

**ОПТИМІЗАЦІЯ ТРАДИЦІЙНИХ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ НОВІТНІХ
СПОСОБІВ РОЗМНОЖЕННЯ ЯЛИНИ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ
(*PICEA ABIES* (L.) H. KARST.) В УМОВАХ *IN VIVO* ТА *IN VITRO***

**О.О. Середюк, заступник директора ботанічного
саду НУБіП України**

**О.Ю. Чорнобров, А.А. Ключаденко, кандидати
сільськогосподарських наук**

О.В. Колесніченко, доктор біологічних наук

Наведено результати досліджень оптимізації процесів традиційного й мікроклонального розмноження рослин ялини європейської (*Picea abies* H. Karst.). Показано вплив дев'яти препаратів (на основі регуляторів росту і розвитку рослин) на схожість насіння *P. abies* та встановлено їх оптимальні концентрації. Визначено субстрати, які забезпечують отримання високих показників енергії проростання, схожості насіння та росту сіянців *P. abies*. Розроблено біотехнологію мікроклонального розмноження рослин *P. abies* та їх адаптації до умов *in vivo*, яка дає змогу одержувати в стислі строки значну кількість адаптованих рослин-регенерантів.

***Picea abies* (L.) H. Karst., регулятори росту, насіння, схожість, субстрат, культура *in vitro*, живильне середовище, мікроклональне розмноження, адаптація рослин-регенерантів до умов *in vivo*.**

Основна екологічна роль в озелененні міст належить деревним рослинам, які характеризуються високою декоративністю впродовж року та стійкістю до техногенних умов. Зокрема до таких належить ялина європейська (*Picea abies* (L.) H. Karst.) – інтродуцент з високою зимостійкістю, що широко використовується в ландшафтному будівництві, розсадництві та для створення штучних насаджень в умовах Правобережного Лісостепу, Полісся та Українських Карпат. Традиційно розмножується насіннєвим та вегетативним способами. Серед них найпоширенішим є насіннєве, оскільки наявні методи вегетативного розмноження надзвичайно трудомісткі й малоефективні та не дозволяють одержувати необхідну кількість укорінених живців від плюсових дерев [2, 7, 12]. Сучасним способом отримання посадкового матеріалу деревних рослин є метод культури ізольованих тканин рослин *in vitro*, який нині є головною складовою сучасних біотехнологій мікроклонального розмноження у лісівництві [8, 14, 15, 18]. Однак наявні методики мікроклонального розмноження хвойних видів рослин обмежуються лише окремими біотехнологічними етапами та не дозволяють відтворити увесь процес [5, 14, 18].

Мета досліджень – оптимізація традиційних та розроблення новітніх (технології мікроклонального розмноження) способів отримання рослин *P. abies*.

Матеріали та методика досліджень. Для традиційного розмноження використовували насіння рослин *P. abies*, яке було зібране з дерев віком 40 років у грудні 2008 р. в ДП «Хмільницьке ЛГ» Вінницького ОУЛМГ. Для підвищення його схожості ми застосовували (2011) розчини дев'яти препаратів (Гумат+7 (60–65 % гуматів, 0,4 % Fe, 0,2 % Cu, 0,2 % Zn, 0,17 % Mn, 0,018 % Mo, 0,02 % Co, 0,2 % B, 1,5 % N (у вигляді комплексних сполук з гуміновими кислотами); Циркон (суміш гідроксикоричних кислот); Гетероауксин (β -індоліл-3-оцтова кислота 920 г·кг⁻¹); Епін (містить епібрасінолід); Ель (містить арахідонову кислоту); Янтарна кислота (етан-1,2-дикарбонова кислота); Корневін (містить 3-індолілмасляну кислоту); Корневіт (N, P, K, Mg, Zn, Cu, гумат, янтарна кислота); Реаком (45 г·л⁻¹ K₂O, 45 г·л⁻¹ P₂O₅, 14 г·л⁻¹ Fe, 6,5 г·л⁻¹ Zn, 4,5 г·л⁻¹ Cu, 2,2 г·л⁻¹ B, 4,8 г·л⁻¹ Mn, 0,08 г·л⁻¹ Mo, 0,03 г·л⁻¹ Co), які є найпоширенішими в спеціалізованих точках продажу на українському ринку.

