

УДК 630\*232

Я.Д. ФУЧИЛО<sup>1</sup>, М.В. СБИТНА<sup>2</sup>, О.С. МАЖУЛА<sup>3</sup>, Ю.В. БЕНГУС<sup>4</sup>

## ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ НАСАДЖЕНЬ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ МЕТОДАМИ ХІМІЧНОГО МУТАГЕНЕЗУ

Наведено результати досліджень росту та розвитку штучних деревостанів сосни звичайної, сформованих із вегетативного потомства швидкорослого екземпляра сосни, отриманого шляхом хімічного мутагенезу. Встановлено, що за темпами росту протягом першого – третього класу віку вегетативне потомство мутанта випереджає насадження сосни з місцевих популяцій і може бути рекомендованим для підвищення продуктивності лісів в умовах свіжого субору Лівобережного Лісостепу, Київського Полісся та інших регіонів з подібними ґрунтово-кліматичними умовами.

**Ключові слова:** лісовирощування, сосна звичайна, хімічний мутагенез, фенологія, щеплені саджанці, лісові культури, інтенсивність росту

Одним із ефективних заходів, що сприяють підвищенню інтенсивності лісгосподарського виробництва, є використання при лісовідновленні та лісорозведенні насінного і вегетативного садивного матеріалу, отриманого з відібраних і перевічених на елітність плюсових дерев, або з господарсько цінних форм, отриманих іншими методами лісової селекції. При цьому використання саджанців вегетативного походження забезпечує повну передачу потомству всіх цінних ознак, що дає змогу отримати високий лісівничий ефект. Так, за даними І.В. Шутова та ін. [1], використання під час створення лісосировинних плантацій хвойних порід щеплених саджанців з плюсових дерев здатне підвищити продуктивність деревостанів на 20-50%.

Серед методів, які використовують у лісовій селекції, значні можливості для отримання швидкорослих, декоративних та інших цінних форм деревних порід відкриваються завдяки застосуванню індукованого мутагенезу. У цьому напрямі виконано порівняно небагато досліджень, але вони вказують на його великі перспективи [2, 4, 5, 6].

В Україні дослідження з отримання цінних для лісового господарства та озеленення мутантів, а також виявлення мутагенів, що стимулюють ростові процеси, були розпочаті у 1979 р. в УкрНДІЛГА (м. Харків) під керівництвом проф. П.І. Молоткова. Використовували хімічні супермутагени: етиленмін (ЕІ), диментилсульфат (ДМС) і нітрозодиметилсечовина (НДМС), отримані в лабораторії І.А. Рапопорта (Інститут хімічної фізики АН СРСР).

У одному із дослідів розчинами названих супермутагенів було оброблене насіння з насадження сосни звичайної штучного походження, що росло у перехідних від свіжого бору до свіжого субору (А<sub>2</sub>-В<sub>2</sub>) лісорослинних умовах в урочищі «Соколово» Чемузьківського лісництва ДП «Зміївське ЛГ» Харківської області. На час збору насіння насадження мало вік 22 роки, повноту – 0,7, середню висоту – 11 м і середній діаметр – 12 см.

Контролем слугувало насіння, замочене у дистильованій воді. Період експозиції насіння у розчині мутагенів тривав 18 годин. Після промивання і просушування насіння було висіяне у холодну поліетиленову теплицю в Південному лісництві Данилівського дослідного лісгоспу Харківської області.

Усі використані супермутагени спричинили істотний вплив на ріст сіянців. Із збільшенням концентрації їх розчинів проявилось пригнічення процесів росту насіння і сіянців, при цьому у багатьох випадках сходи взагалі не з'явилися, а за найменших концентрацій ДМС і НДМС, навпаки, помітною виявилася стимулятивна дія мутагенів [2]. У варіантах з їх використанням було виявлено рослини з виключно швидким ростом. Сіянці, що збереглися, вирощували в теплиці впродовж двох років, після чого навесні 1981 р. їх було висаджено на лісокультурну площу. З усіх висаджених сосенок восени 1981 р. був відібраний один саджанець (робоча назва – мутант «Високий», отриманий з насіння обробленого етиленіміном у концентрації 0,01%), який відзначався найбільшим приростом серед усіх саджан-

<sup>1</sup> ФУЧИЛО Ярослав Дмитрович – дійсний член ЛАН України, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, професор кафедри лісовідновлення та лісорозведення. Національний університет біоресурсів і природокористування України. м. Київ, Україна. Тел.: 067-605-91-41. E-mail: fuchylo\_yar@ukr.net

