



**О. Р. Гнатюк, М. М. Гузь, В. К. Заїка**

Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, Україна

## ВМІСТ ПЛАСТИДНИХ ПІГМЕНТІВ У СІЯНЦЯХ ТИСА ЯГІДНОГО І ЙОГО ВЕГЕТАТИВНИХ РІЗНОВІКОВИХ САДЖАНЦЯХ

Досліджено морфометричні показники 4-7-річних сіянців та 2-річних вегетативних саджанців тиса ягідного, які вирощено із живців, відібраних з чоловічих і жіночих особин. Сіянці вирощували в умовах відкритого ґрунту. Вегетативні саджанці після вирощування упродовж двох вегетаційних періодів у парниках було висаджено у відкритий ґрунт. Вміст пластидних пігментів визначали спектрофотометричним методом. Унаслідок здійсненого дослідження встановлено, що для сіянців тиса ягідного характерний дуже повільний ріст за висотою і діаметром. У 4-7-річному віці їхня середня висота досягнула 15,2-33,9 см, середній діаметр на кореневій шийці – 2,0-3,5 мм та середній поточний лінійний приріст – 3,4-6,2 см. Приріст за висотою 2-річних живцевих саджанців тиса ягідного становить близько 4 см. Встановлено зростання морфометричних показників хвоїнок у сіянців зі збільшенням її віку. У сіянців тиса середня довжина однорічної хвої коливається в межах 15,3-16,1, 2-річної становить 16,8-19,4, 3-річної – 22,9-25,1 і у 4-річної – 28,6-29,3 мм. Морфометричні показники хвоїнок саджанців тиса виявилися значно більшими, ніж у сіянців. Довжина їхньої однорічної хвої становить 21,6-22,3 мм, ширина – 2,3-2,5 мм і товщина – 1,1 мм. У 2-річної хвої ці показники, відповідно, становлять 25,2-26,9, 3,0-3,2 і 1,2 мм. Вміст зелених пігментів у хвої 4-7-річних сіянців тиса ягідного становить 3,061-4,052, а жовтих – 0,577-0,904 мг/г абс. сух. маси. Встановлено тенденцію до зниження вмісту хлорофілів і каротиноїдів із збільшення віку хвої. Особливо чітко вона проявляється у 4-6-річних сіянців тиса ягідного. У них виявлено зменшення вмісту зелених пігментів у 2-4-річній хвої відносно однорічної на 1,7-23,8 %. Зменшення концентрації каротиноїдів – 1,6-34,1 %. Відношення хлорофілів *a/b* сіянців тиса ягідного становить 2,18-2,49. В однорічній хвої сіянців різного віку воно виявилось на 0,8-9,2 % вищим, ніж у хвої старшого віку. Величина співвідношення суми хлорофілів до каротиноїдів у сіянців становить 4,30-5,27. Незалежно від віку сіянців тиса, відношення суми хлорофілів до каротиноїдів у однорічній хвої є на 3,3-18,3 % меншим, ніж у 2-4-річній. Вміст пігментів у хвої живцевих саджанців виявився істотно меншим, ніж у сіянців. Їхня кількість в однорічній хвої живців із жіночих особин більша, ніж у чоловічих, проте у дворічній хвої виявлено кількісну перевагу пігментів у живцевих саджанців чоловічих особин. Співвідношенням суми хлорофілів до каротиноїдів у саджанців з чоловічих особин з віком хвої збільшується від 2,48 до 3,23, а у живців із жіночих особин змінюється слабо та становить 2,85-2,91.

**Ключові слова:** хлорофіл *a*; хлорофіл *b*; каротиноїди; сіянці; живцеві саджанці, *taxus baccata*.

### Вступ

В основі росту і виживання рослин в умовах природного і трансформованого середовища лежать процеси життєдіяльності. Важливою функцією зелених організмів є фотосинтез, який забезпечується наявністю в їхніх асимілюючих органах зелених і жовтих пігментів. Пластидні пігменти утворюють складні сполуки з білками тилакоїдних мембран та унаслідок складних фізико-хімічних процесів забезпечують вловлювання квантів сонячного світла і трансформацію світлової енергії в енергію хімічних сполук. Деревні види залежно від їхнього відношення до світла для забезпечення на життєво необхідному рівні інтенсивності фотосинтезу синтезують різну кількість пластидних пігментів. У зелених рослин описано близько 10 видів хлорофілів, що відрізняються між собою деякими структурними особ-

ливостями, та понад 300 видів каротиноїдів [24]. У вищих видів рослин достатньо широко вивчено значення для фотосинтезу хлорофілів *a* і *b*. За оптимальних умов загальний вміст хлорофілів і каротиноїдів характеризується відносною сталістю та детермінованими генетичними структурами. Однак, у разі зміни умов середовища (світлового режиму, вологості і трофності ґрунту, температурного режиму тощо) вміст пластидних пігментів змінюється [23]. Показником хроматичної адаптації рослин є зміна співвідношення хлорофілів *a* до *b*. У рослин, які ростуть в умовах затінення, його значення становить близько 2,5, на світлі воно зростає до 3,5-3,9, а в альпійських видів рослин досягає 5,5. При цьому фотосинтетичний апарат рослин зазнає істотних структурно-функціональних змін під впливом атмосферних забруднень, що дає підставу розглядати його