У 2013 р. нами закладено серію досліджень з визначення оптимального субстрату з метою забезпечення високих показників схожості насіння *P. abies* та подальшого зростання його сходів (сіянців). Для експериментів використовували насіння, зібране у 2011р. з дерев *P. abies* V класу віку.

Рослинний матеріал вирощували у п'яти субстратах, які рекомендовані виробниками для вирощування хвойних рослин (підбирали за максимально схожим вмістом мікро- і макроелементів та механічним складом, але різними показниками кислотності (pH): варіант 1 – 4,0–4,5; 2 – 5,0–5,5; 3 – 6,0–6,5; 4 – 6,0–6,5 та варіант 5 – 6,5–7,0 (дані вказані виробниками). Як контроль використовували ґрунт, взятий з-під пологу ялинового насадження. Життєздатність насіння визначали за ГОСТ 13056.7-93, схожість – за ГОСТ 13056.6-97 [9, 10]. Кислотність субстратів визначали агрохімічними методами на основі соляної витяжки [6]. Висоту сіянців вимірювали на 30-ту добу.

Для мікроклонального розмноження рослин *P. abies* частини пагонів поточного приросту завдовжки 2–4 см ізолювали з тридцятирічних рослин-донорів у червні й липні місяці. Стерилізацію рослинного матеріалу проводили 70 %-ним етиловим спиртом (1 хв), 2,5 %-ним NaClO (10–20 хв), 1 %-ним AgNO₃ (10–20 хв). Асептичні умови створювали за методами, загальноприйнятими у біотехнології [1, 3]. Експлантати культивували на базовому безгормональному живильному середовищі за прописом Мурасіге і Скуга (МС) [17] і МакКоуна-Ллойда (WPM) [16]. Регенераційну здатність мікропагонів досліджували на МС з додаванням регуляторів росту цитокінінового (0,1 мг·л⁻¹, 0,4 мг·л⁻¹, 1,0 мг·л⁻¹ БАП; 2,0 мг·л⁻¹ кінетина) та ауксинового (1,0 мг·л⁻¹ ІОК і 0,1 мг·л⁻¹ НОК) типів дії. Показник кислотності середовища доводили до рівня 5,7–5,8. Рослинний матеріал культивували у світловій кімнаті за температури 25 ± 1 °С і освітлення 2,0–3,0 клк з 16-годинним фотоперіодом та відносною вологістю повітря (ВВП) 70–75 %. Субкультивування мікропагонів упродовж перших двох місяців проводили

кожні 14–15 діб, у подальшому (залежно від складових живильного середовища) цикл культивування становив 30–90 діб.

Рослини-регенеранти *P. abies* адаптували до умов відкритого ґрунту ступінчастим способом, який включав їх витримування в кліматичній камері на субстраті (4–5 діб), вирощування в умовах закритого ґрунту (28–30 діб) та введення у контейнерну культуру (3–5 міс.). Рослини висаджували у фітоконтейнери (місткість – 200 см³) у субстрати: торф низинний, пісок річковий (1:1); пісок річковий; кокосовий субстрат, перліт (1:1); кора соснова, вугілля деревне, торф, сфагновий мох (3:2:1:1); дерновий ґрунт. Після адаптації та через кожні 2–3 тижні рослини-регенеранти підживлювали розчином 1/2 макро- та мікроелементів за МС. По мірі необхідності рослини обприскували та поливали водою. Контейнери з рослинним матеріалом витримували в контрольованих умовах адаптаційного приміщення за температури 24±2 °С і освітлення 2,0–3,0 клк з 16-годинним фотоперіодом та ВВП 60–70 %.

