

*solution of which will contribute to the ecologically balanced forest management of the region of research.*

*The results of research on the biological productivity of the forests of the Cheremsky Nature Reserve can be a significant contribution to preserving the unique biodiversity of the region, solving environmental problems and solving the problems of regional biological programs.*

**Keywords:** *Cheremsky Nature Reserve, climate, forests, swamps, flora.*

**УДК 630\*232**

**РОЗМНОЖЕННЯ І ВИРОБНИЦТВО САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ  
PAULOWNIA TOMENTOSA ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ  
ПЛАНТАЦІЙ**

**І. В. ІВАНЮК, А. П. ПІНЧУК**, кандидати сільськогосподарських наук,  
доценти кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій  
**Національний університет біоресурсів і природокористування  
України**

**О. А. БАТУРІН**  
**ДП «Уманське лісове господарство»**

*E-mail: [i-i-v@ukr.net](mailto:i-i-v@ukr.net)*

**Анотація.** *Наведено особливості генеративного розмноження павловнії повстистої для створення енергетичних плантацій. Встановлено оптимальні умови вологості та освітленості для проростання насіння. Висів насіння проводили на різних за складом субстратах із використанням торфосуміші, сфагнового торфу та вермикуліту. Апробували вирощування сіянців і поступове пересаджування в більші ємності із одночасною адаптацією.*

*Підібрано оптимальні умови для пророщування насіння, опрацьовано технологію отримання рослин та адаптування після генеративного розмноження. Підібрано склад субстрату для садивного матеріалу у контейнери й технологію адаптування до умов навколишнього середовища.*

**Ключові слова:** *генеративне розмноження, контейнерна культура, насіння, павловнія повстиста, садивний матеріал, сіянець, субстрат.*

**Актуальність.** *Використання деревини як одного із найуніверсальніших матеріалів для енергетичної, будівельної, паперово-*

целюлозної сфер зумовлює стрімке підвищення попиту на деревну сировину.

Потреби у деревині, що дедалі зростають, проблеми вітчизняної економіки, пов'язані із сильною залежністю від імпорту енергоносіїв, зумовлюють необхідність пошуку альтернативних джерел постачання енергії, що забезпечували б баланс між веденням екологічно-орієнтованого господарства та інтенсивним лісовирощуванням.

Розв'язанням цієї проблеми може стати плантаційне вирощування швидкорослих видів дерев, створення яких можливе не лише на землях лісового фонду, а й на непридатних для вирощування сільськогосподарських культур територіях, пустирях, на місцях низькоповнотних насаджень. Такого типу насаджень даватимуть змогу отримати значну кількість біомаси на порівняно малих площах. Кількість біомаси, яку дають плантаційні насадження, значно перевищує можливості класичних лісів за традиційного підходу до ведення господарства, що і визначає доцільність їх вирощування.

Біомаса деревини, яка продукується на так званих енергетичних плантаціях, є енергетичним ресурсом, який уже тепер становить помітну частку в задоволенні енергетичних потреб багатьох країн світу. Цей енергетичний ресурс при запровадженні високоефективних технологій спроможний значною мірою замінити непоновлювані викопні види палива, запаси яких з кожним роком зменшуються, а світові ціни на них зростають. Однак широке використання біомаси як енергетичної сировини доцільне лише за наявності економічного та екологічного ефектів від їх використання [1].

Оскільки природних покладів викопних видів палива в Україні недостатньо, то розвиток держави перебуває у прямій залежності від нестабільних світових цін на ці енергетичні носії. Тому використання біомаси дерева, передусім для комунальних потреб, дало б змогу частково їх замінити.

Отже, впровадження циклічної системи плантаційного лісовирощування сприятиме повнішому використанню лісорослинного потенціалу лісових земель, отриманню значних обсягів деревної біомаси як енергетичної сировини за порівняно короткий період часу, зменшенню обсягів вирубувань корінних цінних деревостанів, що дасть можливість поступово відновити оптимальну вікову структуру лісів. Створення плантаційних насаджень як «енергетичних плантацій» не лише підвищить рентабельність лісгосподарського виробництва, а й створить нові робочі місця у конкретному регіоні.

Плантаційне лісовирощування в Україні на теперішньому етапі і на найближчу перспективу не має альтернативи, тож актуальним є розроблення спеціальних програм із вирощування насаджень із коротким оборотом рубання як відновлюваного джерела енергії. Обґрунтоване впровадження системи плантаційного лісовирощування як джерела продукування енергетичної біомаси є одним із найважливіших заходів у напрямі збалансованого розвитку лісового господарства України.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Вирощування садивного матеріалу із коротким оборотом рубання в Україні досліджували низка вчених – І. П. Соловій, С. В. Перебора [3], Ф. М. Турчак [4], Я. Д. Фучило [5]. Значну увагу вирошуванню та створенню енергетичних плантацій із використанням павловнії повстистої приділяли у різні роки Jeffrey W. Stringer [9], Niraj Kumarmangalam Yadav [10], F. Lopez [8], B. A. Bergmann [6], M. Hinchee [7].

