

*the conditions of Chernihiv Polissia. It has been carried out preliminary expert scientifically sound assessment of the suitability of using certain cultivars of poplar among clones of domestic and foreign breeding tested in test cultures for plantations establishment in conditions of wet fairly infertile pine site type and fairly infertile oak site type. It is determined that for establishing of forest plantations in the conditions of wet fairly infertile pine site type it is more efficient to use poplar cuttings of Toropohrytskii clone, and in the conditions of the wet and fairly infertile oak site type besides the mentioned cultivar, the clones 'Blanc de Poitou', 'Serotina' and 'San Giorgio' are better*

**Keywords:** poplar, plantation forestry, forestry plantations, cultivar, clone, wooded cuttings.

**УДК 630\*2:631.53.03:582.475.4**

### **ВПЛИВ РІЗНИХ УМОВ ПІДЖИВЛЕННЯ НА СИНТЕЗ ФЕНОЛЬНИХ СПОЛУК І ПІГМЕНТНИЙ КОМПЛЕКС ХВОЇ СІЯНЦІВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ**

**А. П. ПІНЧУК**, кандидат сільськогосподарських наук, докторант кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій \*<sup>5</sup>

**Національний університет біоресурсів і природокористування України**

**А. Ф. ЛІХАНОВ**, кандидат біологічних наук, доцент, старший науковий співробітник відділу дендрології та паркознавства

**Інститут еволюційної екології НАН України**

*E-mail:* [a\\_pinchuk@nubip.edu.ua](mailto:a_pinchuk@nubip.edu.ua)

**Анотація.** *Вирощування якісного садивного матеріалу передбачає підбір оптимальних умов підживлення, що потребує розуміння біохімічних і фізіологічних процесів, які пов'язані з адаптацією сіянців. Надійним інтегральним показником стану життєздатності рослин є склад пластидних пігментів, активність оксидоредуктаз, синтез вторинних метаболітів, у тому числі фенольних сполук, пігментного комплексу.*

*Наведено результати досліджень впливу водорозчинних добрив «Гармонія», «Розсада-старт» і «Новоферт-Універсал» на вміст фенольних речовин у хвої сіянців сосни звичайної за різних умов їхнього підживлення. Показано особливості синтезу фенольних сполук, вмісту і співвідношення пластидних пігментів у хвої сіянців сосни звичайної під дією водорозчинних добрив.*

**Ключові слова:** добрива, сіянці, сосна звичайна, феноли, флавоноїди.

---

\* Науковий консультант – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник П. П. Яворовський.

**Актуальність.** На сучасному етапі розвитку людства змінилося його ставлення до лісів від ресурсного до екологічного. Цінність лісів не обмежується їхніми захисними, санітарно-гігієнічними, водоохоронними, оздоровчими функціями, водночас, ліс залишається відновлювальним джерелом деревини [6]. За таких умов на перший план виходить питання щодо необхідності забезпечення відтворення лісів якісним садивним матеріалом, стійким проти несприятливих чинників навколишнього середовища, чому сприятиме застосування добрив і біологічно активних речовин. Однак вирощування такого садивного матеріалу передбачає підбір оптимальних умов підживлення, що потребує розуміння біохімічних і фізіологічних процесів, які пов'язані з адаптацією сіянців. Надійним інтегральним показником стану життєздатності рослин є склад пластидних пігментів, активність оксидоредуктаз, синтез вторинних метаболітів, у тому числі фенольних сполук, пігментного комплексу [3], а їхній синтез є досить чутливою компонентою в системі фізіологічних адаптацій, оскільки останні суттєво впливають на морфогенез рослин [1; 9], виконують широкий спектр регуляторних і захисних функцій [2], впливають на якісний і кількісний склад, зокрема за умов застосування біостимуляторів [12], їхнє кількісне і якісне співвідношення є інформативними маркерами загального стану рослин.

**Мета дослідження:** виявлення вмісту фенольних сполук і пластидних пігментів у хвої сіянців сосни звичайної залежно від різних умов їхнього підживлення.

**Матеріали та методи дослідження.** Під час проведення досліджень ми вивчали ефективність дії водорозчинних добрив «Гармонія», «Розсада-Старт» і «Новоферт-Універсал» на формування продуктивності садивного матеріалу сіянців сосни звичайної, який вирощували на навчально-дослідному розсаднику кафедри лісовідновлення та лісорозведення НУБіП України упродовж 2013–2015 рр.

Програмою досліджень було передбачено вивчення ефективності застосування одноразових позакореневих підживлень водорозчинними добривами на початку відновлення вегетації рослин (початок травня) у період прокидання точки росту та дворазових – на початку відновлення вегетації рослин (початок травня) у період прокидання точки і наприкінці періоду вегетації рослин (на початку серпня), коли відбувалося визрівання річного приросту та підготовки деревних рослин до зими.

У дослідженнях як вихідний матеріал використовували насіння сосни звичайної 1 та 3 класу якості [5].