Статистичне опрацювання експериментальних даних виконували з використанням пакета аналізу MS Excel та за методикою В. Шмідта [13].

Результати досліджень. За результатами визначення лабораторної схожості насіння ялини європейської під дією на нього препаратів на основі регуляторів росту і розвитку рослин складено табл. 1.

1. Вплив препаратів на основі регуляторів росту і розвитку рослин на лабораторну схожість насіння *Picea abies*

Варіант	Назва препарату	Одиниця виміру	Концентрація	Схожість, %	Варіант	Назва препарату	Одиниця виміру	Концентрація	Схожість, %
1	Гумат+7	г/л	0,25	51,8±1,5	19	Ель	мл/л	1,5	48,1±1,7
2			0,5*	53,9±1,5	20			2,0	43,5±1,9
3			0,75	44,4±1,9	21	Янтарна кислота	г/л	1,0	53,1±1,8
4			1,0	39,7±1,9	22			2,0*	57,8±1,2
5	Циркон	мл/л	0,15	25,8±2,7	23	Корневін	г/л	3,0	57,1±1,2
6			0,3*	18,2±3,1	24			4,0	43,3±2,9
7			0,45	6,4±2,9	25	Корневіт	мл/л	1,0	47,7±1,7
8			0,6	7,0±2,7	26			2,0*	52,8±1,6
9	Гетероауксин	г/л	0,5	51,5±2,4	27	Корневіт	мл/л	3,0	58,1±1,0
10			0,1*	59,1±1,6	28			4,0	45,0±1,8
11			0,15	51,5±1,8	29	Корневіт	мл/л	3,5	50,0±3,9
12			0,2	42,6±3,1	30			7,0*	57,3±1,4
13	Епін	мл/л	0,15	57,5±1,7	31	Реаком	мл/л	1,25	50,5±2,1
14			0,3*	70,2±1,7	32			2,5*	50,0±1,7
15			0,45	42,9±1,8	33	Ель	мл/л	3,75	50,0±2,5
16			0,6	31,4±2,7	34			5,0	40,7±3,6
17	Ель	мл/л	0,5	50,5±3,4	35	Контроль			53,7±1,2
18			1,0*	49,1±1,9	36				

*Концентрація, рекомендована виробником.

З табл.1 видно, що показник схожості трирічного насіння на контролі становить $53,7 \pm 1,2$ %. Вищі показники схожості порівняно з контролем у насіння, замоченого в препаратах: Епін у концентрації 0,3 мл/л ($70,2 \pm 1,7$ %), Корневін – 3,0 мл/л ($58,1 \pm 1,0$ %), Гетероауксин – 0,1 г/л ($59,1 \pm 1,6$ %), Гумат+7– 0,5 г/л ($53,9 \pm 1,5$ %), Янтарна кислота – 2,0 г/л ($57,8 \pm 1,2$ %), Корневіт – 7,0 мл/л ($57,3 \pm 1,4$ %). Менший відсоток схожості насіння порівняно з контролем був у насіння, замоченого в розчинах РРР: Циркон, Ель та Реаком (в чотирьох різних концентраціях) [11].

Під час проведення дослідження з підбору оптимальної кислотності субстрату ми перевіряли достовірність зазначених виробниками показників кислотності субстратів з фактичними (варіант 1 – 4,0; 2 – 4,6; 3 – 6,2; 4 – 6,0; 5 – 6,9; контроль – 6,2). Нами встановлено, що у більшості варіантів фактичні значення не виходять за межі вказаних на упаковці, лише у варіанті 2 кислотність вища зазначеної.

За визначеними по варіантах досліду показниками енергії проростання, схожості насіння та росту сіянців складено табл. 2.