**Мета дослідження:** розробити наукові засади технологій генеративного розмноження та виробництва садивного матеріалу швидкорослих інтродуцентів для створення енергетичних плантацій.

**Матеріали і методи дослідження.** При проведенні експериментальних досліджень використано біометричні, вегетаційні та статистичні методи.

Схожість та енергію проростання насіння визначали лабораторним шляхом за методом пророщування згідно з державним стандартом і виражали у відсотках (відношення насіння, що нормально проросло, до загальної кількості насіння, яке брали для дослідження).

Клас якості насіння визначали за схожістю та чистотою відповідно до ДСТУ 8558:2015 Насіння дерев і кущів. Методи визначання посівних якостей (схожості, життєздатності, доброякісності) [2].

Враховуючи біологічні особливості насіння павловнії повстистої (дуже дрібне, специфічні умови проростання) та ніжність сходів і з метою забезпечення сприятливих умов для його проростання ми в експериментальних умовах апробували різні модифікації складу субстрату, для приготування яких було використано вермикуліт, універсальну торфосуміш для пророщування насіння, верховий торф і сфагновий мох. В експерименті з дослідження схожості та енергії проростання насіння та збереженості сходів апробовано п'ять модифікацій складу субстратів (рис. 1):

- 1) вермикуліт (В);
- 2) торфосуміш для пророщування насіння + вермикуліт (Тс+В) – (2:1);
- 3) торфосуміш для пророщування насіння (Тс);
- 4) торф верховий + сфагновий мох (Тв+См) - (2:1);
- 5) торф верховий + сфагновий мох (Тв+См) - (3:1);
- 6) дистильована вода (Дв) – контроль.

*Основні вимоги до пророщування насіння павловнії:*

- освітленість 7500 люмен і більше;
- вологість 90–100 %, постійна упродовж всього періоду пророщування;
- не висівати насіння щільно, необхідна площа для росту і при пересадці, щоб не переплітались корінці;
- температура 20–30°C;
- не вносити добрива або інші речовини для підживлення (поява плісняви, грибків та обпикання сходів).



**Рис. 1. Загальний вигляд апробованих в експерименті субстратів**



**Рис. 2. Загальний вигляд висіяного насіння на дистильовану воду (ліворуч) та на апараті для пророщування насіння (праворуч)**

Освітленість перевіряли за допомогою сучасних смартфонів із датчиками освітленості за допомогою програм на зразок *LuxMeter* та ін.

Дослідження проводили в лабораторних умовах на апараті для пророщування насіння, при цьому забезпечували рекомендовані умови мікроклімату: вологість у межах 80–100 %; освітленість від 5 тис. до 10 тис. люмен; температура повітря – +20 – +30°C.

Також насіння пророщували в термостатній, де вологість підтримували штучно шляхом зрошування поверхні субстрату із оприскувача щоденно за таких самих показників температури й освітленості (рис. 3).



**Рис. 3. Загальний вигляд експерименту в лабораторних умовах (ліворуч) та в термостатній (праворуч)**

Висівали дрібне насіння павлонії дуже обережно і рівномірно, при цьому не перегушуючи посіви.

Поза лабораторними умовами насіння висівали в міні-теплички, дотримуючись перелічених вище вимог.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Визначення показників схожості та енергії проростання на різних варіантах субстрату та контролі проводили одночасно. Температурний режим, освітленість і вологість було дотримано відповідно до потреб проростання насіння.

Результати пророщування наведено в таблиці.

**Енергія проростання (7-й день), схожість і збереженість (14-й день) насіння павлонії повстистої, %**

№	Варіант субстрату	Лабораторні умови		Термостатна	
		енергія проростання	схожість і збереженість	енергія проростання	схожість і збереженість
1	В	27	68	25	65
2	Тс+В - (2:1)	47	87	44	88
3	Тс	51	86	50	85
4	Тв+См - (2:1)	44	81	40	79
5	Тв+См - (3:1)	43	80	41	79
6	Дв	39	75	37	73

За результатами проведених досліджень, енергія проростання в лабораторних умовах була в межах 27–51 %, у термостатній – 25–50 %, а схожість насіння – 68–87 % і 65–88 % відповідно.

Інтенсивність проростання насіння наведено на рисунках 4–6.



