

АДАПТАЦІЯ ОЗДОРОВЛЕНИХ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ РОСЛИН

Запропоновано ефективну методику адаптації клонованих *in vitro* дослідних рослин з приживлюваністю культур в умовах відкритого ґрунту понад 90%. Наведено особливості створення біоенергетичних плантацій та визначено їх продуктивність.

адаптація, культура *in vitro* рослин, *Salix viminalis* L., *Populus nigra* L. × *Populus balsamifera* L., біоенергетичні плантації

У сучасних умовах гострими проблемами є нестача запасів традиційних видів палива та збільшення викидів парникових газів в атмосферу. Вирішення їх частково можливе через використання відновлювальних джерел енергії, серед яких значні перспективи має біомаса. Основними культурами для одержання біопалив є ріпак, кукурудза та соняшник, однак їх вирощування призводить до виснаження ґрунтів. Альтернативою є одержання біомаси з плантаційних лісових культур, зокрема верби прутівидної (*Salix viminalis* L.) та гібриду (пополі чорної × тополі бальзамічної (*Populus nigra* L. × *Populus balsamifera* L.)), оскільки їх вирощування можливе на землях, непридатних для ведення сільського господарства [5, 6]. Використання традиційних методів вегетативного розмноження вказаних вище рослин не дає можливості в перший рік вирощування одержати значну кількість біомаси через тривале формування кореневої системи та відновлення коренелистової кореляції [5]. У цьому контексті значний інтерес викликає метод культури ізольованих тканин *in vitro*, який дає можливість отримувати оздоровлений садивний матеріал з уже сформованою кореневою системою [3]. Заключним етапом цього способу розмноження є адаптація рослин-регенерантів до умов відкритого ґрунту. Однак досі не існує універсальної методики адаптації рослин *in vitro*. Р.М. Гречаник та ін. для покращення адаптації деревних видів рекомендують використовувати інокуляцію мікоризними грибами, але водночас зазначають, що вона в сте-

О.Ю. ЧОРНОБРОВ, аспірант
А.А. КЛЮВАДЕНКО,
кандидат сільськогосподарських наук
В.М. МАУРЕР,
кандидат сільськогосподарських наук
М.Д. МЕЛЬНИЧУК,
доктор біологічних наук
Національний університет біоресурсів
і природокористування України

рильних умовах досить трудомістка [1]; К.А. Шестибратов та ін. пропонують суміщення способів укорінення і адаптації [7]; Г.П. Кушнір, В.В. Сарнацька — регенеранти спочатку адаптовувати до умов закритого, а потім до відкритого ґрунту [3].

Мета роботи — порівняння ефективності різних методик адаптації клонованих *in vitro* рослин *S. viminalis* і *P. nigra* × *P. balsamifera* та оцінка продуктивності біоенергетичних плантацій.

Матеріали та методи досліджень. Адаптацію рослин-регенерантів здійснювали ступінчастим та прямим способами. **Ступінчаста адаптація** досліджуваних рослин включала наступні етапи: витримування в кліматичній камері протягом 2—5-ти діб на кокосовому субстраті (або кокосовий субстрат і перліт у співвідношенні 1:1); вирощування в умовах закритого ґрунту впродовж 30-ти діб та введення протягом 14-ти діб у контейнерну культуру. **Пряма адаптація** регенерантів полягала у витримуванні їх протягом 14-ти діб в умовах відкритого ґрунту у нестерильній воді (50 мл) з наступним висаджуванням у відкритий ґрунт.