2. Вплив кислотності субстрату на схожість насіння та ріст сіянців ялини європейської

Варіант досліду	Показник рН	Енергія проростання, %	Схожість, %	Середня висота сіянців через 30 діб зростання, мм
1	4,0	41,0	56,7	$21,9 \pm 1,31$
2	4,6	62,9	69,4	$23,1 \pm 1,21$
3	6,2	66,2	75,7	$24,2 \pm 1,11$
4	6,0	68,6	83,3	$27,4 \pm 1,90$
5	6,9	52,4	64,3	$22,1 \pm 1,44$
Контроль	6,2	81,0	83,3	$26,7 \pm 1,41$

У результаті проведених досліджень встановлено, що на контролі (ґрунт з під пологу ялинового насадження з рН-6,2) показники енергії проростання (81,0 %) та схожості насіння (83,3 %) є найвищими в порівнянні з іншими варіантами досліду. Достатньо високий відсоток енергії проростання насіння фіксували у варіантах з використанням субстратів з кислотністю рН-6,0 (68,6 %) та рН-6,2, (66,2 %); показники схожості у цих варіантах також високі – 83,3 % та 75,7 % відповідно. Надзвичайно слабку енергію проростання насіння та його схожість спостерігали у сильнокислому і нейтральному субстратах першого ($41,0$ %, $56,7$ %, менше, ніж на контролі на $40,0$ та $26,6$ % відповідно) та п'ятого ($52,4$ %, $64,3$ %, менше контролю на $28,6$ та $19,0$ % відповідно) варіантів.

Оптимальними для росту сходів ялини європейської виявились субстрати варіанта 3 (висота сіянців $24,2 \pm 1,11$ мм), – 4 ($27,4 \pm 1,90$ мм) та контролю ($26,7 \pm 1,41$ мм) з показниками рН-6,0 та 6,2. Різниця між висотами сіянців цих варіантів та контролю несуттєва.

Негативний вплив на ріст сіянців проявив кислий субстрат (рН-4,0) 1-го варіанта, висота сіянців цього варіанта становила $21,9 \pm 1,31$ мм, що на $17,9$ % менше відносно контролю.

Отримання кращих показників схожості і росту сходів на контролі з кислотністю рН-6,2 порівняно з 3 варіантом, де кислотність є аналогічною, ми вважаємо відбулось за рахунок мікоризи, наявність якої зазвичай характерна для підпологових ґрунтів ялинових насаджень.

Отже, в результаті проведених досліджень підібрано препарати на основі регуляторів росту і розвитку рослин, встановлено їх оптимальні концентрації та визначено прийнятні для вирощування *P. abies* субстрати, які забезпечують отримання високих показників енергії проростання насіння, його схожості та росту сіянців.

Мікроклональне розмноження рослин *P. abies* розпочинали зі стерилізації експлантатів, адже отримання асептичного життєздатного рослинного матеріалу є проблематичним через високу зараженість або виділення вторинних метаболітів експлантатами [1, 3, 5, 8, 16]. Саме тому, для досягнення поставленої задачі залучали широкий спектр стерилізуючих речовин з різною експозицією.

Варіанти стерилізації експлантатів рослин *P. abies* та отримані результати наведено у табл. 3.

3. Ефективність стерилізації експлантатів рослин *P. abies*

Варіант	Стерилізуюча речовина	Концентрація, %	Експозиція, хв.	Кількість введених у культуру <i>in vitro</i> експлантатів, шт.	Ефективність стерилізації, %
1	NaClO	2,5	10	30	41 ± 3
2	NaClO	2,5	20	30	23 ± 4
3	AgNO ₃	1,0	10	30	37 ± 6
4	AgNO ₃	1,0	20	30	57 ± 5
5	AgNO ₃ , NaClO	1,0 2,5	10 15	30	90 ± 5

Найвищий відсоток (понад 90 %) асептичних регенераційно здатних мікропагонів спостерігали за умови їх витримування у 1 %-ному AgNO₃ упродовж 10 хв з наступним перенесенням у 2,5 %-ний NaClO на 15 хв (варіант 5, рис. 1, а).

