

технологический университет, 2009. – Вып. 17, сер. 1. Лесное хозяйство. – С. 161–164.

6. Морфометрические параметры микроклонально размноженных растений осины и березы при выращивании в условиях закрытого грунта / М. А. Иванова, Л. А. Богинская, И. М. Баландина [и др.] // Труды Белорусского государственного технологического университета. – Минск : Белорусский государственный технологический университет, 2010. – Вып. 18, сер. 1, Лесное хозяйство. – С. 235–238.

Разработана методика адаптации растений-регенерантов Populus tremula L. зеленокорой формы к условиям ex vitro и in vivo. Установлены оптимальные составляющие и влажность субстрата для адаптации. Исследован наиболее благоприятный период, способ адаптации растений и время пребывания в условиях повышенной влажности.

Ключевые слова: *Populus tremula L., растение-регенерант, адаптация, ex vitro, in vivo.*

The method of adaptation of plants-regenerants Populus tremula L. green-bark form to ex vitro and in vivo conditions. Optimal humidity and substrate components of adaptation were established. The most favorable period, the way of adaptations and time of planting and condition of high humidity were researched.

Key words: *Populus tremula L., plant-regenerants, adaptation, ex vitro, in vivo.*

УДК 630.232:576.32

**ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ СУБСТРАТУ ДЛЯ АДАПТУВАННЯ
САДЖАНЦІВ-РЕГЕНЕРАНТІВ МАГНОЛІЇ КОБУС
(MAGNOLIA KOBUS DC.)**

І. М. Бобошко-Бардин, кандидат сільськогосподарських наук

Наведено характерні риси оптимізації складу субстрату під час адаптування рослин до умов зовнішнього середовища. Науково обґрунтовано склад субстрату для завершального етапу отримання рослин-регенерантів.

Ключові слова: *адаптація, субстрат, компоненти, біотестування, закрита коренева система, Magnolia kobus DC.*

Більшість технологій вирощування саджанців магнолії кобус (*Magnolia kobus* DC.) починається з розмноження та отримання вихідного матеріалу. Останніми роками у виробництві саджанців дослідної рослини

і, передусім її декоративних форм, усе активніше застосовують мікроклональне розмноження в умовах *in vitro*, яке вирізняється високою ефективністю й тому є одним із перспективних методів отримання стандартного та високоякісного садивного матеріалу. Культура ізольованих тканин уможлиблює підвищення коефіцієнта розмноження та отримання масового оздоровленого садивного матеріалу за короткий термін.

Розмноження рослин в *in vitro* передбачає поетапність проведення операцій. Останнім та одним із вирішальних етапів мікроклонального розмноження є адаптація рослин-регенерантів до умов *in vivo*, який включає адаптування до субстрату та умов відкритого ґрунту. За окремими даними, до 50–60 % рослин-регенерантів гине на етапі адаптування через порушення у діяльності продохів і внаслідок надмірного зневоднення тканин [3, 9]. Запорукою успішного пристосування рослин-регенерантів до умов *in vivo* та ефективного вирощування отриманих саджанців у контейнерах є оптимізований за складом субстрат, який сприяє їх адаптації, підвищенню приживлюваності, а в подальшому й прискореному росту та розвитку рослин. При цьому особливого значення набуває підбір компонентів для субстрату контейнерної культури, який би за водно-фізичними властивостями та агрохімічним складом максимально відповідав видоспецифічним біологічним вимогам вирощуваних рослин.

Підбір компонентів для приготування субстрату та оптимізація його складу передбачають як теоретичне обґрунтування, так і практичне (виробниче) апробування. Останнє найчастіше проводять шляхом біотестування різних модифікацій субстрату (за кислотністю, водно-фізичними властивостями, забезпеченістю поживними речовинами) у спеціальних дослідженнях, у яких критерієм придатності їх для адаптування до контейнерної культури того чи іншого складу є стан та особливості росту й розвитку законтейнерованих рослин.

Мета досліджень – оптимізація та наукове обґрунтування складу субстрату для адаптування рослин-регенерантів *Magnolia kobus* DC. контейнерної культури шляхом біотестування (фітоіндикації) різних за водно-фізичними властивостями та агрохімічними особливостями його модифікацій.

Об'єкт дослідження процес адаптування, росту і розвитку отриманих *in vitro* мікросаджанців, на різних модифікаціях складу субстратах. Дослідження проводили упродовж 2012–2013 років на навчально-дослідному розсаднику кафедри лісовідновлення та лісорозведення, НУБіП України.