<sup>2</sup> СБИТНА Маргарита Вікторівна – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник ВП НУБіП України «Боярська ЛДС». м. Боярка, Україна. Тел.: 098-550-01-27. E-mail: boyarka\_nauka@ukr.net

<sup>3</sup> МАЖУЛА Ольга Степанівна – кандидат сільськогосподарських наук, провідний науковий співробітник Українського НДІ лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького. м. Харків, Україна. Тел. 067-607-91-13. E-mail: mazulao@mail.ru

<sup>4</sup> БЕНГУС Юрій Володимирович – викладач кафедри ботаніки Харківського національного педагогічного університету ім. Г. Сковороди. м. Харків, Україна. Тел. 067-570-68-37. E-mail: BengusYri@Yandex.ua

ців у експерименті. Не зважаючи на пересаджування, його приріст за висотою склав 18 см. У наступні роки його річні прирости за висотою перевищували 100 см. У 1984 р. живці цього саджанця були прищеплені на саджанці з насіння виробничого збору і у 1985 р. висаджені на пінетумі УкрНДЛГА (кв. 99 Задонецького лісництва ДП «Зміївське ЛГ») за схемою розміщення садивних місць 5,0 x 5,0 м.

Метою дослідження було вивчення особливостей росту і розвитку насаджень вегетативного потомства цієї форми сосни звичайної, її стійкості до негативних чинників і доцільності більш широкого використання в лісгосподарській практиці.

**Об’єкти і методика досліджень.** Об’єктами досліджень були дерева мутанта, що ростуть у пінетумі Задонецького лісництва ДП «Зміївське ЛГ», а також створені нами два дослідні насадження (дослід № 1 – у 2003 р. та дослід № 2 – у 2006 р.) у кв. 65 Боярського лісництва ВП НУБіП України «Боярська ЛДС».

Дослідження на експериментальних ділянках проводились за традиційними лісівничими і таксаційними методиками.

**Результати досліджень.** Лісівничо-таксаційні дослідження щеплених рослин мутанту «Високий» та аналогічного за віком вегетативного потомства плюсового дерева сосни звичайної місцевого походження, що безпосередньо межує з потомством мутанта, проведені взимку 2006 р. у пінетумі Задонецького л-ва, вказали на суттєво інтенсивніший ріст дерев мутанту (табл. 1).

Таблиця 1

**Таксаційна характеристика 24-річних клонових деревостанів сосни у пінетумі Задонецького л-ва ДП «Зміївське ЛГ»**

Насадження	Кількість дерев, шт. га <sup>-1</sup>	Середні		Сума площ поперечного перетину, м <sup>2</sup> ·га <sup>-1</sup>	Запас, м <sup>3</sup> ·га <sup>-1</sup>	Бонітет
		D, см	H, м			
1. Контроль (клон місцевого плюсового дерева)	587	19,2 ± 0,71	11,4 ± 0,23	17,51	100	I <sup>a</sup>
2. Вегетативне потомство мутанта «Високий»	320	25,9 ± 0,75	12,7 ± 0,14	16,96	104	I <sup>b</sup>
t	–	6,49	4,83	–	–	–

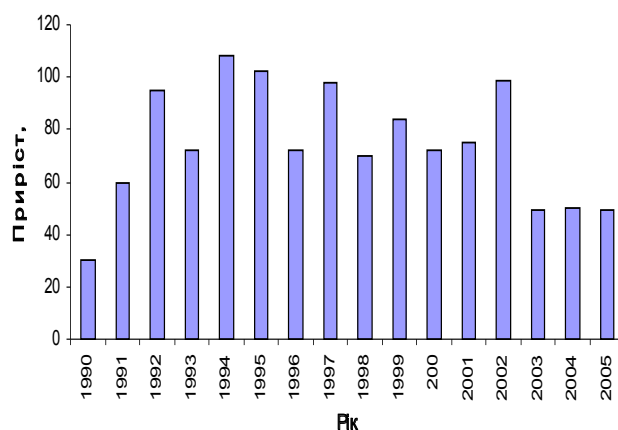
Як видно із наведених даних, кількість дерев на 1 га у контрольного варіанту значно більша, що викликано децю вищою збереженістю дерев на цьому

варіанті і їх багатостовбурністю. Середні висота та діаметр виявилися значно більшими у вегетативного потомства мутанта (відповідно на 34,9% і 11,4%, при t = 6,49 і 4,83). Сума площ поперечного перетину і запас деревини у обох випадках відрізняються незначно. На час спостережень контрольний варіант росте за I<sup>a</sup> класом бонітету, а деревостан мутанта – за I<sup>b</sup>.