Слід зауважити, що для стерилізації експлантатів рослин *P. abies* недоцільно використовувати 1, 2 і 3 варіанти, оскільки в цих процедурах кількість асептичних життєздатних мікропагонів була незначною (менше ніж 50 %). Надзвичайно низький відсоток ефективності стерилізації (23 %) фіксували за використання 2,5 %-ного NaClO протягом 20 хв (варіант 2). При застосуванні 1 %-ного AgNO₃ упродовж 20 хв (варіант 5) ефективність стерилізації експлантатів становила понад 50 % (див. табл. 3)

Як відомо, управління процесами диференціації і морфогенезу в культурі ізолюваних тканин і органів рослин *in vitro* відбувається шляхом внесення у живильне середовище екзогенних регуляторів росту – ауксинів, цитокінінів і гіберелінів [1, 3, 5]. Результати їх впливу на регенераційну здатність мікропагонів рослин *P. abies in vitro* відображено у табл. 4.

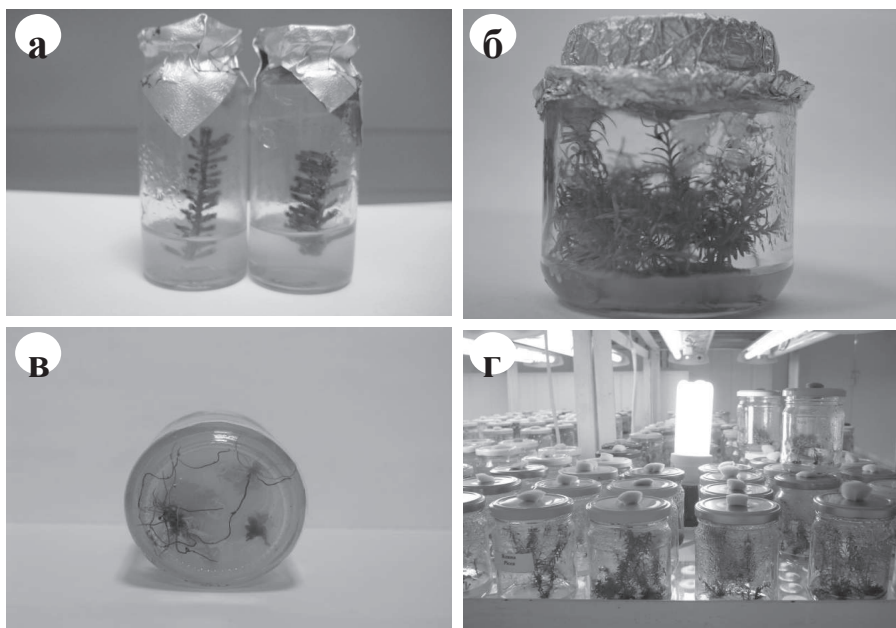


Рис. 1. Послідовність мікроклонального розмноження рослин-регенерантів *P. abies* :

а – асептичні життєздатні експлантати на безгормональному живильному середовищі МС; б – рослини-регенеранти на 1/2 МС; в – коренева система рослин на МС з половинною концентрацією макросолей, інозиту та глюкози, з додаванням $1,0 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ ІОК й $0,1 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ БАП; г – масово розмножені шляхом живцювання стеблової культури та прямим морфогенезом рослини *in vitro*

4. Морфометричні показники рослин-регенерантів *P. abies* на живильних середовищах різного складу

Варіант	Склад живильного середовища	Тривалість циклу культивування, дів	Довжина мікропагона, см	Кількість укорінених мікропагонів, %	Коефіцієнт розмноження	Тип мікроклонального розмноження
К ¹	МС безгормональне	30	2,5–3,0	90–100	1:2–1:4	а. р. м. е. ²
1	МС з половинною концентрацією макросолей, інозиту та глюкози, 1,0 мг/л ІОК, 0,1 мг/л БАП	90	1,2–1,9	90–100	1:5–1:10	а. р. м. е.
2	1/2 МС безгормональне	90	2,5–4,0	90–100	1:9–1:23	а. р. м. е. ³
3	МС з 0,4 мг/л БАП 0,1 мг/л НОК, 20 мг/л аденіну	60	1,2–2,0	0	1:5–1:14	п. м. ³
4	WPM з 1,0 мг/л БАП, 2,0 мг/л кінетину	90	2,9–4,0	0	1:20–1:30	
		60	0,5–1,0	0	1:8–1:10	п. м.