### Інформація про авторів:

**Гнатюк Олег Романович**, аспірант, кафедра лісових культур і лісової селекції. **Email:** [o.r.hnatiuk@gmail.com](mailto:o.r.hnatiuk@gmail.com)

**Гузь Микола Михайлович**, д-р с.-г. наук, професор, завідувач кафедри лісових культур і лісової селекції. **Email:** [mguz@ukr.net](mailto:mguz@ukr.net);  
<https://orcid.org/0000-0002-1335-8082>

**Заїка Володимир Костянтинович**, д-р біол. наук, професор, кафедра лісівництва. **Email:** [vkzaika@ukr.net](mailto:vkzaika@ukr.net);  
<https://orcid.org/0000-0002-2206-772X>

**Цитування за ДСТУ:** Гнатюк О. Р., Гузь М. М., Заїка В. К. Вміст пластидних пігментів у сіянцях тиса ягідного і його вегетативних різновікових саджанцях. Науковий вісник НЛТУ України. 2020, т. 30, № 4. С. 79–84.

**Citation APA:** Hnatiuk, O. R., Guz, M. M., & Zaika, V. K. (2020). Plastid pigments content in seedlings and vegetative saplings of common yew of different ages. *Scientific Bulletin of UNFU*, 30(4), 79–84. <https://doi.org/10.36930/40300414>

стан як важливий показник стійкості рослинних організмів і фітоценозів до несприятливих екологічних факторів [14, 20, 21].

Тис ягідний єдиний вид роду *Taxus* L., який природно поширений в ізольованих популяціях Українських Карпат та Криму. Деякі дослідники вважають, що екологічним бар'єром його природного поширення є холодні сильні вітри навесні та тривалі посухи [3, 7]. На фоні глобального потепління такі природні явища відбуваються і на території України. За останні 60 років середньорічна температура повітря значно підвищилась, зросла кількість опадів, почастишали тривалі бездошові періоди. Такі швидкі кліматичні зміни позначаються на стійкості рослинних організмів до умов середовища.

*Об'єкт дослідження* – 4-7-річні сіянці тиса ягідного, вирощені у лісовому розсаднику Страдчівського навчально-виробничого лісокомбінату та 2-річні вегетативні саджанці.

*Предмет дослідження* – методи і засоби визначення морфометричних показників сіянців і хвої та біосинтезу пластидних пігментів, які вирощено з живців відібраних окремо з чоловічих та жіночих особин тиса ягідного у дендропарку "Дружба" (м. Івано-Франківськ).

*Мета дослідження* – встановити особливості нагромадження зелених і жовтих пігментів у різновіковій хвої сіянців і саджанців тиса ягідного.

- Для досягнення зазначеної мети потрібно виконати такі основні завдання дослідження: дослідити морфометричні показники 4-7-річних сіянців і 2-річних живцевих саджанців тиса та їхньої хвої;
- встановити особливості формування пігментного фонду в різновіковій хвої сіянців тиса ягідного.

*Наукова новизна отриманих результатів дослідження* полягає у тому, що вперше визначено вміст пластидних пігментів у різновіковій хвої у сіянців і вегетативних саджанців тиса ягідного, вирощеного в умовах відкритого ґрунту та парниках у Західному регіоні України. Встановлено, що вміст зелених пігментів у хвої 4-7-річних сіянців тиса ягідного становить 3,061-4,052, а жовтих – 0,577-0,904 мг/г абс. сух. маси. Найбільшу їх концентрацію виявлено в однорічній хвої, а у 2-4-річній вона знизилась на 1,7-34,1 %. Відношення хлорофілів *a/b* у сіянців тиса ягідного становить 2,18-2,49, а суми хлорофілів до каротиноїдів – 4,30-5,27.

*Практична значущість результатів дослідження* полягає у тому, що отримані результати щодо формування пластидного фонду сіянців тиса ягідного свідчать про їхню високу тіншовитривалість та здатність рости під наметом лісу в умовах низької інтенсивності світла. Тис ягідний рекомендуємо використовувати як супутній деревний вид під час створення змішаних лісових культур.

*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* Фізико-хімічні дослідження тиса ягідного здебільшого пов'язані із вивченням вмісту таксолів для медичних цілей, оскільки в його деревині, корі, листі та насінні містяться терпеноїди (зокрема таксол, бакатин і таксин), стероїди (ситостерин, кампестерин), ціаногенні з'єднання (таксифілін), лігнано, дубильні речовини, феноли та їхні похідні, вітаміни, флавоноїди, антоціани, вищі жирні кислоти і вищі аліфатичні спирти [1, 2, 26]. Листя є чутливим вегетативним органом рослин і в більшості хвойних рослин живе впродовж декількох років. Це дає

змогу розглянути процеси біосинтезу пластидних пігментів залежно не тільки від сезонного розвитку, але і від віку хвої. Тривалість життя хвої тиса ягідного, згідно з літературними джерелами, може тривати до 10 років. Проте дослідники адаптивних морфолого-анатомічних змін у структурі хвої тиса відзначають скорочення тривалості її життя до 5 років, що спричинено зміною кліматичних умов у навколишньому середовищі [16].