З погляду прискороеного отримання високотоварної деревини особливо важливою є значна різниця між досліджуваними варіантами за показниками середнього діаметра. За середнього діаметра деревостану сосни звичайної 19,2 см, груба деревина лише починає нагромаджуватися і становить 4-5% від об’єму ділових стовбурів, тоді, як у деревостанах з середнім діаметром 25,9 см вона становить близько 20% [3]. Отже, деревостан з вегетативного потомства мутанта має значно кращу товарну структуру. Однак, частково ця різниця зумовлена різною густиною досліджуваних деревостанів. Із чисто генетичних переваг потомства мутанта можна назвати його інтенсивний ріст за висотою. Так, за період вирощування досліджуваного деревостану, у п’яти вегетаційних періодах їх річний приріст за висотою був близьким або перевищував 100 см (рис. 1).

Як видно з наведених даних, однометрові прирости у цієї форми сосни чергуються з приростами близькими до 70 см і лише за останні три роки приріст знизився до 49-50 см. Така тенденція, очевидно, зумовлена надмірно спекотною і сухою погодою останніх років, або ж є зумовленою генетично.

Проведені у 2007 р. повторні дослідження дерев мутанта, коли вони мали біологічний вік 25 років, показали, що їх середній діаметр становив 27,2±1,08 см, а висота – 13,0±0,67 м, що вказує на подальше зменшення інтенсивності його росту за висотою: річний приріст знизився до 30 см.



**Рис. 1. Хід росту за висотою модельного дерева мутанта «Високий» у пінетумі Задонецького л-ва ДП «Зміївське ЛГ»**

Навесні 2007 р. два дерева досліджуваного клоноу були зламані буреломом. Місця зламів у обох випадках розміщені безпосередньо над кільцями з товстими живими гілками (рис. 2).



Рис. 2. Зламані буреломом дерева клону мутант «Високий»

Отже, інтенсивний ріст у висоту і за діаметром може мати також суттєві негативні наслідки для деревостану, внаслідок зниження стійкості дерев до дії несприятливих погодних чинників, що зумовлено зниженням щільності деревини та її механічної міцності. Під час вирощування плантаційних насаджень мутанта необхідно передбачити наявність вітрозахисних насаджень, а також проводити догляд за стовбуром і кроною дерев, щоб не допускати надмірного розростання гілок і забезпечити симетричність крон.

Навесні 2003-го року живці мутанта «Високий» були прищеплені на деревця дворічних культур сосни у кв. 65 Боярського лісництва ВП НУБІП України «Боярська ЛДС» (дослід № 1). За перший вегетаційний період прищепи мали приріст за висотою всього 6,5 см, але у наступні роки середні річні прирости суттєво збільшилися і досягли у 2006 р. 82 см, що близько до середніх річних приростів щеплених рослин мутанта на пінетумі у Закарпатському лісництві.

Особливості росту дерев мутанта «Високий» та виробничих культур на об'єкті № 1 впродовж вегетаційного періоду 2006 р. наведено на рис. 3 і 4.

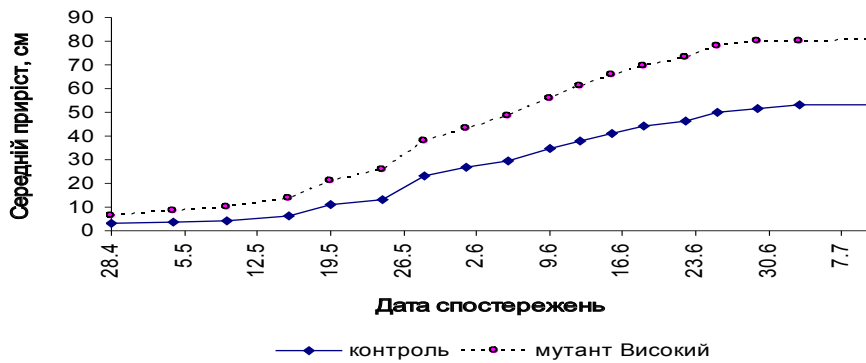


Рис. 3. Приріст за висотою потомства мутанта «Високий» та контрольних сосен впродовж травня – липня 2006 р. (дослід № 1)