Підготовлені таким чином регенеранти використовували для закладання плантацій. Їх створювали на ділянці з суцільно обробленим за системою сидерального пару темно-сірим опідзоленим ґрунтом. Після висаджування рослин ґрунт притискували, зрошували та мульчували тирсокомпостом. Для *S. viminalis* використовували такі схеми садін-

ня: 1) 0,25 × 0,40 м; 2) 1,0 × 1,0 м; 3) 1,5 × 0,6 × 0,75 м. Рослини-регенеранти *P. nigra* × *P. balsamifera* висаджували за схемою 1,5 × 0,6 × 0,75 м. За кожною з вище зазначених схем було висаджено по 60 рослин (30 шт. регенерантів, адаптованих ступінчастим і 30 — прямим способами). Ефективність адаптації рослин-регенерантів до умов *in vivo* визначали на 30-ту добу після садіння у відкритий ґрунт методом суцільного обліку (схема садіння 1,5 × 0,6 × 0,75 м). Після садіння через кожних 14—18 діб і до закінчення вегетаційного періоду поточного року підраховували на кущах пагони, що з'явилися, та вимірювали їх довжину і товщину біля кореневої шийки (схема садіння 1,5 × 0,6 × 0,75 м). Приживлюваність культур визначали наприкінці вересня методом суцільного обліку за схеми садіння 1,5 × 0,6 × 0,75 м [2]. Критеріями для визначення ефективності адаптації були відсоток адаптованих рослин до умов закритого і відкритого ґрунту та приживлюваність культур. Наприкінці вегетаційного періоду першого року вирощування проводили “виховне” зрізування культур *S. viminalis* на рівні 3—7 см від поверхні ґрунту. Середню масу наземної частини рослини визначали зважуванням прутів з 10-ти найхарактерніших рослин із застосуванням прямої адаптації. Продуктивність плантації на 1 га підраховували як добуток маси однієї рослини на кількість рослин на 1 га, з урахуванням приживлюваності культур. Масу сухого прута визначали за 6-відсотковою вологістю. Статистичне опрацювання експериментальних даних виконували за допомогою програми MS Excel.

Результати досліджень. Розроблена нами методика мікроклонального розмноження рослин *S. viminalis* і *P. nigra* × *P. balsamifera* забезпечила одержання значної кількості однорідного оздоровленого садивного матеріалу. Результати адаптації рослин *S. viminalis* до умов відкритого ґрунту за використання класичного (ступінчастого) та запропонованого нами (прямого)

способів і приживлюваність культур наведено у таблиці 1.

Встановлено, що високою ефективністю (приживлюваність культур — 96,7%) характеризувалася пряма адаптація рослин. Дещо менший досліджуваний показник (приживлюваність культур — 83,3%) одержали за ступінчастої адаптації. Ефективність прямої адаптації рослин та приживлюваність культур кращі, ніж за ступінчастої відповідно на 7 і 13%. Вища ефективність прямої адаптації рослин, на нашу думку, зумовлена тим, що за перенесення регенерантів у відкритий ґрунт не відбувається травмування кореневих волосків. До цього слід зазначити, що пряма адаптація рослин-регенерантів характеризувалася меншою (приблизно в 3 рази) тривалістю порівняно зі ступінчастою, оскільки не передбачала витримування рослин у кліматичній камері та в умовах закритого ґрунту. Рослин-регенерантів, після витримування у культуральному посуді з водопровідною водою, висаджували безпосередньо у відкритий ґрунт (рис. 1).

Аналогічні показники визначено

1. Порівняння результатів адаптації рослин *in vitro* *S. viminalis* до умов відкритого ґрунту

| Спосіб адаптації | Тривалість адаптації, діб | Ефективність адаптації до умов закритого ґрунту, % | Ефективність адаптації до умов відкритого ґрунту, % | Приживлюваність культур, % |
|------------------|---------------------------|--|---|----------------------------|
| Прямий | 14 | — | 96,7 | 96,7 |
| Ступінчастий | 44 | 92,0 | 90,0 | 83,3 |

також для рослин *P. nigra* × *P. balsamifera*. Ефективність адаптації рослин до умов відкритого ґрунту за прямої та ступінчастої адаптації становила відповідно: 93,3 і 90,0%, а приживлюваність культур — 93,3 і 83,3%.

Для оцінки ефективності запропонованих способів адаптації наприкінці вегетаційного періоду додатково заміряли висоту і діаметр однорічних пагонів досліджуваних видів, підраховували їх кількість. Одержані результати наведено у таблиці 2.

