урожаев разных лет / М. В. Рогозин // Лесная геоботаника и биология древесных растений. — Брянск, 1987. — С. 106—109.
12. *Тарабрин А. Д.* Динамика содержания хлорофилла в хвое сосны и ели в течение года / А. Д. Тарабрин // Лесной журнал. 1968. — № 2. — С. 35—36.

SUMMARY

Stepan Dankevych, Volodymyr Zaika, Hryhriy Krynytskyi

**BIOSYNTHESIS OF PLASTID PIGMENTS BY TREES OF SCOTCH PINE FROM DIFFERENT SELECTION CATEGORIES OF RESERVE „LOPATYN“**

Was researched the contents of plastid pigments of Scotch pine's needles from different selection categories. Was ascertained the significant individual variability of trees that consist green and yellow pigments. Was educed that pine plus trees be characterized by lower concentration of chlorophylls and carotinoids, than normal.