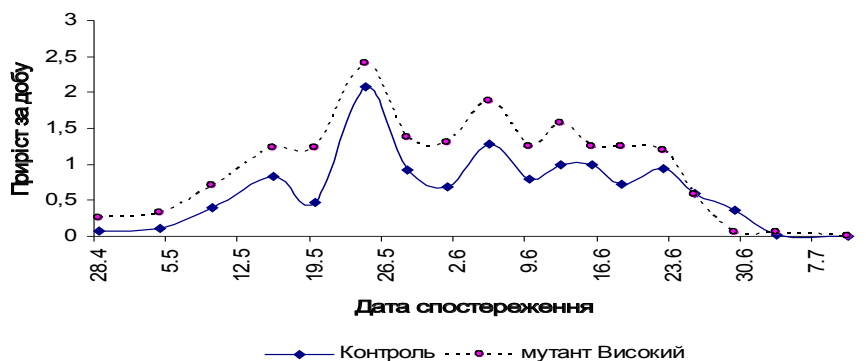


Рис. 4. Середньодобові прирости за висотою (см) дерев мутанта «Високий» та виробничих культур впродовж травня – липня 2006 р. (дослід № 1)

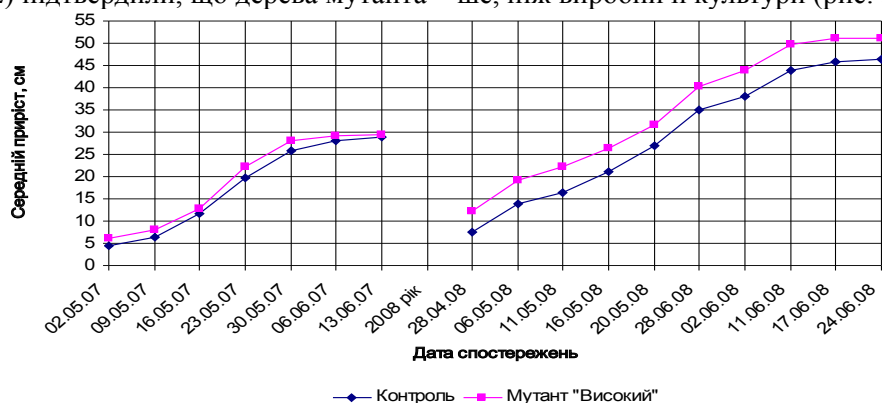
Як видно з наведених графіків, рослини вегетативного потомства мутанта «Високий» за період досліджень значно випереджали рослини сосни місцевої популяції за середніми показниками приростів за висотою, зокрема загальний їх приріст виявився на 51% більшим, ніж у рослин контролю.

Дерева мутанта раніше розпочинали вегетацію, порівняно з контрольними соснами, і раніше її завершували. Максимальні показники середньодобового приросту обох варіантів за висотою спостерігалися у останній декаді травня.

Аналогічні дослідження, проведені у 2007-му і

2008-му роках на створеній у 2006 р. дослідній ділянці (дослід № 2) підтвердили, що дерева мутанта

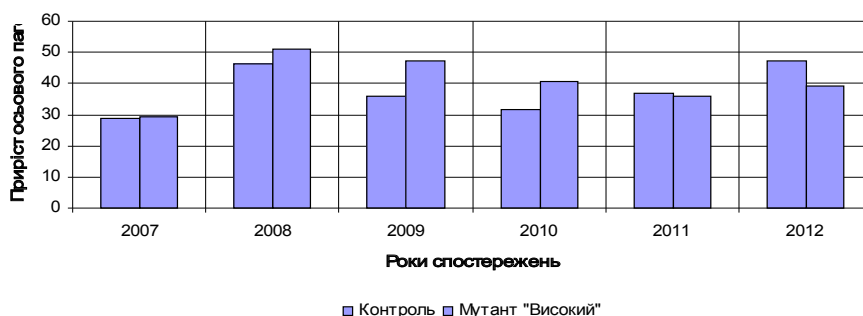
у наступні після щеплення роки ростуть інтенсивніше, ніж виробничі культури (рис. 5).