Одержані дані свідчать, що рослини, адаптовані різними способами і висаджені в культури, наприкінці вегетаційного періоду не мали істотних відмінностей у досліджуваних показниках. Проте за створення лісових культур початкові висоти рослин верби прутувидної

і гібриду тополі, адаптованих прямим способом, були відповідно у 3,5 та 1,8 раза менші порівняно зі ступінчастим. Таким чином, створені насадження рослин *S. viminalis* наприкінці вегетаційного періоду мали висоту 241—270 см (рис. 2).

Дослідженнями встановлено, що створені плантаційні лісові культури мали середні висоти у 1,8 раза вищі від аналогічних висот рослин, одержаних традиційним вирощуванням в експериментах Я.Д. Фучило [5], В.О. Рибак та ін. [4].

Одним з показників ефективності адаптації *S. viminalis* є маса наземної маси, що була визначена наприкінці вегетаційного періоду після “виховного” зрізування культур. Експериментальні дані наведено у таблиці 3.

Результати свідчать, що викорис-



а



б

Рис. 1. Результати прямої адаптації клонів *in vitro* рослин *S. viminalis*: а — регенеранти у водопровідній воді на полігоні контейнерної культури (травень, 2011); б — культури в умовах відкритого ґрунту (червень, 2011)

2. Морфометричні показники плантаційних культур верби прутувидної і гібрида тополі чорної × тополі бальзамічної

| Спосіб адаптації | Середня висота пагонів, см | Середній діаметр пагонів, мм | Кількість пагонів на одному кущі, шт. |
|---|----------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| <i>S. viminalis</i> | | | |
| Ступінчастий | 262,2 ± 2,11 | 15,8 ± 1,32 | 3,0 ± 0,45 |
| Прямий | 258,9 ± 3,60 | 15,3 ± 0,47 | 3,0 ± 0,31 |
| <i>P. nigra</i> × <i>P. balsamifera</i> | | | |
| Ступінчастий | 58,3 ± 4,10 | 0,6 ± 0,07 | 1,5 ± 0,17 |
| Прямий | 62,3 ± 3,85 | 0,6 ± 0,06 | 1,4 ± 0,16 |



Рис. 2. Плантаційні культури *S. viminalis* (вересень, 2011)

3. Продуктивність плантаційних культур верби прутівидної

| Варіант | Схема садіння, м | Кількість рослин на 1 га, шт. | Маса прутів 1 рослини, г | Маса зеленого прута, т/га | Маса сухого прута, т/га |
|---------|------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 1 | 0,25 × 0,40 | 100000 | 462,4 ± 33,08 | 43,1 | 22,7 |
| 2 | 1,0 × 1,0 | 10000 | 456,0 ± 33,88 | 4,3 | 2,3 |
| 3 | 1,5 × 0,6 × 0,75 | 14813 | 460,1 ± 28,24 | 6,6 | 3,5 |
| Г | 0,6 × 0,25 | 66667 | 156,0 | 10,4 | — |

Примітка — Г продуктивність однорічних культур верби прутівидної за традиційного вирощування (Я.Д. Фучило та ін., 2009)

призводило до незначних відмінностей у масі прутів однієї рослини. Установлено, що зі збільшенням початкової густоти плантації (кількість рослин *S. viminalis* на 1 га) зростає їх продуктивність, яка варіює від 4,3 до 43,1 т/га біомаси. Слід зазначити, що схема садіння рослин впливає на період ротації. Варіант схеми 1 з досить значною кількістю рослин на 1 га доцільно використовувати для щорічного зрізування біомаси, а в менш загущених плантаціях (варіанти 2 і 3) — 2—3-річні періоди ротації. Дослідженнями встановлено, що маса прутів однієї рослини, адаптованої прямим способом, у 2,9 раза переважала аналогічну масу рослин в експерименті Я.Д. Фучило та ін. [5]. Значно вищу продуктивність рослин *in vitro*, на нашу думку, можна пояснити використанням оздоровленого садивного матеріалу із закритою кореневою системою.