Зі збільшенням затінення збільшується питома площа хвоїнок, їхня довжина і ширина та загальний вміст хлорофілів [4, 9, 15]. Низка авторів у процесі еколого-фізіологічних і фітоіндикаційних досліджень показали зміни параметрів флуоресценції і вмісту хлорофілів у листках рослин під впливом екологічних факторів [5, 18].

Температурні умови взимку можуть зменшити швидкість фотосинтезу у вічнозелених рослинах внаслідок впливу низьких температур на ферменти, які беруть участь у фотосинтетичних процесах. Однак низькі температури не впливають на здатність хлорофілів до поглинання світла [25]. Дослідження оптичних властивостей рослин показали, що сформовані листки вічнозелених рослин (зокрема тиса ягідного), що зимують у відкритому середовищі, мають однакове поглинання у видимій області сонячного спектра випромінювання листками першого року життя упродовж усього року [6]. При цьому взимку не спостерігається активного розпаду хлорофілів і практично відсутній процес вивітання хвої, або лускоподібних асиміляційних органів рослин родин *Cupressaceae* та *Taxaceae*. Їхнє нормальне зелене забарвлення хвої інколи переходить у бурувато-червонуваті відтінки, зумовлені, очевидно, змінами пігментів групи антоціанів або флаваноїдів. Це дає підставу припускати, що фотосинтетичний апарат вічнозелених рослин володіє комплексною системою захисних механізмів, які допомагають уникати процесу фотоінгібіції в умовах високої інсоляції і низької позитивної або негативної температури [11].

Експериментальні дослідження впливу підвищеного ультрафіолетового випромінювання (UVB) на рівень пігментів у рослинах тиса показали незначне підвищення загального вмісту хлорофілів та сильне підвищення вмісту каротиноїдів у хвої дворічних та зменшення вмісту хлорофілів і каротиноїдів у трирічних рослин [19].

Характеристика змін у особин тиса різної статі і віку, що відбуваються впродовж року щодо вмісту пластидних пігментів і споріднених з ними сполук, показують на істотні відмінності між хвоїнками різного віку лише за показниками вмісту хлорофіла *b*. Найбільші ж відмінності в сезонному розвитку між особинами чоловічої та жіночої статей за вмістом хлорофілів *a* і *b* та їхнім співвідношенням спостерігаються в осінньо-зимовий період [29].

*Матеріали та методи дослідження.* Визначення вмісту хлорофілів і каротиноїдів здійснювали спектрофотометричним методом [12]. Для виділення пігментів із хвої тиса ягідного використовували 96 % етанол. Для цього подрібнену наважку хвої масою 100 мг гомогенізували з додаванням невеликої кількості магнію карбонату та кварцового піску. До отриманої гомогенної маси додавали етанол і фільтрували з використанням фільтра Шотта пористістю 16. Отриману витяжку кількісно перенесли в мірну колбу об'ємом 25 мл.

Оптичну густину розчинів визначали на спектрофотометрі ULAB 102UV за довжини хвилі 440,5, 649 і

665 нм. Концентрацію хлорофілів (С) розраховували за формулами Вернона:  $C_a = 13,70 A_{665} - 5,76 A_{649}$  (мг/л),  $C_b = 25,80 A_{649} - 7,60 A_{665}$  (мг/л), а каротиноїдів – за Веттштейном  $C_{кар.} = 4,695 A_{440,5} - 0,268 (C_a + C_b)$ , мг/л. Вміст пігментів (X) розраховували на абсолютно суху масу за такою формулою:

$$X = \frac{VC}{m1000} K,$$

де: X – вміст пігментів, мг/г абс. сух маси; V – об'єм витяжки пігментів, мл; m – наважка рослинного матеріалу, г; C – концентрація пігментів, мг/л; K – коефіцієнт усихання хвої.

Зразки хвої відбирали окремо із сіяньців та живцевих саджанців тиса ягідного. Різновікові сіяньці тиса ягідного вирощені у лісовому розсаднику Страдцівського навчально-виробничого лісокомбінату в умовах відкритого ґрунту. Ґрунт на розсаднику дерново-слабопідзолистий супіщаний на флювіогляціальних піщаних відкладах, якому притаманний низький вміст гумусу орного горизонту (<2,5 %), низька забезпеченість обмінним калієм (близько 6,6 мг на 100 г ґрунту) рухомими формами фосфору (10-15 мг на 100 г ґрунту) та гідролітична кислотність ґрунту (0,3 ммоль на 100 г ґрунту).

Живцеві саджанці, з яких відібрано зразки хвої, вирощені у дендропарку "Дружба" (м. Івано-Франківськ). Живці для них відібрано згідно з технологіями вегетативного вирощування окремо з чоловічих та жіночих особин тиса ягідного, що ростуть на території дендропарку. Живцювання здійснено літніми живцями у 2018 р., з використанням стимулятора росту – гетероауксину. Укорінення виконували у парниках розміром 1×2 м, де на дно насипали 2-3-сантиметровий шар дренажу (керамзитний гравій), зверху насипали 5-6 см суміші торфу та чорнозему (співвідношення 1:1). Додатково здійснено дезінфекцію ґрунту розчином перманганатом калію. Щороку для адаптації живців на початку осені парники відкривали. Укорінені живці пересаджені у шкілку навесні 2020 р.