Примітка. К¹ – контроль; а. р. м. е. – активація росту меристем експланта; п. м. – прямий морфогенез

Установлено, що у контролі та варіантах 1 і 2 живильних середовищ регенерація мікропагонів *in vitro* *P. abies* відбувалася шляхом активації росту наявних меристем експлантатів. Значну кількість рослин-регенерантів (коефіцієнт розмноження 1:9–1:23 при циклі культивування 90 діб) одержано за умови використання безгормонального живильного середовища 1/2 МС (рис. 1, б, в).

Слід зазначити, що застосування варіантів 3 і 4 викликали інтенсивне мікропагоноутворення, яке відбувалося шляхом прямого морфогенезу, за 60 – 90-добовий цикл культивування. Однак, такі варіанти не стимулювали регенерації кореневої системи. Показано, що культивування мікропагонів *P. abies* у варіанті 3 – протягом 90 діб призводило до значного збільшення коефіцієнта розмноження мікропагонів (у 2,5 раза) та їх довжини (у 2 рази) порівняно з 60-добовим витримуванням (відмінності статистично значущі за $\alpha = 0,05$).

Отже, за використання різних типів мікроклонального розмноження (активація росту меристем експлантатів, прямий морфогенез) нами отримано значну кількість рослин-регенерантів *P. abies* за стислі строки (рис. 1, г).

Завершальним етапом мікроклонального розмноження є адаптація рослин-регенерантів до умов відкритого ґрунту. Упродовж адаптації рослин після культури *in vitro* важливе значення має забезпечення відповідних рівнів живлення рослин: мінерального, повітряного, водного та дотримання поступової зміни температури та вологості повітря навколишнього середовища. Серед них істотне значення має субстрат [1, 5]. Результати впливу складу субстрату на ефективність адаптації рослин-регенерантів відображено у табл. 5.

5. Ефективність адаптації рослин-регенерантів *P. abies* на субстратах (тривалість адаптації 30 діб)

Варіант	Склад субстратів	Ефективність адаптації рослин-регенерантів, %
1	Торф, пісок річковий (1:1)	50–60
2	Пісок річковий	20
3	Кокосовий субстрат, перліт (1:1)	70–80
4	Кора соснова, вугілля деревне, торф, Сфагновий мох (3:2:1:1)	90–100
5	Дерновий ґрунт	10

Аналіз експериментальних даних свідчить про те, що використання для адаптації рослин-регенерантів *P. abies* однокомпонентного субстрату (варіанти 2 і 5) недоцільне, оскільки одержали надзвичайно малу ефективність (не перевищує 20 %). Значну кількість адаптованих рослин-регенерантів (понад 90 %) отримали у варіанті 4 субстрату (рис. 2).

Отже, в результаті проведених досліджень нами розроблено біотехнологію мікроклонального розмноження рослин *P. abies* та їх адаптації до умов *in vivo*, яка дозволила в стислі строки отримувати значну кількість рослин-регенерантів для різного цільового використання.



Рис 2. Адаптована до умов закритого ґрунту рослина-регенерант *P. abies*

Висновки

1. Оптимізовано традиційні та розроблено новітні (технологію мікроклонального розмноження) способи отримання садивного матеріалу ялини європейської (*Picea abies* H. Karst.).

2. Встановлено, що традиційне вирощування садивного матеріалу *P. abies* доцільно проводити на слабокислих субстратах (рН-6,0 або рН-6,2). Насіння перед висіванням необхідно замочувати у розчині одного з таких препаратів : у $0,3 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ Епіну, $3,0 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ Корневіну, $0,5 \text{ г}\cdot\text{л}^{-1}$ Гумату+7, $0,1 \text{ г}\cdot\text{л}^{-1}$ Гетероауксину, $2,0 \text{ г}\cdot\text{л}^{-1}$ Янтарної кислоти, $7,0 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ Корневіту упродовж 18-ти год.