**Рис. 4. Сходи павлонії повстистої на 5-й день**



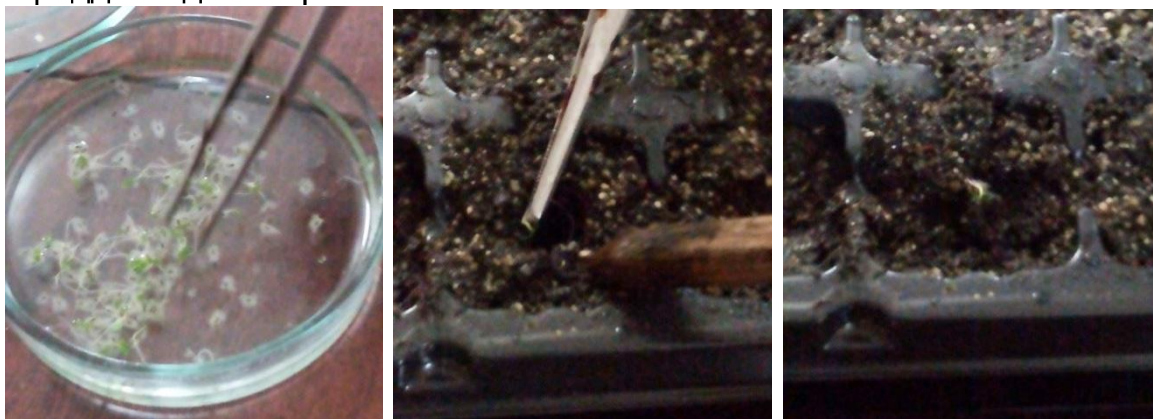
**Рис. 5. Сходи павлонії повстистої на 10-й день**



**Рис. 6. Сходи павловнії повстистої на 14-й день**

За результатами досліджень, при доборі субстрату для пророщування насіння можна стверджувати, що найкращими є торфосуміш для пророщування насіння та торфосуміш із домішкою вермикуліту. Додавання сфагнового моху показало гірші результати на 2–8 %.

Варто зауважити, що із домішкою вермикуліту до 30 % у субстраті волога розподілялась більш рівномірно. Сходи на воді були помітно меншими і слабшими. На 21-й день насіння пікірували у мультиплати на дорощування. Пікіровку проводили тонким олівцем, пінцетом або знаряддями для пікіровки.



**Рис. 7. Пересаджування (пікірування) проростків павловнії повстистої**



5-й день

8-й день

**Рис. 8. Павловнія повстиста на 5-й і 8-й день після пікіровки**

Після пікіровки мультиплати накривали прозорим ковпаком упродовж перших 5–10 днів і дотримувались вологості 60–90 %. Потім поступово проводили адаптацію, розкриваючи рослини, кожного дня збільшуючи тривалість на 20–30 хв. При заповненні коренями об'єму комірки в мультиплатах пересаджували їх у більші ємності (контейнери). Об'єм залежав від часу, скільки ростиме в ньому рослина до пересадки.

Пересаджувати рослину доцільно в умовах теплиці. Через 10–15 днів теплицю відкривали на 30–40 хвилин, поступово адаптуючи рослини до навколишніх природних умов упродовж 10–20 днів. При настанні мінімальних температур не нижче ніж +15 – +17°C уночі, рослини виносили із теплиці під притінення 60–80 % упродовж перших 5–10 днів, потім при притіненні 30–50 % ще 5–10 днів, при цьому проводили регулярний полив. Після адаптації кількість поливів варто поступово зменшувати до одного разу на 2–3 дні.



**25-й день  $H=6$  см**

**40-й день  $H=21$  см**

**60-й день  $H=49$  см**

**Рис. 9. Інтенсивність росту у висоту сіянців павлонії повстистої**

Отже, через 10–12 тижнів після висіву рослину можна висаджувати. У відкритий ґрунт рослини висаджували за нічних температур вище ніж +16°C. Розміри рослин були 10–25 см заввишки, більші рослини після висадки можуть пошкоджуватись вітром і ламатись на відкритих площах.

#### **Висновки і перспективи**

1. Під час досліджень насіннєвого розмноження встановлено, що найкращим субстратом для пророщування насіння є універсальна торфосуміш. Причому додавання до неї вермикуліту підвищило схожість насіння, а додавання сфагнового моху показало гірші на 2–8 % результати.
2. Висаджені у відкритий ґрунт рослини павлонії упродовж вегетаційного періоду сягали висоти 1,1–1,6 м, що свідчить про високу інтенсивність їхнього росту і перспективність павлонії для створення енергетичних плантацій в Україні.