ВИСНОВКИ

Результати досліджень вказують на високу ефективність прямої адаптації рослин *in vitro S. viminalis* і *P. nigra* × *P. balsamifera* з приживлюваністю культур в умовах відкритого ґрунту понад 90%. Одержані в до-

слідах однорічні плантаційні лісові культури мали середню висоту у 1,8 раза вищу від аналогічної висоти рослин, одержаних традиційним вирощуванням. Висаджувати рослини *S. viminalis* доцільно за густою технологічною схемою (0,25 × 0,40 м), яка дає можливість у перший рік вирощування одержати до 43,1 т/га біомаси.

ЛІТЕРАТУРА

1. Застосування біотехнологічних методів для розмноження гібриду осики і тополі чорної та мікоризації садивного матеріалу / Р.М. Гречаник, О.Ф. Базюк, З.Д. Бондаренко [та ін.] // Науковий вісник Українського державного лісотехнічного університету. — 2003. — Вип. 13.3. — С. 210—221.
2. Інструкція з проектування, технічного приймання, обліку та оцінки якості лісокультурних об'єктів. — Державний комітет лісового господарства України. — Київ, 2010. — 73 с.
3. Кушнір Г.П. Мікроклональне розмноження рослин: теорія і практика / Г.П. Кушнір, В.В. Сарнацька. — К.: Наукова думка, 2005. — 269 с.
4. Особливості ведення лісового господарства у приміських лісах: наук.-метод. Рекоменд. / [В.О. Рибак, Я.Д. Фучило, М.І. Ониськів та ін.]. — К.: ВП НАУ "Боярська лісова дослідна станція", 2008. — 85 с.
5. Створення та вирощування енергетичних плантацій верб і тополь / [Фучило Я.Д., Сбитна М.В., Фучило О.Я., Літвін В.М.] — К.: ЛОГОС, 2009. — 80 с.

6. Фучило Я.Д. Плантаційне лісовирощування тополі для отримання енергетичної сировини / Я.Д. Фучило, М.В. Сбитна, В.М. Літвін [та ін.] // Міжнар. конф. наук.-педаг. прац., наук. співроб. та мол. вчених, 23—24 березня 2011 р.: тези доп. — К., 2011. — С. 54—55.

7. Шестибратов К.А. Лесная биотехнология: методы, технологии, перспективы / К.А. Шестибратов, В.Г. Лебедев, А.И. Мирошников // Биотехнология. Теоретический и научно-практический журнал. — 2008. — № 5. — С. 3—22.

Чорнобров О.Ю., Клуваденко А.А., Маурер В.М., Мельничук М.Д.

Адаптація оздоровлених біоенергетических рослин

Предложена эффективная методика адаптации клонированных in vitro опытных растений с приживаемостью культур в условиях открытого грунта больше 90%. Приведены особенности создания биоэнергетических плантаций и определена их продуктивность.

адаптація, культура *in vitro* рослин, *Salix viminalis* L., *Populus nigra* L. × *Populus balsamifera* L., біоенергетическі плантації

Chornobrov O.Yu., Kliuvadenko A.A., Maurer V.M., Melnychuk M.D.

Adaptation of pathogen-free bioenergy plants

An effective method of experimental plants in vitro adaptation with survival rate over 90% in the field is presented. The features of bioenergy plantations establishment are presented and their productivity is calculated.

adaptation, plant tissue culture, *Salix viminalis* L., *Populus nigra* L. × *Populus balsamifera* L., bioenergy plantations

Рецензент:

Манько Ю.П., доктор сільськогосподарських наук, професор Національний університет біоресурсів і природокористування України

Зі святом



Березня!

Чоловічий колектив кафедри фітопатології
ім. В.Ф. Пересипкіна НУБІП України
вітає жінок кафедри зі святом весни —
8 Березня!

Бажаємо успіхів
у науковій роботі,
творчого натхнення,
весняного настрою в душі
і справжнього
жіночого щастя.