Вміст хлорофілів *a*, *b* і каротиноїдів у хвої визначали в метанольних екстрактах, які отримували у співвідношенні 1:10 (наважка рослинного матеріалу : метанол). Кількісний вміст хлорофілів ( $Cl_a$  і  $Cl_b$ ) і каротиноїдів ( $C_{(x+c)}$ ) у хвої визначали на сканувальному спектрофотометрі OptizenPop (Південна Корея) за формулою:

$$Cl_a \text{ (мг/мл)} = 16,72A_{665,2} - 9,16A_{652,4}$$

$$Cl_b \text{ (мг/мл)} = 34,09A_{652,4} - 15,28A_{665,2}$$

$$C_{(x+c)} \text{ (мг/мл)} = (1000A_{700} - 1,63C_a - 104,96C_b) / 221. [10]$$

Загальний вміст фенольних сполук визначали спектрофотометричним методом (СФ Optizen Pop, Південна Корея) за допомогою реактиву Фоліна–Чекольтеу (Folin & Ciocalteu's phenol reagent) [4].

Кількісний вміст флавоноїдів у хвої визначали спектрофотометрично за довжиною хвилі  $\lambda = 419$  нм. До 300 мкл метанольного екстракту хвої послідовно додавали 200 мкл 0,1 М розчину хлориду алюмінію ( $AlCl_3$ ) і 300 мкл 1 М ацетату натрію ( $CH_3COONa$ ). Калібрувальний графік будували за кверцетином (Sigma, Germany). Повторність фітохімічних досліджень – чотирикратна. Біохімічне профілювання вегетативних органів рослин виконували методом ТШХ на пластинках сілікагель 60 (Sorbfil F<sub>254</sub>) і ВЕТШХ (Merck). Розділення флавоноїдів і оксикоричних кислот проводили у двох системах розчинників: 1) хлороформ – оцтова кислота – метанол – вода (60:32:12:8); 2) етилацетат – оцтова кислота – мурашина кислота – вода (100:11:11:26). Для визначення хімічної природи речовин хроматограми обробляли хромогенними реагентами. Показники  $R_f$  індивідуальних сполук визначали фотоденситометрично за використання комп'ютерної програми Sorbfil TLC. Статистичну обробку даних виконували з використанням програми Statistica 7.0.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Результати фітохімічних досліджень рослинного матеріалу показали, що за умов застосування різних варіантів позакореневого підживлення у хвої сіянців сосни звичайної спостерігається помітна різниця у кількісному складі фенольних речовин. Значна частина індивідуальних сполук представлена оксибензойними і оксикоричними кислотами, їх кон'югатами та флавоноїдами. За нашими даними, вміст фенольних сполук у тканинах хвої коливається у межах від 54 до 119 мг·г<sup>-1</sup> (табл. 1).

Виявлено, що співвідношення загального вмісту фенолів до групи флавоноїдів у хвої сіянців сосни звичайної за умов внесення різних за хімічним складом мікродобрив було майже у 20 разів більшим. На фоні суттєвої різниці загального пулу фенолів, кількісний вміст флавоноїдів у досліджених варіантах виявився достатньо стабільним, що може свідчити про функціональну збалансованість синтезу флавоноїдів та їх важливу регуляторну роль в забезпеченні процесу біохімічного балансу органів.

За умов підвищення або зниження концентрації одного з фенольних компонентів, що відбувається у клітинах за дії стресових чинників, рослинний організм активує ферментні системи, які є складовими метаболічних ланцюгів компенсаторних реакцій.

У сосни звичайної ключовими ферментами в біосинтезі флавоноїдів і стильбенів є халконсинтаза (CHS) і стильбенсинтаза (STS), які є тісно пов'язаними між собою. У дослідженнях Флігмана зі співавторами було показано, що у проростків сосни в умовах стресу відбувається тимчасове збільшення активності CHS із піком через 16 годин [9]. У проростках сосни звичайної цей фермент як субстрат використовує 4-кумароїл-CoA (до нарингенін-халкона), а також цинамоїл-CoA з отриманням похідного халкона пінокебріна. Активність стильбенсинтази типу STS 1 зростала з

запізненням у 6 годин і максимум її активності спостерігався через 30 годин після стресового впливу.

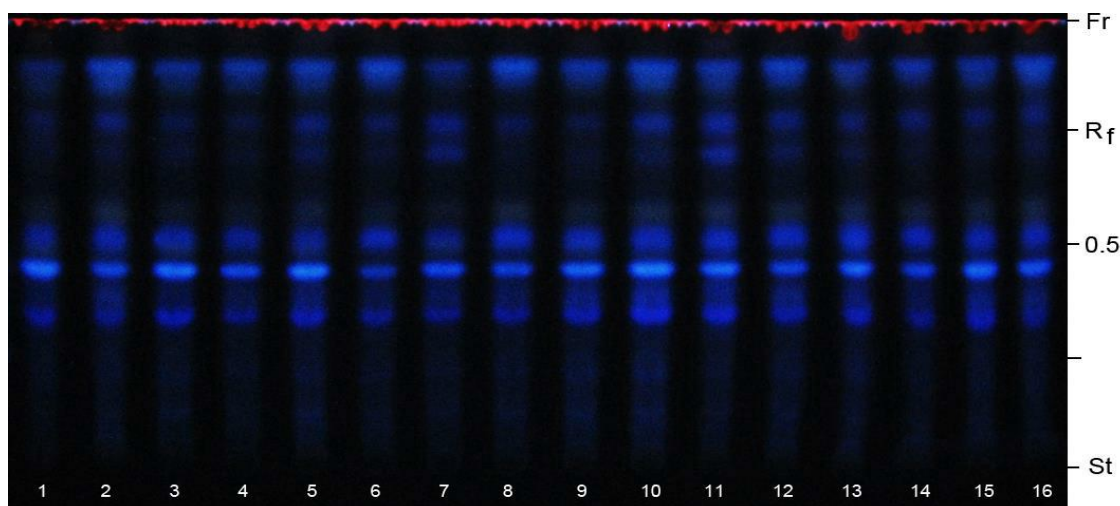
### 1. Загальний уміст фенольних сполук і флавоноїдів (мг·г<sup>-1</sup> сирової маси) у хвої сіянців сосни звичайної за різних умов їхнього підживлення