Матеріали та методика досліджень. Адаптацію рослин-регенерантів здійснювали за стандартною методикою В. А. Висоцького [2] та Р. Г. Бутенко [1]. Після двотижневої адаптації на полігоні рослини-регенеранти було пересаджено в 0,5-літрові контейнери з 6-ма модифікаціями субстрату. Висаджені рослини за їх габітусом поділяли на два ґатунки. Саджанці першого мали добре розвинену надземну частину

(пагони завдовжки 4–8 см із 3–6 бруньками та 2–3 листочками) і добре розгалужену кореневу систему (7–10 см), а другого – з параметрами, відповідно, 2–4 см, 1–3 та 1–2 шт., з кореневою системою 3–6 см. У кожному варіанті було висаджено по 20 шт. рослин-регенерантів.

З урахуванням біолого-екологічних особливостей *Magnolia kobus* DC. та специфіки вирощування її саджанців у контейнерній культурі, у дослідженнях було використано різні модифікації складу субстрату, сформовані з таких компонентів: річковий пісок (П), гумусовий шар сірого лісового ґрунту (Зл), торф перехідний з кислотністю 5,5–5,8 (Тн) та торф верховий (рН 3,5–4,2, Тк). Апробовані модифікації субстратів презентували не тільки складові співвідношення компонентів, а й різну гідролітичну кислотність (рН 4,8–6,7).

Агрохімічний аналіз ґрунту здійснено на базі Київського обласного державного проектно-технологічного центру охорони родючості ґрунту і якості продукції. Агрохімічні показники азоту (N), фосфору (P) та калію (K) визначали за методиками О. В. Кірсанова [6], Ф. В. Чірікова [4] та Б. П. Мачигіна [5]. Вміст гумусу у зразках визначали за Тюрнімом [10], кислотність ґрунту та вміст у них кальцію і магнію – за нормативними документами ЦИНАО ГОСТ 26483-85 та 26487-85 [7]. Апробовані модифікації субстратів презентували не тільки складові співвідношення компонентів, а й різну гідролітичну кислотність (рН 4,8–6,7).

В експерименті з біотестування субстратів для забезпечення успішного росту рослин у контейнерній культурі в процесі їх адаптування критерієм оцінки були приживлюваність, інтенсивність росту дослідних рослин та їх стан за зовнішнім виглядом (забарвлення й а розмір листових пластинок).

Візуальну оцінку стану проводили з періодичністю раз на тиждень, а поточний приріст у висоту вимірювали з точністю 0,1 см щомісячно.

Результати досліджень. За результатами отриманих даних встановлено, що під час адаптування кращим станом рослин-регенерантів I ґатунку (коефіцієнт стану 2,8–3,0) вирізнялися (рис.1) у контейнерах із підкисленим субстратом (вар. 5, таб. 1). Тоді як стан регенерантів II ґатунку кращим був у контейнерах із субстратом гідролітичною кислотністю близькою до нейтральної (вар. 1).

Упродовж першого місяця спостерігалось поліпшення стану рослин-регенерантів по всіх варіантах, незалежно від їх ґатунку. Зазначену тенденцію, на нашу думку, зумовили сприятливі погодні умови травня (достатньо висока вологість повітря та мала амплітуда коливань добової температури +15...+22 °С). Погіршення стану дослідних рослин наприкінці червня у контейнерах більшості модифікацій субстрату, яке відбулося внаслідок зменшення вологості повітря та різкого підвищення денної температури, свідчило про незавершеність процесу їх адаптування до умов *in vivo*.

Можна стверджувати, що рослини-регенеранти II ґатунку адаптуються повільніше, ніж I. Проте, незважаючи на загалом кращий стан дослідних рослин I ґатунку, в окремих модифікаціях субстрату,

зокрема по варіантах 3 і 6, їхній стан упродовж всього періоду спостереження, був гіршим, ніж у регенерантів II ґатунку. Кращим, порівняно з іншими, незалежно від ґатунку, був стан рослин-регенерантів у контейнерах із субстратами 4-ї та 5-ї модифікацій з кислотністю рН 5,0–5,3.