Табл. 2. Морфометричні показники різновікової хвої тиса ягідного

Вік хвої, років	Показник хвої	Варіант					
		C4	C5	C6	C7	ЖЧ	ЖЖ
1	Довжина, мм	15,7 <sup>±2,1</sup>	15,3 <sup>±2,3</sup>	15,3 <sup>±2,3</sup>	16,1 <sup>±2,0</sup>	22,3 <sup>±2,1</sup>	21,6 <sup>±2,1</sup>
	Ширина, мм	2,1 <sup>±0,1</sup>	2,0 <sup>±0,1</sup>	2,0 <sup>±0,1</sup>	2,1 <sup>±0,1</sup>	2,3 <sup>±0,2</sup>	2,5 <sup>±0,2</sup>
	Товщина, мм	0,6 <sup>±0,1</sup>	0,6 <sup>±0,1</sup>	0,6 <sup>±0,1</sup>	0,6 <sup>±0,1</sup>	1,1 <sup>±0,1</sup>	1,1 <sup>±0,1</sup>
2	Довжина, мм	16,8 <sup>±3,2</sup>	17,5 <sup>±3,1</sup>	19,4 <sup>±3,2</sup>	19,2 <sup>±3,2</sup>	26,9 <sup>±2,2</sup>	25,2 <sup>±2,1</sup>
	Ширина, мм	2,0 <sup>±0,1</sup>	2,2 <sup>±0,1</sup>	2,5 <sup>±0,1</sup>	2,4 <sup>±0,1</sup>	3,0 <sup>±0,2</sup>	3,2 <sup>±0,2</sup>
	Товщина, мм	0,7 <sup>±0,1</sup>	0,8 <sup>±0,1</sup>	0,8 <sup>±0,1</sup>	0,8 <sup>±0,1</sup>	1,2 <sup>±0,1</sup>	1,2 <sup>±0,1</sup>
3	Довжина, мм	22,9 <sup>±4,3</sup>	24,6 <sup>±4,4</sup>	25,1 <sup>±4,4</sup>	24,8 <sup>±4,4</sup>	-	-
	Ширина, мм	3,1 <sup>±0,2</sup>	3,1 <sup>±0,2</sup>	3,2 <sup>±0,2</sup>	3,2 <sup>±0,2</sup>	-	-
	Товщина, мм	0,8 <sup>±0,1</sup>	0,8 <sup>±0,1</sup>	1,1 <sup>±0,1</sup>	1,1 <sup>±0,1</sup>	-	-
4	Довжина, мм	-	-	28,6 <sup>±4,5</sup>	29,3 <sup>±4,6</sup>	-	-
	Ширина, мм	-	-	3,3 <sup>±0,2</sup>	3,4 <sup>±0,2</sup>	-	-
	Товщина, мм	-	-	1,2 <sup>±0,1</sup>	1,2 <sup>±0,1</sup>	-	-

Примітка: позначення ті ж самі, що і в табл. 1.

Згідно з даними табл. 2, зі збільшенням віку хвої її морфометричні показники зазвичай зростають. Найчіткіше ця закономірність проявляється у зміні довжини хвоїнок. Так, у 4-7-річних сіяньців тиса середня довжина однорічної хвої становить 15,3-16,1 мм, у 2-річної вона зросла до 16,8-19,4 мм, у 3-річної – до 22,9-25,1 мм і у 4-річної – до 28,6-29,3 мм. З довжиною хвої сіяньців тиса корелює її ширина і товщина. Однак ці показники

## Результати дослідження та їх обговорення

Для тиса ягідного характерна низька інтенсивність росту. Його сіяньці у 4-річному віці досягають середньої висоти близько 15 см, а середній поточний лінійний приріст становить 3,4 см (табл. 1). З віком сіяньців їхній поточний лінійний приріст збільшується повільно. Так, у 5-річних сіяньців він становив 5,2 см, а в 6-7-річних зріс до 5,8-6,2 см. Такі показники приросту за висотою забезпечили зростання середньої висоти 5-7-річних сіяньців тиса до 21,4-33,9 см.

Табл. 1. Біометричні показники сіяньців і саджанців тиса ягідного

Варіант	Середні показники		
	h, см	d <sub>кор. шийки</sub> , мм	Z <sub>2019</sub> , см
C4	15,2 <sup>±1,1</sup>	2,0 <sup>±0,5</sup>	3,4 <sup>±1,1</sup>
C5	21,4 <sup>±1,4</sup>	2,0 <sup>±0,5</sup>	5,2 <sup>±0,9</sup>
C6	26,7 <sup>±1,2</sup>	3,0 <sup>±0,5</sup>	5,8 <sup>±0,8</sup>
C7	33,9 <sup>±2,6</sup>	3,5 <sup>±0,5</sup>	6,2 <sup>±0,9</sup>
ЖЧ	26,3 <sup>±2,7</sup>	3,5 <sup>±0,5</sup>	4,2 <sup>±1,1</sup>
ЖЖ	24,5 <sup>±3,2</sup>	3,5 <sup>±0,5</sup>	4,3 <sup>±0,9</sup>

Примітка: C4 – чотирирічні, C5 – п'ятирічні, C6 – шестирічні, C7 – семирічні сіяньці; ЖЧ – живцеві саджанці, живці яких відібрані із чоловічих особин тиса ягідного, ЖЖ – із жіночих особин тиса ягідного.