Умови підживлення сіянців*	Феноли (Ph)	Флавоноїди (F)	Відношення Ph / F
1	118,9 ± 4,8	6,1 ± 0,2	19,5 ± 0,8
2	90,3 ± 3,6	7,6 ± 0,3	11,9 ± 0,5
3	67,1 ± 2,0	7,6 ± 0,3	8,8 ± 0,4
4	59,6 ± 2,4	9,3 ± 0,4	6,4 ± 0,3
5	70,4 ± 2,8	9,0 ± 0,5	7,8 ± 0,3
6	72,6 ± 2,9	9,5 ± 0,4	7,6 ± 0,3
7	54,3 ± 2,2	9,1 ± 0,4	6,0 ± 0,2
8	62,6 ± 2,5	2,3 ± 0,1	27,2 ± 0,8
9	106,9 ± 5,3	9,9 ± 0,3	10,8 ± 0,4
10	76,0 ± 3,0	9,5 ± 0,4	8,0 ± 0,3
11	91,2 ± 4,6	9,8 ± 0,4	9,3 ± 0,4
12	75,7 ± 3,0	9,1 ± 0,4	8,3 ± 0,3
13	97,2 ± 3,9	10,0 ± 0,4	9,7 ± 0,4
14	73,7 ± 2,9	9,1 ± 0,4	8,1 ± 0,3
15	96,3 ± 3,9	10,0 ± 0,4	9,6 ± 0,4
16	101,5 ± 4,1	8,2 ± 0,3	12,4 ± 0,5

\* Примітка: 1 – відкритий ґрунт; 2 – прикоп; 3 – контроль; 4 – «Новоферт-Універсал» (НФ) – 2-разове підживлення; 5 – «Гармонія» (Г) – 1-разове підживлення (3 кл.); 6 – «Розсада-Старт» (РС) – 2; 7 – Г – 1; 8 – Г – 2; 9 – Г – 2 (3 кл.); 10 – РС – 1; 11 – РС – 2 (3 кл.); 12 – НФ – 2 (3 кл.); 13 – контроль (3 кл.); 14 – НФ – 1 (3 кл.); 15 – РС – 1 (3 кл.); 16 – НФ – 1.

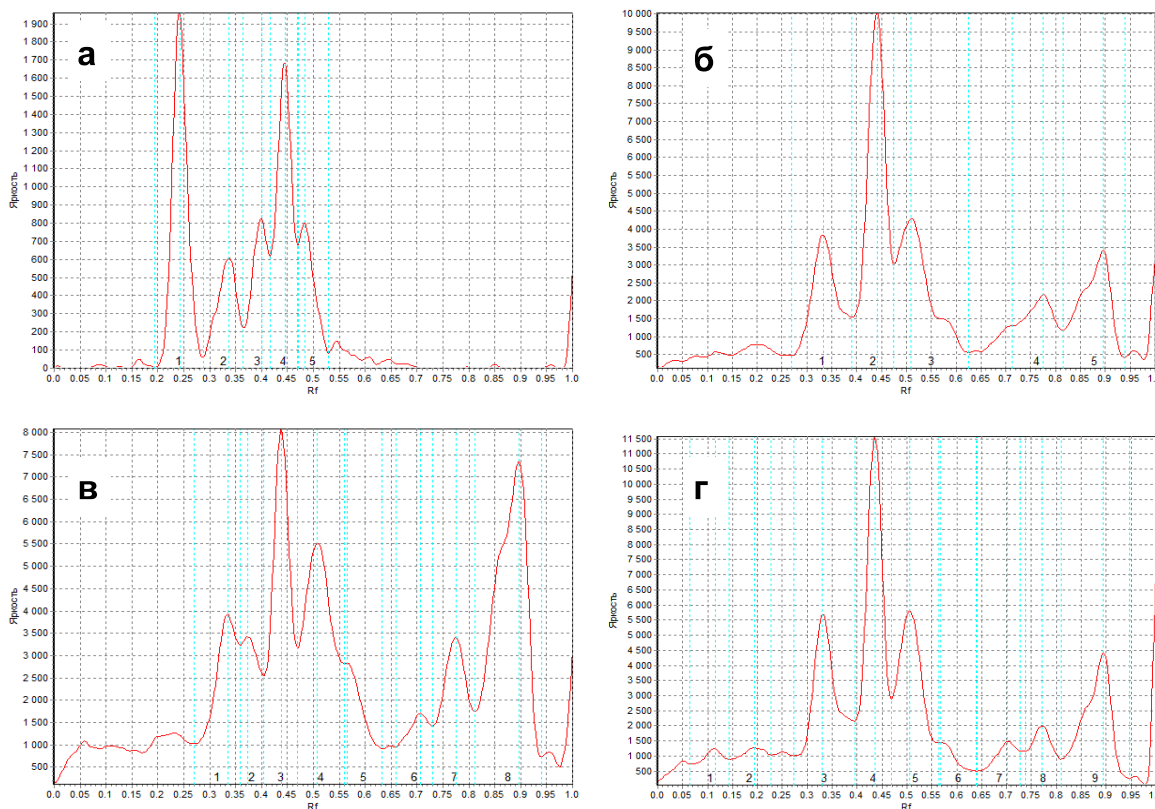
Отже, ферментна система, яка відповідає за синтез флавоноїдів, є доволі лабільною складовою захисних реакцій рослин в умовах стресу. Це пояснюється у тому числі біоцидністю окремих флавоноїдів, їхнім високим антиоксидантним потенціалом і здатністю захищати клітинні мембрани. З часом вміст і якісний склад флавоноїдів стабілізується, а антиоксидантну і цитопротекторну функцію виконує широкий спектр поліфенольних сполук, зокрема стильбеноїди, кон'югати оксикоричних і оксибензойних кислот [1; 2].