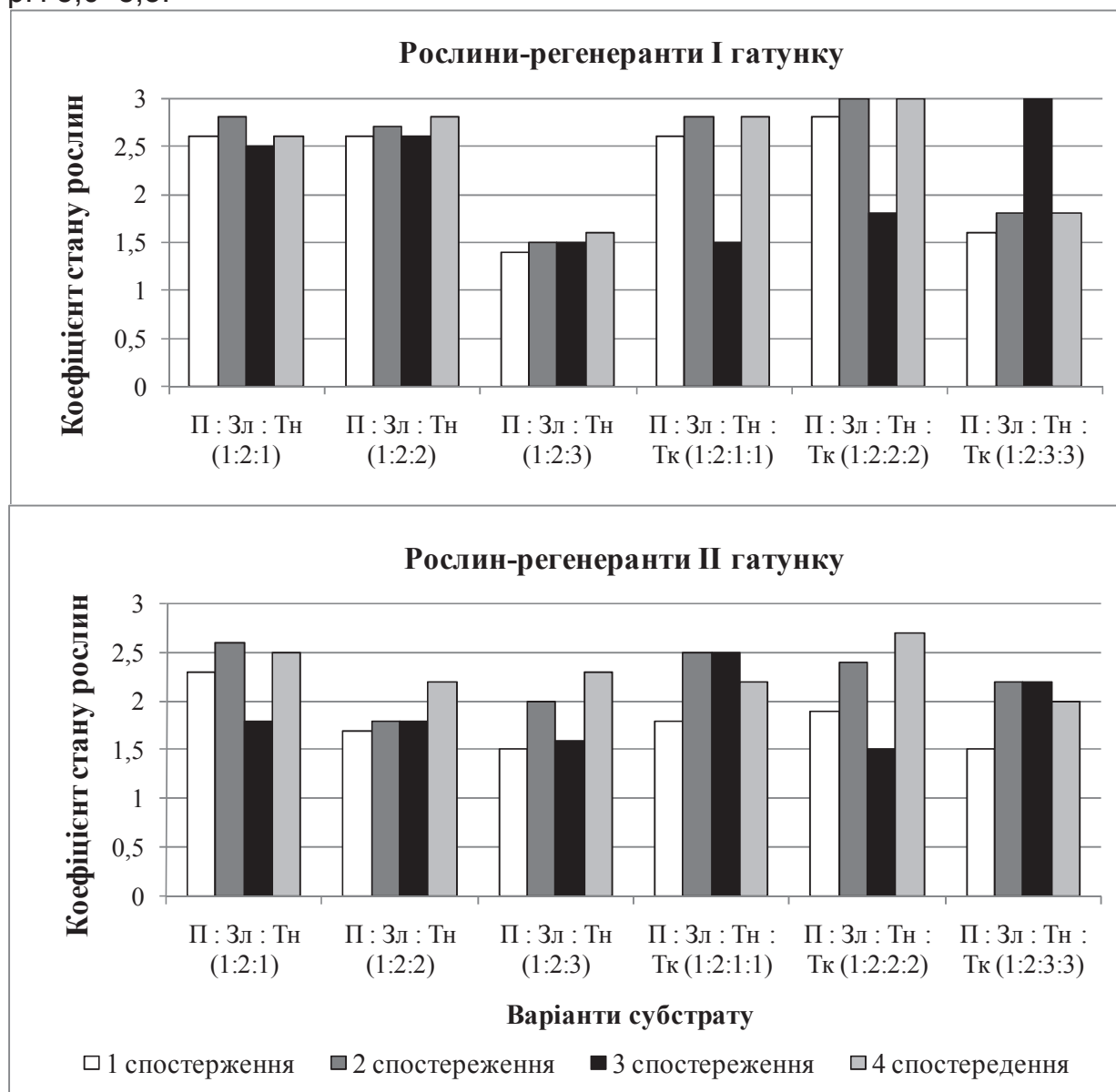


Рис. 1. Динаміка стану рослин-регенерантів магнолії I і II ґатунку в першій контейнерній культурі на різних за складом модифікаціях субстрату

Щодо адаптування дослідних рослин різної якості, можна зробити очевидний висновок про інтенсивніший відпад регенерантів II ґатунку, ніж першого, за всіма апробованими модифікаціями складу субстрату (табл. 1). Особливо значним (60% від загальної кількості) він був у рослин на найбільш агресивному за кислотністю субстраті (варіант 6 із максимальним вмістом верхового торфу). Виявлена тенденція була характерна й для рослин-регенерантів, висаджених у контейнери із

субстратом з меншими вмістом кислого торфу у його складі (варіанти 4 і 5). Загалом, гірша адаптація рослин II ґатунку мала місце не тільки в контейнерах з кислими субстратами, а й для сумішей з близькою до нейтральної реакції кислотністю (варіанти 1, 2 і 3).