Дуже низька інтенсивність росту сіяньців тиса характерна за діаметром. Так, у 4-5-річних його особин середнє значення діаметра кореневої шийки становить всього 2,0 мм, у 6-річних воно зросло до 3,0 мм, а у 7-річних – до 3,5 мм. Аналогічними показниками ростових процесів характеризуються 2-річні живцеві саджанці тиса ягідного. Їхній поточний лінійний приріст становить близько 4 см (див. табл. 1).

Встановлені низькі показники ростових процесів у тиса ягідного є характерними для тіншовитривалих видів. А тис, як відомо, належить до найбільш тіншовитривалих деревних видів. У тіншовитривалих видів дуже повільно проходять метаболічні процеси, що відповідно і відображається на рості різних вегетативних органів. До них належить також хвоя, морфометричні показники якої наведено в табл. 2.

значно слабше, ніж довжина, залежать від віку рослин. Наприклад, ширина однорічних хвоїнок у 4-7-річних сіяньців коливається в межах 2,0-2,1 мм, 2-річної – 2,0-2,5 мм і 3-річної – 3,1-3,2 мм.

Морфометричні показники хвоїнок 2-річних живцевих саджанців тиса виявилися значно більшими, ніж у сіяньців (див. табл. 2). Довжина їхньої однорічної хвої становить 21,6-22,3 мм, ширина – 2,3-2,5 мм і товщи-

на – 1,1 мм. У 2-річної хвої ці показники, відповідно, становлять 25,2-26,9, 3,0-3,2 і 1,2 мм.

Крім розмірів хвої, індикатором життєдіяльності рослин є вміст пластидних пігментів. Їхній біосинтез регулюється як генетичними структурами, так і факторами довкілля [8, 10, 17, 28]. Вміст пластидних пігментів у дерев характеризується значною сезонною динамічністю [8, 10]. Відомо, що вміст хлорофілів і каротиноїдів у тньовитривалих видів є значно більшим, ніж у світлолюбних [10, 22, 27]. Із зовнішніх факторів на біо-

осинтез пластидних пігментів найбільше впливає інтенсивність світла. Тому в разі затінення листків вміст пігментів у них, зазвичай, зростає [13].

Сіянци тиса ягідного ростуть в однорідних екологічних умовах, а тому біосинтез пластидних пігментів у них визначається внутрішніми генетичними структурами. Вміст хлорофілів і каротиноїдів у сіянцив та живцевих саджанців тиса визначали у травні 2020 р., на початку вегетації рослин. Отримані результати дослідження наведено в табл. 3.

Табл. 3. Вміст пластидних пігментів у хвої сіянцив і саджанців тиса ягідного

Варіант	Вік хвої, років	Вміст пігментів, мг/г абс. сух. маси				Відношення	
		хл. <i>a</i>	хл. <i>b</i>	<i>a+b</i>	карот.	<i>a/b</i>	( <i>a+b</i> )/карот.
С4	1	2,724	1,162	3,886	0,904	2,34	4,30
	2	2,724	1,096	3,820	0,824	2,49	4,64
	3	2,332	1,030	3,362	0,686	2,26	4,90
С5	1	2,849	1,203	4,052	0,896	2,37	4,52
	2	2,456	1,044	3,500	0,795	2,35	4,40
	3	2,142	0,947	3,089	0,661	2,26	4,67
С6	1	2,763	1,173	3,936	0,876	2,36	4,49
	2	2,632	1,177	3,809	0,788	2,24	4,83
	3	2,284	1,004	3,288	0,689	2,27	4,77
	4	2,109	0,952	3,061	0,577	2,22	5,31
С7	1	2,245	0,936	3,181	0,700	2,40	4,54
	2	2,538	1,104	3,642	0,733	2,30	4,97
	3	2,237	0,980	3,217	0,689	2,28	4,67
	4	2,280	1,047	3,327	0,631	2,18	5,27
ЖЧ	1	0,713	0,280	0,993	0,401	2,55	2,48
	2	0,989	0,435	1,424	0,441	2,27	3,23
ЖЖ	1	1,172	0,452	1,624	0,558	2,59	2,91
	2	0,779	0,334	1,113	0,390	2,33	2,85

Згідно з даними табл. 3, у хвої сіянцив тиса спостерігається значне нагромадження зелених і жовтих пігментів. Так, сумарний вміст хлорофілів у їхній однорічній хвої коливається в межах 3,181-4,052, у 2-річній – 3,500-3,820, у 3-річній – 3,089-3,362 і у 4-річній – 3,061-3,327 мг/г абс. сух. маси. Спостерігається тенденція до зниження вмісту хлорофілів зі збільшення віку хвої. Особливо чітко вона проявляється у 4-6-річних сіянцив тиса ягідного. У них зменшення вмісту зелених пігментів у дворічній хвої відносно однорічної становить 1,7-13,6 %, а у 3-4-річній – 13,5-23,8 %. У 7-річних сіянцив встановлено значне збільшення на 14,5 % сумарного вмісту хлорофілів у 2-річній, а його нагромадження близьке до однорічної у 3-4-річній хвої. Встановлені закономірності нагромадження сумарного вмісту зелених пігментів характерні також і для хлорофілів *a* і *b*. Зменшення вмісту хлорофіла *a* у 2-4-річній хвої 4-6-річних сіянцив відносно однорічної хвої досягає 23,7-24,8 %, а хлорофіла *b* – 18,8-21,3 %.