Застосування методів високоефективної тонкошарової хроматографії дало змогу виявити до дев'яти індивідуальних сполук із характерною для фенілпропаноїдів і стильбеноїдів флуоресценцією (рис. 1). Розподіл речовин на хроматографії перебував у діапазоні значень R<sub>f</sub> від 0,12 до 0,98. У хвої сіянців сосни звичайної за вмістом були речовини з R<sub>f</sub>~0,35, 0,45, 0,53 і 0,92, водночас, варіабельною за вмістом виявилася речовина з R<sub>f</sub> ~0,73.



**Рис. 1.** Хроматограма оксикоричних кислот у хвої сіянцив сосни звичайної за різних умов підживлення сіянцив: 1 – відкритий ґрунт; 2 – прикоп; 3 – контроль; 4 – НФ – 2; 5 – Г – 1 (3 кл.); 6 – РС – 2; 7 – Г – 1; 8 – Г – 2; 9 – Г – 2 (3 кл.); 10 – РС – 1; 11 – РС – 2 (3 кл.); 12 – НФ – 2 (3 кл.); 13 – контроль (3 кл.); 14 – НФ – 1 (3 кл.); 15 – РС – 1 (3 кл.); 16 – НФ – 1

Враховуючи те, що розташування речовин на хроматограмі певною мірою пов'язано з їхньою полярністю, можна припустити, що речовини з  $R_f$  в інтервалі від 0,12 до 0,45 є кон'югатами косикоричних кислот (кавової, ферулової та ін.). За даними фотоденситометричного аналізу з'ясовано, що фенольні сполуки є чутливими до впливу на сіянці сосни звичайної деяких препаратів (рис. 2). Наприклад, вміст у хвої речовини з  $R_f \sim 0,73$  збільшується за умов застосування препарату «Розсада-Старт».



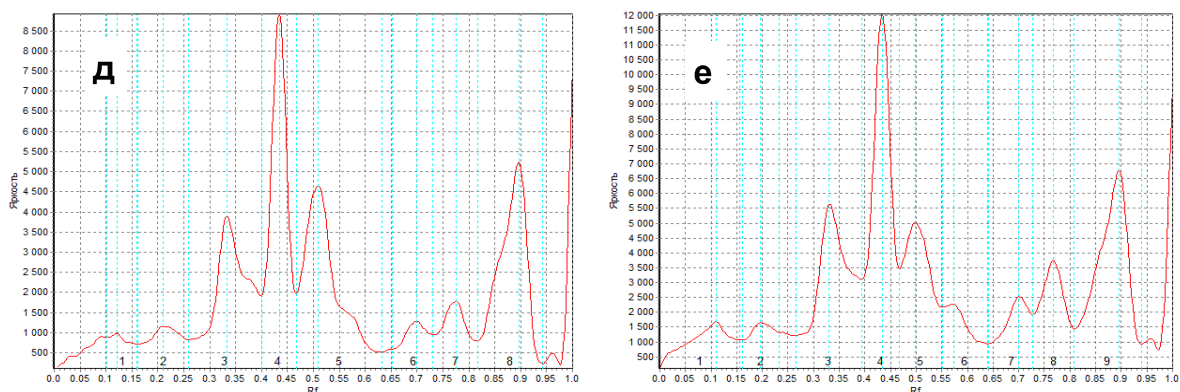


Рис. 2. Фотоденситограми хроматографічного розподілу вторинних метаболітів сіянцив сосни звичайної: а – відкритий ґрунт; б – прикоп; в – контроль; г – НФ - 2; д – Г – 1 (3 кл.); е – РС – 2