1. Відпад рослин-регенерантів магнолії кобус різного ґатунку під час адаптування їх до умов *in vivo* залежно від модифікації складу субстрату та його кислотності

Варіанти модифікації складу субстрату	Компоненти субстрату та їх співвідношення	Кислотність (pH) ґрунту	Ґатунок рослин-регенерантів	Відпад, %
1	П:Зл:Тн (1:2:1)	6,3	I	20
			II	40
2	П:Зл:Тн (1:2:2)	6,5	I	20
			II	40
3	П:Зл:Тн (1:2:3)	6,7	I	17
			II	30
4	П:Зл:Тн:Тк (1:2:1:1)	5,3	I	10
			II	10
5	П:Зл:Тн:Тк (1:2:2:2)	5,0	I	0
			II	50
6	П:Зл:Тн:Тк (1:2:3:3)	4,8	I	17
			II	60

Щодо адаптування дослідних рослин різної якості, можна зробити очевидний висновок про інтенсивніший відпад регенерантів II ґатунку, ніж першого, за всіма апробованими модифікаціями складу субстрату (табл. 1). Особливо значним (60% від загальної кількості) він був у рослин на найбільш агресивному за кислотністю субстраті (варіант 6 із максимальним вмістом верхового торфу). Виявлена тенденція була характерна й для рослин-регенерантів, висаджених у контейнери із субстратом з меншими вмістом кислого торфу у його складі (варіанти 4 і 5). Загалом, гірша адаптація рослин II ґатунку мала місце не тільки в контейнерах з кислими субстратами, а й для сумішей з близькою до нейтральної реакції кислотністю (варіанти 1, 2 і 3).

Серед рослин-регенерантів I ґатунку найбільший відпад (20 %) спостерігався в контейнерах із субстратом 1-го та 2-го варіантів складу, а максимальна їх збереженість (100%) була в ємностях по 5-му варіанту.

На адаптування регенерантів, окрім складу субстрату, водно-фізичних властивостей та кислотності субстрату, значною мірою, впливає забезпеченість мінерального живлення рослин доступними для них поживними речовинами (табл. 2). За даними Т. Френкіної [11], оптимальними ґрунтами для магнолії кобус є пухкі, свіжі, вологі, багаті на органічні речовини з нейтральною або слабкислою реакцією (pH 5,0–7,0).

2. Основні агрохімічні показники апробованих для адаптації рослин-регенерантів *M. kobus* на модифікованих субстратах

Варіант	Компоненти субстрату, співвідношення	Агрохімічні показники					
		Обмінні основи*					
		Гумус %	N, мг·кг ⁻¹	P, мг·кг ⁻¹	K, мг·кг ⁻¹	Mg, на 100 г	Ca, мг-екв
1	П : Зл : Тн (1:2:1)	1,26	70	175	221	1,00	7,3
2	П : Зл : Тн (1:2:2)	1,62	56	200	281	1,10	7,4
3	П : Зл : Тн (1:2:3)	1,85	59	225	211	0,80	7,6
4	П : Зл : Тн : Тк (1:2:1:1)	1,85	56	150	189	1,1	7,4
5	П : Зл : Тн : Тк (1:2:2:2)	2,20	62	138	152	1,20	7,9
6	П : Зл : Тн : Тк (1:2:3:3)	2,43	75	156	147	1,20	8,2

Примітка. Оптимальний показник забезпеченості субстрату поживними речовинами: N – 151-200, мг·кг⁻¹; P – 101-150 мг·кг⁻¹; K – 81-120 мг·кг⁻¹; Mg – 1,01-2,0 на 100 г; Ca – 5,01-10,0 мг-екв; гумус – 3,1-4,0 % [4, 5, 6, 7].

Як видно з наведених у табл. 2 даних, апробовані субстрати характеризуються низьким (варіанти 1–4) і середнім (варіанти 5, 6) вмістом гумусу, порівняно з оптимальними показниками. У модифікаціях субстратів підвищена, висока й дуже висока забезпеченість доступними з'єднаннями фосфору (140–225 мг·кг⁻¹) і калію (150–280 мг·кг⁻¹) та дуже низький вміст (55–75 мг·кг⁻¹) азоту.