Одним із показників, який характеризує структуру пігментного фонду, є відношення хлорофілів *a/b*. Його величина для однорічної хвої сіянцив тиса ягідного становить 2,26-2,49, для дворічної – 2,24-2,35, для трирічної – 2,22-2,40 і для чотирирічної – 2,18-2,28. Встановлено його зростання в однорічній хвої сіянцив тиса різного віку на 0,8-9,2 %. Найістотніші відмінності за цим показником між одно- та 2-4-річною хвоєю виявлено у 6-7-річних його сіянцив. Отже, в однорічній хвої тиса спостерігаються певні відмінності у засвоєнні квантів сонячного світла, порівняно з 2-4-річною хвоєю. Однорічна хвоя інтенсивніше поглинає ближню синьо-фіолетову і далеку червону частини видимого спектра, ніж 2-4-річна хвоя.

Виявлені особливості у біосинтезі хлорофілів у хвої різного віку, очевидно, є характерними для тиса ягідного. В інших хвойних видів, наприклад у сосни звичайної, вміст хлорофілів зростає зі збільшенням віку хвої [8, 10].

Каротиноїди відіграють важливу роль, як додаткові пігменти, у поглинанні квантів сонячного світла та підвищують стійкість пігментного фонду рослин до негативної дії факторів довкілля. За нашими даними, їхній вміст в однорічній хвої сіянцив тиса ягідного коливається в межах 0,700-0,904 мг/г абс. сух. маси, у дворічній – 0,733-0,824, у трирічній – 0,661-0,689 і у чотирирічній – 0,577-0,631. З віком хвої концентрація каротиноїдів значно (на 1,6-34,1 %) зменшується. Найбільші відмінності між одно- і 2-4-річною хвоєю за вмістом каротиноїдів виявлено у 4-6-річних сіянцив.

Величина співвідношення суми хлорофілів до каротиноїдів у 4-річних сіянцив становить 4,30-4,77, у 5-річних – 4,64-5,31, у 6-річних – 4,49-4,90 і у 7-річних – 4,52-5,27. Незалежно від віку сіянцив тиса відношення суми хлорофілів до каротиноїдів в однорічній хвої виявилось на 3,3-18,3 % меншим, ніж у 2-4-річній. Це свідчить про те, що зі збільшенням віку хвої тиса посилюється роль жовтих пігментів у фотосинтетичних процесах

Вміст пігментів у хвої дворічних живцевих саджанців виявився істотно меншим, ніж у сіянцив. Сумарний вміст хлорофілів в однорічній хвої саджанців, вирощених із живців чоловічих особин, становить 0,993 мг/г абс. сух. маси, а у дворічній – зріс на 43,4 %. У вегетативних саджанців, вирощених із живців жіночих особин, вміст хлорофілів в однорічній хвої становить 1,624 мг/г абс. сух. маси, що на 31,5 % більше, ніж у

дворічній (див. табл. 3). В обох варіантах вміст хлорофіла *a* перевищує хлорофіл *b*, а їхнє співвідношення коливається в межах 2,27-2,59. При цьому показники відношення хлорофілів *a/b* в однорічній хвої виявились на 10,0-11,0 % вищими, ніж у дворічній.

Вміст каротиноїдів у саджанців становить 0,390-0,558 мг/г абс. сух. маси. У саджанців, вирощених із живців чоловічих особин, їх вміст у дворічній хвої на 10,0 % перевищує вміст в однорічній. У живцевих саджанців із жіночих особин тиса навпаки встановлено зростання кількості каротиноїдів в однорічній хвої та зниження у дворічній. Загалом вміст пігментів в однорічній хвої живців із жіночих особин більший, ніж у чоловічих, проте у дворічній хвої спостерігається кількісна перевага пігментів у живців із чоловічих особин.

Співвідношення суми хлорофілів до каротиноїдів у живців із чоловічих особин з віком хвої збільшується від 2,48 до 3,23, а у живців із жіночих особин змінюється слабо та становить 2,85-2,91.

## Висновки

З'ясовано, що для сіянці тиса ягідного характерний дуже повільний ріст за висотою і діаметром. У 4-7-річному віці їхня середня висота становить 15,2-33,9 см, середній діаметр – 2,0-3,5 мм та середній поточний лінійний приріст – 3,4-6,2 см. Морфометричні показники хвоїнок у сіянців зі збільшенням віку хвої зростають. У 4-7-річних сіянців тиса середня довжина однорічної хвої коливається в межах 15,3-16,1, у 2-річної вона зростає до 16,8-19,4, у 3-річної – до 22,9-25,1 і у 4-річної – до 28,6-29,3 мм.

Встановлено, що вміст зелених пігментів у хвої 4-7-річних сіянців тиса ягідного становить 3,061-4,052, а жовтих – 0,577-0,904 мг/г абс. сух. маси. Із збільшенням віку хвої спостерігається тенденція до зниження вмісту хлорофілів і каротиноїдів. Особливо чітко вона проявляється у 4-6-річних сіянців тиса ягідного. У них зменшення вмісту зелених пігментів у 2-4-річній хвої відносно однорічної становить 1,7-23,8 %. Зменшення концентрації каротиноїдів становить на 1,6-34,1 %.