3. Визначено умови стерилізації експлантатів *P. abies* (почергове витримування у 1 %-ному AgNO_3 упродовж 10 хв з наступним перенесенням у 2,5 %-ний NaClO на 15 хв) з 90 %-ною ефективністю отримання життєздатних мікропагонів.

4. Значну кількість рослин-регенерантів *P. abies* отримано на живильному середовищі 1/2 МС за 90-добового циклу культивування. Інтенсивний прямиий морфогенез у мікропагонів *P. abies* зафіксовано на МС з додаванням $0,4 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ БАП $0,1 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ НОК й $20 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ аденіну.

5. Встановлено оптимальні умови адаптації рослин-регенерантів *P. abies* до умов *in vivo* (витримування регенерантів упродовж 4–5 діб при підвищеній вологості на субстраті, який містить соснову кору, вугілля деревне, торф і сфагновий мох (3:2:1:1), вирощування в умовах закритого ґрунту протягом 28–30 діб та введення у контейнерну культуру на 3–5 міс.)

Список літератури

1. Бутенко Р. Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений / Р. Г. Бутенко. – М. : Наука, 1964. – 272 с.
2. Вертепный И. И. Вегетативное размножение некоторых хвойных пород / И. И. Вертепный // Бюллетень ГБС. – 1955. – Вып. 23. – С.104–105.
3. Калинин Ф. Л. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений / Калинин Ф.Л., Сарнацкая В.В., Полищук В.Е.. – К. : Наук. думка, 1980. – 488 с.

4. Калініченко О. А. Декоративна дендрологія / О. А. Калініченко. – К.: Вища шк., 2003. – 199 с.
5. Кушнір Г. П. Мікроклональне розмноження рослин: теорія і практика / Г. П. Кушнір, В. В. Сарнацька. – К.: Наук. думка, 2005. – 242 с.
6. Лісовал А.П. Агрохімія. Лабораторний практикум. / Лісовал А.П., Давиденко У.М., Мойсеєнко Б.М. – К.: Вища освіта, 1984. – 308 с.
7. Олейник Н.А. Приемы ускоренной репродукции хвойных / Н.А. Олейник // Лесное хозяйство. – 1991. – № 1. – С.36–37.
8. Размножение древесных растений *in vitro* (клональные технологии) / К. А. Шистибратов, В. Г. Лебедев, А. И. Мирошников [и др.] // Биотехнология. – 2008. – № 5. – С. 4– 22.
9. Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести: ГОСТ 13056.6-97 – [Введен с 1 июля 1998 г.]. – Минск: Изда-во стандартов, 1998. – 27 с.
10. Семена деревьев и кустарников. Методы определения жизнеспособности: ГОСТ 13056.7-93 – [Введен с 1 января 1995 г.]. – Минск: Изда-во стандартов, 1995. – 37 с.
11. Середюк О. О. Вплив регуляторів росту і розвитку рослин на схожість насіння *Picea abies* (L.) Н. Karst / Середюк О. О. // Наук. вісник НУБіП України. Серія «Лісівництво та декоративне садівництво». – К.: ВЦ НУБіП України, 2011. – Вип. 164, ч. 3. – С. 200–205.
12. Чуприна П. Я. Опыт вегетативного размножения голосеменных растений в ЦРБС АН УССР / П. Я. Чуприна // Интродукция древесных растений и озеленение городов Украины. – К.: Наук. думка, 1983. – С. 91–98.
13. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике : учеб. пособие / В.М. Шмидт– Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 288 с.
14. George E. F. Plant Propagation by Tissue Culture / George E. F. // In Practice. – Exegetics Limited. – 1993 / 1996. – P.2. – 640 p.
15. Khan I. Modulation of *in vitro* morphogenesis in nodal segments of *Salix tetrasperma* Roxb. through the use of TDZ, different media types and culture regimes / Khan I., Anis M. // Agroforestry systems. – 2012. – Vol. 86. – Issue 1. – P. 95–103.
16. McCown B. H. Woody plant medium (WP 14) – a mineral nutrient formulation for microculture of woody plant species / B. H. McCown, G. B. Lloyd // Ibid. – 1981. – Vol. 16. – P. 453.
17. Murashige T., Scoog F. A revised medium for rapid, growth and bioassays with tobacco tissue cultures // *Physiol. Plant.* – 1962. – Vol. 15, № 3. – P. 473.
18. Supriyanto Rohr R. In vitro regeneration of plantlets of Scots pine (*Pinus silvestris*) with micotthizal roots from subcultured callus initiated from needle adventitious buds /. Supriyanto Rohr R. // *Can J. Bot.* - 1994.- Vol. 72.- P. 1144–1150.