Певних тенденцій щодо впливу вмісту поживних речовин в апробованих субстратах на стан дослідних рослин-регенерантів у контейнерній культурі у процесі їх адаптування не виявлено. Зміни стану дослідних рослин свідчать, що до літніх посушливих періодів (липень – серпень) регенеранти краще адаптуються на субстратах із підвищеним вмістом калію (варіанти 1, 2 і 3). На нашу думку, це пов'язано з більшою в'язкістю протоплазми їхніх клітин, яка й зумовлює кращу пристосованість рослин до несприятливих погодних умов.

Значний інтерес представляють результати, що характеризують динаміку періодичного (місячного) приросту рослин-регенерантів магнолії у висоту в процесі адаптування їх до апробованих в експерименті модифікацій складу субстрату (рис. 2). Вони опосередковано свідчать про успішність і тривалість адаптації саджанців різних гатунків.

Дослідженнями встановлено, що, незалежно від модифікацій складу субстратів як для рослин-регенерантів I гатунку, так і II, характерними були два інтенсивних прирости у висоту – у травні та липні. Значних відмінностей в інтенсивності росту рослин обох гатунків при цьому не виявлено. Натомість в експерименті помітно гіршим ростом у висоту відрізнялися регенеранти обох гатунків у контейнерах із субстратом 3-го варіанта зі співвідношенням піску, землі лісової та торфу перехідного як 1:2:3 з гідролітичною кислотністю близькою до нейтральної. На нашу думку, виявлена закономірність зумовлена більшою вологоємністю цього субстрату завдяки вмісту в ньому 50 % торфу і формуванням, унаслідок цього, застійного режиму зволоження, який погіршує ріст магнолії.

Кращим ростом вирізнялися рослини-регенеранти на слабокислих субстратах (варіанти 4 і 5).