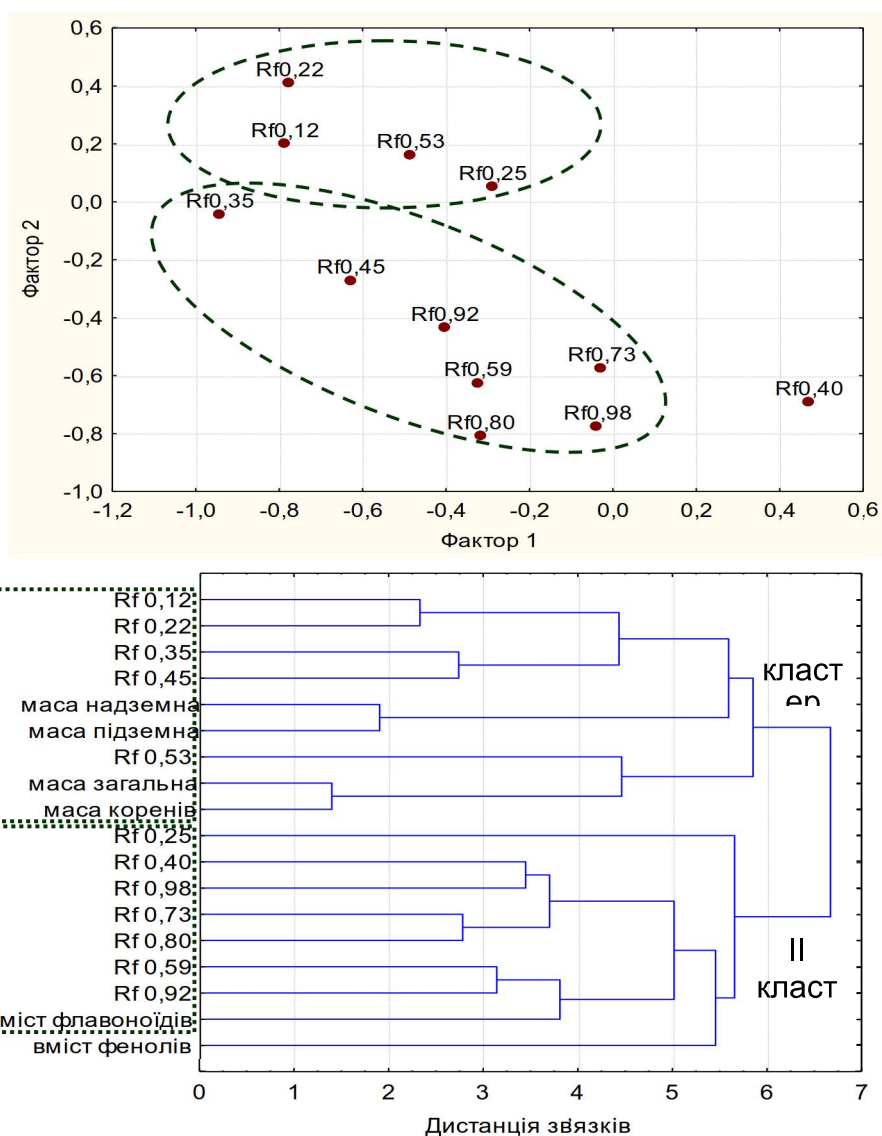


Рис. 3. Результати факторного (А) і кластерного (Б) аналізу взаємозв'язків між вторинними метаболітами і біоморфологічними показниками сіянцив сосни звичайної

Імовірні зв'язки між кількісними біометричними показниками і наявністю певних фенольних сполук було перевірено методами кластерного і факторного аналізу (див. рис. 3). Встановлено, що між біомасою надземних і підземних органів та середньополярними речовинами існують тісні зв'язки. Порівнювальні кількісні ознаки об'єднано в окремий кластер, а до іншого кластеру було згруповано низькополярні речовини, показники загального вмісту флавоноїдів і фенолів. Речовина з  $R_f \sim 0,53$  ідентифікована як хлорогенова кислота. Ця фенольна речовина увійшла у окремий підкластер, який об'єднує показники накопичення біомаси (загальна маса і маса коренів).