Визначено відношення хлорофілів *a/b* сіянців тиса ягідного, яке становить 2,18-2,49. В однорічній хвої сіянців різного віку воно виявилось на 0,8-9,2 % вищим, ніж у хвої старшого віку. Величина співвідношення суми хлорофілів до каротиноїдів у сіянців становить 4,30-5,27. Незалежно від віку сіянців тиса відношення суми хлорофілів до каротиноїдів у однорічній хвої є на 3,3-18,3 % меншим, ніж у 2-4-річній.

## References

- Alloatti, G., Penna, C., Levi, R. C., Gallo, M. P., Appendino, G., & Fenoglio, I. (1996). Effects of yew alkaloids and related compounds on guinea-pig isolated perfused heart and papillary muscle. *Life sciences*, 58(10), 845–854. [https://doi.org/10.1016/0024-3205\(96\)00018-5](https://doi.org/10.1016/0024-3205(96)00018-5)
- Appendino, G., Tagliapietra, S., Özen, H. Ç., Gariboldi, P., Gabetta, B., & Bombardelli, E. (1993). Taxanes from the seeds of *Taxus baccata*. *Journal of Natural Products*, 56(4), 514–520.
- García, D., Zamora, R., Hódar, J. A., Gómez, J. M., & Castro, J. (2000). Yew (*Taxus baccata* L.) regeneration is facilitated by fleshy-fruited shrubs in Mediterranean environments. *Biological conservation*, 95(1), 31–38.
- Iszkuło, G., Lewandowski, A., Jasinska, A. K., & Dering, M. (2007). Light limitation of growth in 10-year-old seedlings of *Taxus baccata* L. (European yew). *Polish Journal of Ecology*, 55(4), 827–831.
- Kooten, O. V., & Snel, J. F. (1990). The use of chlorophyll fluorescence nomenclature in plant stress physiology. *Photosynthesis research*, 25(3), 147–150.
- Kopyi, L. I., Ozarkiv, O. I., & Terelya, I. P. (2012). Analysis of photometric and spectrometric studies of living plant leaves. *Scientific Bulletin of UNFU*, 22(6), 50–56. [In Ukrainian].
- Korshykov, I. I. (2019). Viability of Common Yew (*Taxus Baccata* L.) Plants in Conditions of Kryvyi Rih. *Introduktsiia roslyn*, (1), 58–67. [In Ukrainian].
- Krynitskyi, H. T. (1993). dissertation Morphophysiological Bases of Woody Plant Breeding. *Extended abstract of PhD* (Biological Sciences). [In Russian].
- Liu, W., Li, S., Su, L., & Su, J. (2013). Variation and correlations of leaf traits of two *Taxus* species with different shade tolerance along the light gradient. *Polish Journal of Ecology*, 61(2), 329–339.
- Mamaev, S. A. (1973). Forms of Intraspecific Variability of Woody Plants on the Example of the Pinaceae Family in the Urals. Moscow: Nauka. [In Russian].
- Maslova, T. G., Mamushina, N. S., Zubkova, E. K., Sherstneva, O. A., & Tjutereva, E. V. (2014). Photosynthesis and Plastid Pigments of Overwintering Evergreen Plants. In *Botanika: istoriya, teoriya, praktika* (k 300-letiyu osnovaniya Botanicheskogo instituta im. V. L. Komarova Rossiyskoy akademii nauk), 131–135. [In Russian].
- Musiienko, M. M., Parshykova, T. V., & Slavnyi, P. S. (2001). Spectrophotometric Methods in the Practice of Physiology. *Biocchemistry and Ecology of Plants*, 200, 58–63. [In Ukrainian].
- Nesterovich, N. D., & Margaylik, G. I. (1969). *Effect of Light on Woody Plants*. Minsk: Nauka i tehnika. [In Russian].
- Neverova, O. A., & Kolmogorova, E. Yu. (2003). Woody Plants and Urbanized Environments. Novosibirsk: Nauka. [In Russian].
- Perrin, P. M., & Mitchell, F. J. (2013). Effects of shade on growth, biomass allocation and leaf morphology in European yew (*Taxus baccata* L.). *European Journal of Forest Research*, 132(2), 211–218.
- Ramazanov, Z. R., Asadulaev, Z. M., & Omarova, P. K. (2016). Adaptive Morphological and Anatomical Specifics of *Taxus Baccata* Needles in Piedmont Dagestan. Dagestan State Pedagogical University. *Journal. Natural and Exact Sciences*, 10(2), 56–63. [In Russian].
- Rogozin, M. V. (1987). Growth of Pine Offspring from Harvests of Different Years. In *Lesnaya geobotanika i biologiya drevesnykh rasteniy*, pp. 106–109.
- Roháček, K., & Barták, M. (1999). Technique of the modulated chlorophyll fluorescence: basic concepts, useful parameters, and some applications. *Photosynthetica*, 37(3), 339. [In Russian].
- Rybus-Zajac, M. (2010). Wpływ zwiększonego promieniowania UV-B na poziom barwników chloroplastowych w roślinach cisa pospolitego (*Taxus baccata* L.). *Nauka Przyroda Technologie*, 4(3), 38–43.
- Serheichik, S. A. (2010). Ecological and Physiological Assessment of the Phytotoxicity of Pharmacaldehyde. *Nauchnye trudy Belorusskoho hosudarstvennogo ekonomicheskoho unyversyteta*, 376–383. [In Russian].
- Solodkyi, V. D., Masikevych, Yu. H., & Rylskyi, O. F. (2012). Features of Photoassimilation Ability of Wood Breeds in the Conditions of the Urbogenic Environment. *Visnyk Zaporizkoho Natsionalnogo universytetu*, 9, 131–136. [In Ukrainian].
- Tselniker, Yu. L. (1978). Physiological Bases of Shade Tolerance of Woody Plants. Moscow: Nauka. [In Russian].
- Tuzhilkina, V. V. (2009). The Response of the Pigment System of Conifers to Long-term Aerotechnogenic Pollution. *Ekologiya*, (4), 243–248. [In Russian].
- Tyukavkina, N. A., & Bukov, Yu. I. (1991). Biopharmaceutical chemistry. Moscow: Nauka, 477 p. [In Russian].
- Verhoeven, A. S., Swanberg, A., Thao, M., & Whiteman, J. (2005). Seasonal changes in leaf antioxidant systems and xanthophyll cycle characteristics in *Taxus x media* growing in sun and shade environments. *Physiologia Plantarum*, 123(4), 428–434.
- Wilson, C. R., Sauer, J., & Hooser, S. B. (2001). Taxines: a review of the mechanism and toxicity of yew (*Taxus* spp.) alkaloids. *Toxicon: official journal of the International Society on Toxino-*