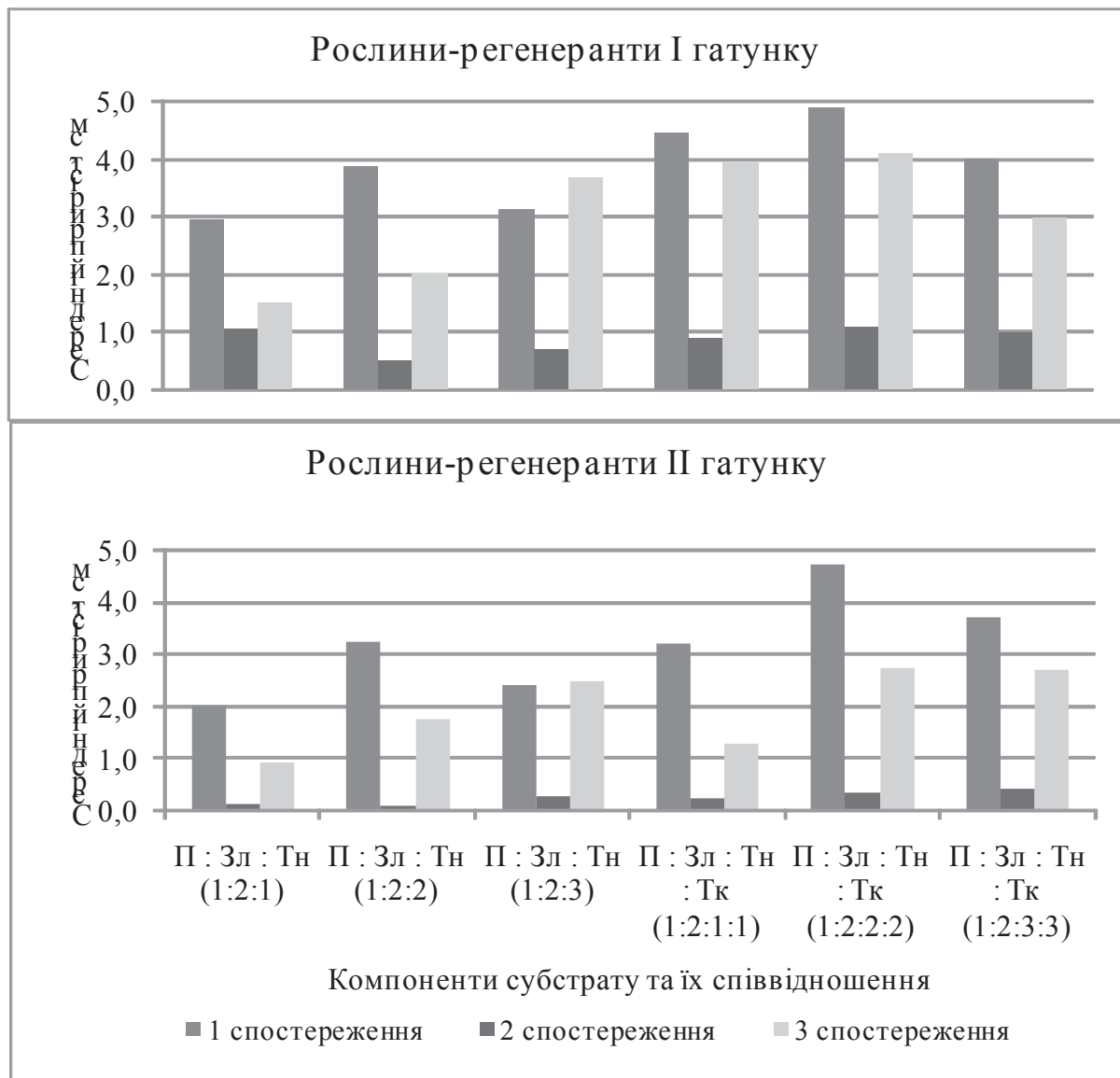


Рис. 2. Динаміка приросту рослин-регенерантів I та II гатунку в процесі їх адаптації залежно від модифікації складу субстрату

Висновки

Отримані результати свідчать про непересічне значення складу субстрату та неабиякий його вплив на успішність адаптації рослин-регенерантів *Magnolia kobus* DC., а також їх ріст і розвиток в контейнерній культурі. На успішність адаптації дослідних рослин вирішальний вплив мають водно-фізичні властивості субстрату та мікрокліматичні умови. Вміст поживних речовин основних елементів мінерального живлення не має важливого значення для адаптування рослин. Більш суттєво забезпеченість поживними речовинами впливає на ріст регенерантів у післяадаптаційний період. Для адаптування рослин-регенерантів до умов *in vivo* та введення їх у контейнерну культуру найбільш доцільно

використовувати підкислений субстрат (рН 5–5,3) з піску, землі лісової, торфу низинного і верхового у співвідношенні 1:2:1:1 і 1:2:2:2.

Список літератури

1. Бутенко Р. Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений / Р. Г. Бутенко. – М. : Наука, 1964. – 272 с.
2. Высоцкий В. А. Клональное микроразмножение плодовых растений и декоративных кустарников / В. А. Высоцкий // Микроразмножение и оздоровление растений в промышленном плодоводстве и цветоводстве. : сб. статей. – Мичуринск : [б. н.], 1989. – С. 3–8.
3. Голубенко А. В. Морфогенез та особливості вегетативного розмноження видів роду *Gentiana L. in vitro*: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.12 “Фізіологія рослин” / А. В. Голубенко. – К., 2005. – 22 с.
4. ГОСТ 26204-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО.
5. ГОСТ 26205-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО.
6. ГОСТ 26207-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО.
7. ГОСТ 26483-85, 26487-85. Почвы. Определение подвижных соединений магния и кальция ЦИНАО.
8. Декоративне розсадництво : навч. посіб. / В. М. Маурер. – Вінниця : Нова Книга, 2007. – 264 с.
9. Пінчук А. П. Особливості адаптації рослин-регенерантів гібрида тополі сірої х тополі білої (*Populus canescens* Sm. х *Populus alba* L.) / А. П. Пінчук // Науковий вісник НАУ. – К., 2004. – № 70. – С. 128–132.
10. Тюрин И. В. Новое видоизменение объемного метода определения гумуса с помощью хромовой кислоты / И. В. Тюрин // Почвоведение. – 1931. – № 6. – С. 36–47.

Приведены характерные черты оптимизации состава субстрата во время адаптации растений к условиям внешней среды. Научно обоснован состав субстрата для завершающего этапа получения растений-регенерантов.

Ключевые слова: *адаптация, субстрат, компоненты, биотестирование, закрытая корневая система, Magnolia kobus DC.*

The personal touches and features of optimization substrate composition in time of plants adaptation to external environment. Substrate composition for the last stage of receiving plants-regenerants are scientifically grounded.

Key words: *adaptation, substrate, components, biotesting, container culture, Magnolia kobus DC.*