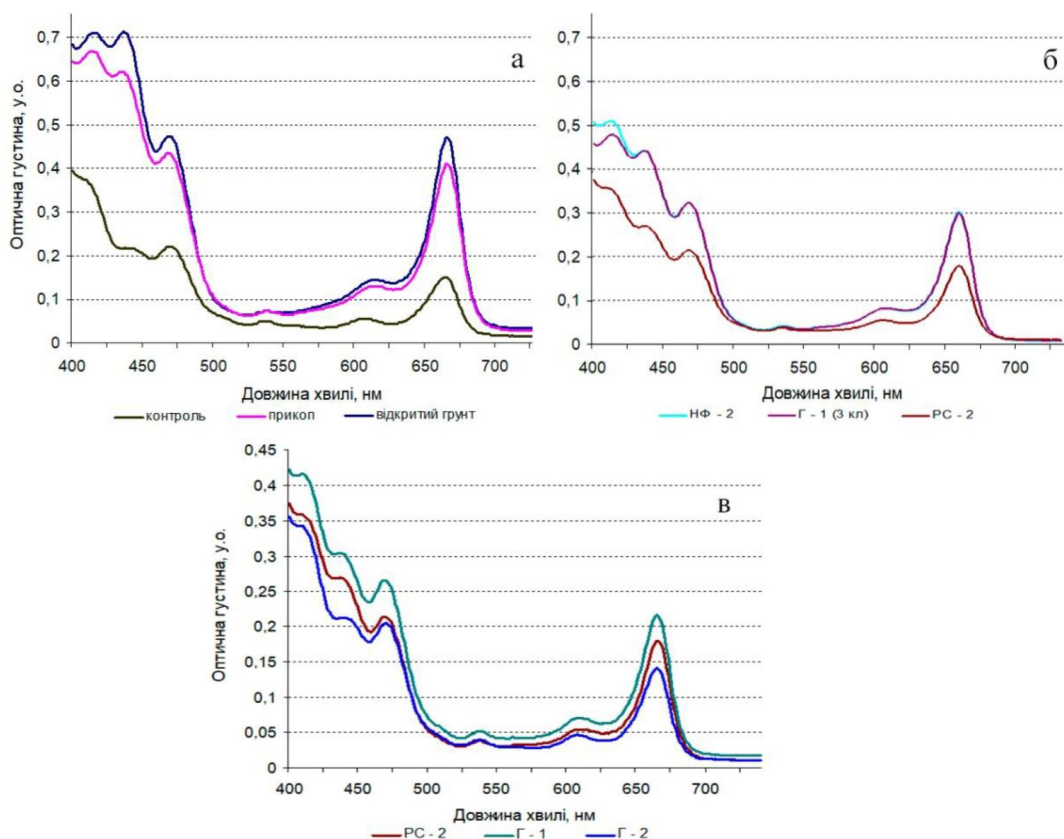
Взаємозв'язок між фенольними речовинами, які мають здатність до автофлуоресценції, проаналізовано за показниками її інтенсивності в УФ ( $\lambda = 365$  нм) методом фотоденситометрії (табл. 2).

## 2. Кореляційна матриця взаємозалежності вмісту фенольних сполук у хвої сіянців сосни звичайної

	Показники $R_f$ індивідуальних речовин на хроматограмі											
$R_f$	0,12	0,22	0,25	0,35	0,40	0,45	0,53	0,59	0,73	0,80	0,92	0,98
0,12	-											
0,22	81	-										
0,25	27	09	-									
0,35	59	57	36	-								
0,40	-39	-49	-19	- 63	-							
0,45	22	21	-14	59	- 39	-						
0,53	22	46	36	54	- 40	06	-					
0,59	20	0	-08	27	29	28	03	-				
0,53	12	0	20	25	09	61	07	03	-			
0,80	01	-11	25	15	26	39	07	46	72	-		
0,92	30	08	14	19	27	04	27	74	05	38	-	
0,98	-24	-26	-07	20	35	25	20	42	36	42	20	-

Найтісніший зв'язок виявлено між речовинами з  $R_f \sim 0,12$  та  $0,22$  ( $r = 0,81$ ). Хлорогенова кислота ( $R_f \sim 0,53$ ) достовірної кореляції з іншими фенольними сполуками не показала. Зворотний зв'язок виявлено між сполуками з  $R_f \sim 0,35$  та  $0,40$  ( $r = - 0,63$ )

Уміст пластидних пігментів, особливо важливого для фотосинтезу хлорофілу *a*, за різних умов підживлення сіянців суттєво вирізнявся (рис. 4). Найбільша концентрація пігменту була у хвої сіянців за умов їх двократного підживлення добривами «Розсада-Старт» і «Новоферт-Універсал» (табл. 3). Відносна висока концентрація допоміжних пігментів групи каротиноїдів містилась у хвої сіянців сосни звичайної, які вирощували у відкритому ґрунті, після прикопу, які були підживлені також водними розчинами препаратів «Розсада-Старт» і «Новоферт-Універсал».



**Рис. 4. Електронні спектри MeOH екстрактів хвої сіянців сосни звичайної за різних умов їхнього підживлення**

У хвої сіянців сосни звичайної виявлено фенольну сполуку ( $R_f \sim 0,73$ ), яка є досить чутливою до умов вирощування рослин сосни звичайної. Її синтез значно активізується за умов підживлення рослин водним розчином препарату «Розсада-Старт».