- logy, 39(2–3), 175–185. [https://doi.org/10.1016/s0041-0101\(00\)00146-x](https://doi.org/10.1016/s0041-0101(00)00146-x)
27. Zaika, V. K. & Karpyn, N. I. (2017). Morphophysiological Features of Life of Species of the Genus *Tilia* L. in an Urban Environment. Lvivskiy natsionalnyi universytet imeni Ivana Franka, *Biologichni studii: naukovyi zhurnal*, 11(3–4), 46–47. [In Ukrainian].
28. Zaika, V. K. (1995). Some Morphophysiological Aspects of the Formation of Young Semi-personal Offspring of Scots Pine in Lviv Roztocze. *Scientific Bulletin of UkrSFU. Natural research in Roztocze*, 4, 132–145. [In Ukrainian].
29. Zarek, M. (2016). Seasonal fluctuations of photosynthetic pigments content in *Taxus baccata* needles. *Dendrobiology*, 76, 13–24.

**O. R. Hnatiuk, M. M. Guz, V. K. Zaika**

*Ukrainian National Forestry University, Lviv, Ukraine*

## **PLASTID PIGMENTS CONTENT IN SEEDLINGS AND VEGETATIVE SAPLINGS OF COMMON YEW OF DIFFERENT AGES**

The obtained results of determining the content of chlorophylls and carotenoid pigments in fir needles of different age of the planting stock of common yew grown in the open ground and in greenhouses in the western regions of Ukraine indicate the high adaptability of young common yew plants in the conditions of Western Ukraine. The possibility of using the species in landscaping of urban areas as the one resistant to man-made pollution has been confirmed as based on the interrelations of pigment content in assimilation organs. The amount of chlorophylls of types *A* and *B*, their total content, the amount of carotenoid pigments, their ratio in the multiple-aged fir needles of 4-7-year-old common yew seedlings grown in the forest nursery of Stradch Training and Production Forest Enterprise and 2-year-old transplanted cuttings, which are selected separately from male and female samples of common yew in the arboretum "Druzhba" (Ivano-Frankivsk) were studied. The amount of chlorophyll *A* in seedlings of different ages is 2.109-2.849 mg/g of oven-dry mass, of chlorophyll *B* – 0.936-1.203 mg/g of oven-dry mass, carotenoids make up 0.577-0.904 mg/g of oven-dry mass. The smallest amount of carotenoids was found in the fir needles of the plants that had the lowest level of chlorophylls. The ratio of chlorophyll *A* to chlorophyll *B* ranges from 2.18 to 2.49, and the ratio of the sum of chlorophyll to carotenoids is 4.30-5.31. A slight increase can be noted in the ratio of chlorophyll to carotenoid pigments if seedlings and fir needles are older. Chlorophyll *A* content in transplanted cuttings is 0.713-1.172 mg/g of oven-dry mass, chlorophyll *B* content makes up 0.280-0.452 mg/g of oven-dry mass, carotenoids content is 0.390-0.558 mg/g of oven-dry mass. The dependency between the ratio of chlorophyll *A* to chlorophyll *B* (2.33-2.59) and the ratio of the amount of chlorophyll to carotenoids (2.48-3.23) and the gender of transplanted cuttings was not observed. The high content of pigments in the fir needles of different age and in seedlings of common yew indicates the high resistance of plants to air pollution and the process flow of photosynthesis without disturbances. Thus, common yew trees grown in both open ground and greenhouses are characterized by a high level of viability and can be potentially used in landscaping as a shade-tolerant species.

**Keywords:** chlorophyll *A*; chlorophyll *B*; carotenoids; seedlings; transplanted cuttings; *Taxus baccata* L.