Приведены результаты исследований оптимизации процессов традиционного и микроклонального размножения растений ели европейской (*Picea abies* Н. Karst.). Показано влияние девяти препаратов (на основе регуляторов роста и развития растений) на всхожесть семян *P. abies* и установлены их оптимальные концентрации. Определены субстраты, которые обеспечивают получение высоких показателей энергии прорастания, всхожести семян и роста сеянцев *P. abies*. Разработана биотехнология микроклонального размноженных растений *P. abies* и их адаптации к условиям *in vivo*, которая позволяет получать в

сжатые сроки большое количество адаптированных растений-регенерантов.

***Picea abies H. Karst.*, регуляторы роста, семена, всхожесть, субстрат, культура in vitro, питательная среда, микроклональное размножения, адаптация растений-регенерантов к условиям in vivo.**

Results of researches of optimization of traditional and microclonal reproduction of European fir-tree (Picea abies H. Karst.) are represented. Influence of nine preparations (on the basis of regulators of growth and development of plants) on germination of P. abies seeds is shown and their optimal concentrations are fixed. Substratums are defined which provide high indicators of germination energy, germination of seeds and growth of seedlings of P. abies. The biotechnology of microclonal reproduction of P. abies and their adaptations to conditions of in vivo is developed, which allows to receive large number of adapted regenerated plants in short time.

***Picea abies H. Karst.*, growth regulators, seeds, germination, substratum, culture in vitro, nutrient medium, microclonal reproduction, adaptation of regenerated plants to conditions of in vivo.**

УДК 630*238

ВПЛИВ ТОВЩИНИ ЗИМОВИХ ЖИВЦІВ ЧОРНИХ ТОПОЛЬ НА ЇХ УКОРІНЕННЯ І РІСТ ЖИВЦЕВИХ САДЖАНЦІВ

***Я.Д. Фучило, доктор сільськогосподарських наук
М.В. Сбитна, кандидат сільськогосподарських наук
Д.Я. Фучило, аспірант****

Наведено дані впливу товщини однорічних живців п'яти гібридів секції чорних тополь на їх укорінення і ріст живцевих саджанців в умовах свіжої судіброви. Встановлено, що у досліджуваних умовах найвищими показниками укорінення живців та висоти однорічних живцевих саджанців відзначаються тополя Торопогрицького та І-214.

Тополя, гібридні форми, живці, живцеві саджанці, свіжа судіброва, укоріненість, інтенсивність росту.

Тополя – найбільш швидкоросла деревна порода помірного клімату. Різні її види і форми здавна вирощують у насадженнях різного призначення, особливо для прискороного отримання деревної сировини.

Деревина тополі м'яка, легка, придатна для різних видів обробки. Її широко використовують у паперовому, сірниковому, фанерному виробництві, будівництві, енергетиці та інших галузях економіки.

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор Ф.М. Бровко

© Я.Д. Фучило, М.В. Сбитна, Д.Я. Фучило, 2014