**3. Вміст пластидних пігментів та їхнього співвідношення у хвої сіянців сосни звичайної за різних умов підживлення, ( $\text{мг} \cdot \text{г}^{-1}$  сирової маси)**

Пігменти	Умови вирощування сіянців															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Chl a	5,9	5,1	1,8	3,8	3,8	2,3	2,6	1,7	3,8	2,5	5,3	3,7	3,7	3,7	4,2	4,7
Chl b	1,8	1,7	1,1	1,1	1,1	0,7	1,2	0,7	1,4	1,0	1,4	1,0	1,1	1,0	1,1	1,3
C (x+c)	1,2	1,1	0,5	0,9	0,9	0,6	0,6	0,6	0,9	0,7	1,2	0,9	0,9	0,9	1,0	1,2
Chl a + Chl b	7,7	6,9	2,9	4,9	4,9	3,0	3,8	2,5	5,1	3,5	6,7	4,7	4,7	4,6	5,2	6,0
Chl a/b	3,3	2,9	1,5	3,6	3,5	3,3	2,3	2,3	2,8	2,5	3,7	3,6	3,5	3,7	4,0	3,7
(Chl a + Chl b)/C(x+c)	6,2	6,3	6,4	5,2	5,3	4,7	6,0	4,4	5,9	5,0	5,6	5,5	5,3	5,2	5,3	4,9

Оксикоричні й оксибензойні кислоти регулюють синтез і накопичення у рослин фенольних сполук, зокрема катехінів і флавоноїдів [3]. Фізіологічна адаптація проростків у стресових умовах тісно пов'язана з



синтезом фенольних сполук. Синтез похідних халкону і флавоноїдів у відповідь на стрес є доволі лабільним. Зокрема, під час акліматизації у відповідь на шкочиний вплив УФ випромінювання у рослин індукується флавоноїдний синтез [7], що важливо для захисту пластидних фотосистем і ядерного апарату. Зокрема, у сіянців сосни звичайної під впливом УФ випромінювання збільшується вміст діацильованих флавонол глюкозидів (3,6-ди-п-кумароїл-астрагалін та 3,6-ди-п-кумароїл ізокверцитрин) [11].

Враховуючи, що фенольні сполуки, у тому числі ті, які є високо- і середньополярними кон'югатами оксикоричних кислот ( $R_f$  0,12-0,45), виявили тісний зв'язок із показниками біомаси сіянців рослин сосни звичайної, вважаємо за доцільне проведення спеціальних досліджень щодо здатності цих речовин прискорювати процеси морфогенезу та сприяти підвищенню за їхньою допомогою рівня життєздатності сіянців.

**Висновки.** За результатами проведених комплексних досліджень ми з'ясували:

1. Застосування водних розчинів добрив «Розсада-Старт» і «Новоферт-Універсал» сприяє підвищенню вмісту у хвої сіянців сосни звичайної фенольних сполук із потенційно високим антиоксидантним потенціалом, а також пластидних пігментів.
2. Це створює передумови для успішної адаптації, швидкого росту, збільшення біомаси та посилення рівня загальної життєздатності садивного матеріалу сосни звичайної.

### References

1. Volynets, A. P. (2013). Fenolnye soedyneniya v jyznedeiatel'nosti rastenyu [Phenolic compounds in plant activity]. Mynsk, 283.
2. Zaprometov, M. N. (1993). Fenolnye soedyneniya. Rasprostraneniye, metabolizm i funkcyu v rastenyax [Phenolic compounds. Distribution, metabolism and function in plants]. Moskva, 272.
3. Lykhanov, A. F., Sereda, O. V., Kliachenko, & O. L., Melnychuk, M. D. (2018). Vplyv oksykorychnykh i oksybenzoynux kyslot na syntez plastydnykh pygmentov i fenolnykh spolyk v lystkax vynogradu (*Vitis vinifera*) *in vitro* [Influence of oxycoric and oxybenzoic acids on synthesis of plastid pigments and fenolic compounds in the leaves of common grape vine (*Vitis vinifera*) *in vitro*]. Plant Physiology and Genetics, 50, 4, 331–343.
4. Sybgatullina, G. V., Haertdynova, E. A., Gumerova, E. A., & et al. (2011). Metody opredelenia redoks-statusa kultyvryuemykh kletok rastenyu [Methods for determining the redox status of cultured plant cells]. Kazan, 61.
5. Pinchuk, A. P., & Gengalo, O. M. (2015). Efektyvnyst pozakorenevyyh pydyvlen dlia pydvyschennya produktyvnosti nakopychennia masy ta elementyv myneralnogo jyvleniia syianciamu sosny [Efficiency of foliar feeding to increase the productivity of mass accumulation and mineral nutrition elements by pine seedlings]. Forestry and Landscape Gardening, 8. Availabe at: [http://ejournal.studnubip.com/zhurnal-8/ukr/pinchuk\\_henhalo/](http://ejournal.studnubip.com/zhurnal-8/ukr/pinchuk_henhalo/).