## References

1. Kokhno, N. A., & Kurdyuk, A. M. (1994). Teoreticheskiye osnovy i opyt introduktsii drevesnykh rasteniy v Ukraine [Theoretical foundations and experience of the introduction of woody plants in Ukraine]. Kyiv, 186.
2. Nasinnya derev i kushchiv. Metody vyznachannya posivnykh yakostey (skhozhosti, zhyttyezdatnosti, dobroyakisnosti) [Seeds of trees and shrubs. Methods of determining the sowing qualities (similarity, viability, benign quality)]. (2016). DSTU 8558: 2015 from 01 January 2017. Kyiv, 91.
3. Soloviy I. P., & Perebora S. V. (2007). Analiz svitovykh tendentsiy lisovoyi polityky u sferi plantatsiynoho lisovyroshchuvannya [Analysis of world trends in forest policy in the field of plantation forestry]. Scientific Bulletin of UNFU, 33, 18–24.
4. Turchak, F. M. (1999) Ekzoty i mistsevi shvydkorostuchi derevni porody dlya plantatsiynoho lisovyroshchuvannya na Polissi [Exotic and local fast-growing tree species for plantation forestry in Polissya]. Problems of forest ecology and forest use in the Polissya of Ukraine: Science works Polissya LNDS, 138–141.
5. Fuchylo, Ya. D. (2012). Plantatsiyne lisovyroshchuvannya: teoriya, praktyka, perspektyvy [Plantation Forestry: Theory, Practice, Perspectives]. Kyiv, 463.
6. Bergmann, B. A., & Moon, H.-K. (1997). Adventitious Shoot Production in Paulownia. Plant Cell Reports, 16, 5, 315–319.
7. Hinchee, M., Rottmann, W., Mullinax, L., Zhang, C., Chang, S., Cunningham, M., Pearson, L., & Nehra, N. (2009). Short-Rotation Woody Crops for Bioenergy and Biofuels Applications. In Vitro Cellular Development Biology: Plant, 45, 6, 619–629.
8. Lopez, F., Perez, A., Zamudio, M. A. M., De Alva, H. E., & Garcia, J. C. (2012). Paulownia as Raw Material for Solid Biofuel and Cellulose Pulp. Biomass and Bioenergy, 45, 77–86.
9. Stringer, Jeffrey W. (1994). Sprouting and Growth of Paulownia tomentosa Root Cuttings. Tree Planter's Notes, 45, 3, 95–100.
10. Yadav, N. K., Vaidya, B. N., Henderson, K., Lee, J. F., Stewart, W. M., Sadanand, Dhekney A., & Joshee, N. (2013) A Review of *Paulownia* Biotechnology: A Short Rotation, Fast Growing Multipurpose Bioenergy Tree. American Journal of Plant Sciences, 4, 2070–2082/

## РАЗМНОЖЕНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА *PAULOWNIA TOMENTOSA* ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПЛАНТАЦИЙ

*И. В. Иванюк, А. П. Пинчук, А. А. Батурич*

**Аннотация.** Приведены особенности генеративного размножения павловнии войлочной для создания энергетических плантаций. Установлены оптимальные условия влажности и освещенности для прорастания семян. Посев семян проводился в различных по составу субстратах с использованием торфосмеси, сфагнового торфа и



вермикулита. Апробировалось выращивание сеянцев и постепенное пересаживание в большие емкости с одновременной адаптацией.

Подобраны оптимальные условия для проращивания семян, проработана технология получения растений и адаптации после генеративного размножения. Подобран состав субстрата для посадочного материала в контейнеры и технология адаптации к условиям окружающей среды.

**Ключевые слова:** генеративное размножение, контейнерная культура, семена, павловния войлочная, посадочный материал, сеянец, субстрат.

## **BREEDING AND PRODUCTION PLANTING MATERIAL PAULOWNIA TOMENTOSA TO CREATE ENERGY PLANTATIONS**

**I. Ivanyuk, A. Pinchuk, O. Baturin**

**Abstract.** The peculiarities of generative propagation of, paulownia tomentosa for creation of energy plantations are presented. Optimal conditions of humidity and light for germination of seeds are established. Sowing of seeds was carried out in various substrates with the use of peat mixture, sphagnum peat and vermiculite. The cultivation of seedlings and gradual transplanting into large containers with simultaneous adaptation was tested.

The optimum conditions for seed propagation have been selected, the plant production technology has been worked out and adaptation after generative reproduction has been developed. The composition of the substrate for planting seedlings into containers and adaptation technology to the environment have been selected.

**Keywords:** generative reproduction, container culture, seeds, paulownia tomentosa, planting material, seedlings, substrate.

УДК 504.7:581.9(477.41)

## **ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕКОЛОГО- ГЕОГРАФІЧНИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ**

**І. В. КІМЕЙЧУК** \*, аспірант

**Національний університет біоресурсів і природокористування  
України**

*E-mail:* [vanorimi@gmail.com](mailto:vanorimi@gmail.com)

**Анотація.** Висвітлено значення, історичні аспекти та результати дослідження культур сосни звичайної, створених із насіння екотипів різного географічного походження. З використанням шкали оцінки еколого-географічних культур проаналізовано 10 екотипів сосни

---

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