6. Sudachkova, N. E. Celi i perspektivy fiziologo-biohimicheskikh issledovanij drevesnyh rastenij Sibiri [Goals and prospects of physiological and biochemical studies of woody plants of Siberia]. Available at: [http://www.professors.ru/A\\_Sudachkova.html](http://www.professors.ru/A_Sudachkova.html).
7. Beggs, C. J., Wellmann E., & Grisebach, H. (1986). Photocontrol of flavonoid biosynthesis. In: Kendrick R. E., Kronenberg G. H. M. (eds). Morphogenesis in plants. Martinus Nijhoff, Dordrecht, 467–499.
8. Fliegmann, J., Schroder, G., Schanz, S., Britsch, L., & Schroder, J. (1992). Molecular analysis of chalcone and dihydropinosylvin synthase from Scots pine (*Pinus sylvestris*) and differential regulation of these and related enzyme activities in stressed plants. *Plant Molecular Biology*, 18, 489–503.
9. Grana E., Costas-Gil A., Longueira S., Celeiro M., Teijeira M., Reigosa M. J., & Sanchez-Moreiras A. M. (2017). Auxin-like effects of the natural coumarin scopoletin on Arabidopsis cell structure and morphology. *Journal of Plant Physiology*, 218, 45–55.
10. Wrolstad, R. & et al. (eds.). (2005). *Handbook of Food Analytical Chemistry: Pigments, Colorants, Flavors, Texture, and Bioactive Food Components – Pigments and colorants*. F. 4, 175–176.
11. Pinchuk, A. P., Likhanov, A. F., Babenko, L. P., Kryvtsova, M. V., Demchenko, O. A., Sherbakov, O. B., Lazarenko, L. M., & Spivak, M. Ya. (2017). The influence of cerium dioxide nanoparticles on seed germination and secondary metabolism of pine seedlings (*Pinus sylvestris* L.). *Biotechnologia Acta*, 10, 5, 14.
12. Schnitzler, J.-P., Jungblut, T. P., Feicht, C., Kofferlein, M., Langebartels, C., Heller, W., & Sandermann, H. (1997). UV-B induction of flavonoid biosynthesis in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings. *Jr. Trees*, 11, 162–168.

## **ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЙ ПОДКОРМКИ НА СИНТЕЗ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ПИГМЕНТНЫЙ КОМПЛЕКС ХВОИ СЕЯНЦЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ**

**А. П. Пинчук, А. Ф. Лиханов**

**Аннотация.** *Выращивание качественного посадочного материала предполагает подбор оптимальных условий подпитки, что требует понимания биохимических и физиологических процессов, связанных с адаптацией сеянцев. Надежным интегральным показателем состояния жизнеспособности растений является состав пластидных пигментов, активность оксидоредуктаз, синтез вторичных метаболитов, в том числе фенольных соединений, пигментного комплекса.*

*Приведены результаты исследований влияния водорастворимых удобрений «Гармония», «Рассада-старт» и «Новоферт-Универсал» на содержание фенольных веществ в хвое сеянцев сосны обыкновенной при различных условиях их подкормки. Показаны особенности синтеза фенольных соединений, содержания и соотношения пластидных пигментов в хвое сеянцев сосны обыкновенной под действием*

водорастворимых удобрений.

**Ключевые слова:** удобрения, сеянцы, сосна обыкновенная, фенолы, флавоноиды.

## INFLUENCE OF DIFFERENT EXTRANUTRITION CONDITIONS ON PHENOLIC COMPOUNDS SYNTHESIS AND PIGMENTAL COMPLEX OF SCOTS PINE SEEDLINGS NEEDLES

A. Pinchuk, A. Likhanov

**Abstract.** Cultivation of qualitative planting material involves optimal extra nutrition conditions, which requires understanding of biochemical and physiological processes associated with seedlings adaptation. A reliable integral indicator of plants viability is plastidial pigments composition, oxidoreductases activity, secondary metabolites synthesis, including phenolic compounds of pigmental complex.

Research results of water-soluble fertilizers “Harmoniya”, “Rozsada-start” and “Novofert-Universal” on phenolic substances content in pine seedlings needles in their extra nutrition different conditions are given. Peculiarities of phenolic compounds synthesis, content and ratio of plastidial pigments in Scots pine seedlings needles under water-soluble fertilizers influence are shown.

**Keywords:** fertilizers, seedlings, pine, phenols, flavonoids.

УДК 502.17:504.5:581

## ВМІСТ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН У ҐРУНТАХ РЕКУЛЬТИВОВАНИХ ЛАНДШАФТІВ ЮРКІВСЬКОГО БУРОВУГІЛЬНОГО БАСЕЙНУ

І. А. ПРОЦЕНКО, аспірант\*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*E-mail: protiga4@gmail.com*

**Анотація.** Агрохімічний аналіз ґрунту рекультивованих відвалів кар'єрів Юрківського буровугільного басейну показав, що після їхнього заліснення 40 років тому відбулися значні зміни органо-мінерального складу ґрунту. Встановлено, що лісові насадження сосни звичайної, сосни кримської, робінії звичайної, дуба звичайного, дуба червоного і чагарникових видів у комплексі із технічною рекультивацією девастованих земель підвищили вміст гумусу у верхньому шарі ґрунту до 10 %. Найбільший вміст азоту загального (до 232 мг·кг<sup>-1</sup>) зафіксовано у сосново-березових насадженнях V класу віку. Встановлено, що лісові ґрунти мають слабо-кисле і нейтральне значення водних витяжок, яке становить 5,9–6,0. Інші ґрунти мають нейтральну обмінну кислотність,

---

\*Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор В. Ю. Юхновський.