**Рис. 5. Приріст за висотою вегетативного потомства мутанта «Високий» та виробничих культур на другий і третій роки після щеплення (кв. 65 Боярського лісництва)**

З наведених графіків видно, що у досліді № 2 рослини вегетативного потомства мутанта «Високий» у наступний після щеплення рік випереджають виробничі культури сосни місцевої популяції за приростом осьового пагона лише на 2,1 % (див. рис. 5), наступно-

го 2008 року приріст рослин мутанта становив на кінець вегетації 51,2 см, що на 10% більше, ніж у рослин контролю. Найбільша перевага мутанта «Високий» за інтенсивністю росту у висоту над виробничими культурами спостерігали у 2009 і 2010 рр. (рис. 6).



**Рис. 6. Середньорічні прирости за висотою клону мутанта «Високий» та контрольних сосен (об'єкт № 2, кв. 65 Боярського л-ва)**

У 2011 р. цей показник у порівнюваних варіантах виявився практично однаковим, а у 2012 р. приріст виробничих культур за висотою перевершив приріст мутанта «Високий» на 21,2%. Отже, інтенсивність росту щеплених рослин мутанта на досліді №

2 виявилася значно нижчою, ніж на досліді № 1, що можна пояснити меншою густрою останнього деревостану. Внаслідок різної густоти, досліджувані деревостани також відрізняються відношенням середньої висоти до середнього діаметра (табл. 2).

Таблиця 2

**Лісівничо-таксаційна характеристика деревостанів на досліді № 1 і № 2 станом на кінець 2012 р. (кв. 65 Боярського л-ва)**

№ дослідів	Біологічний вік дерев / Вік прищеп	Варіант дослідів	Середні		H / D
			H, м	D, см	
1	12 / 10	виробничі культури	3,9±0,14	4,0±0,23	97,5
		мутант «Високий»	4,5±0,23	3,6±0,52	125,0
		t	2,23	0,70	–
2	9 / 7	виробничі культури	2,7±0,08	2,7±0,14	100,0
		мутант «Високий»	2,8±0,23	2,0±0,28	140,0
		t	0,56	2,24	–

Аналіз представлених у таблиці даних вказує на те, що рослини мутанта на досліді № 1 суттєво перевищують виробничі культури за висотою (t = 2,23), хоч дещо відстають від них за діаметром.

На досліді № 2 перевищення за висотою рослин мутанта несуттєве, а за показниками діаметра вони значно поступаються виробничим культурам. Відношення середньої висоти до середнього діаметра

(H/D) дерев мутанта «Високий» на обох дослідках значно більше, ніж у виробничих культур. У рідшому деревостані (дослід № 1) показники H/D менші, ніж у густішому (дослід № 2).

Отримані результати вказують на те, що для реалізації повною мірою генетичного потенціалу му-

танта «Високий» необхідно встановити оптимальну густоту його насаджень. Окремі екземпляри рослини мутанта на досліді № 2 за більш вільного стояння майже у два рази перевищують за висотою контрольні дерева, які ростуть поруч (рис. 7).



Рис. 7. Прирости за висотою 9-річних дерев мутанта «Високий» та контрольних сосен (дослід № 2, кв. 65 Боярського л-ва)

Дерева мутанта «Високий», як в умовах Лівобережного Лісостепу, так і Київського Полісся, відрізняються від місцевих форм сосни звичайної не лише особливостями росту, але й низкою інших фенотипічних особливостей, зокрема – розмірами, кольором та формою шишок (табл. 3).

З даних табл. 3 видно, що у 2006 р. в умовах Лівобережного Лісостепу шишки вегетативного потомства мутанта «Високий» відзначалися великими

розмірами (довжина 5,1 см, ширина 2,8 см), мали гачкуватий апофіз та коричневий колір. На відміну від них, шишки материнського дерева, з якого отримано насіння для проведення мутагенезу, мали середні розміри (довжина 3,9 см, ширина 1,8 см), коричневий колір та гладеньку форму апофізу лусок.

У Київському Поліссі за розмірами шишок та їх масою мутант теж суттєво переважає дерева місцевої популяції.

Таблиця 3

Морфометрична характеристика шишок мутанта «Високий» та інших дерев сосни звичайної

Походження шишок	Колір шишки	Форма апофізу шишкових лусок	Середні показники шишок		
			довжина, мм	товщина, см	маса шишки, г
Лівобережний Лісостеп (Харківська область, 2006 р.)					
Вегетативне потомство мутанту «Високий»	сірувато-коричневий	гачкуватий	5,1±0,10	2,9±0,07	10,8±0,42
Дерево, з насіння якого отриманий мутант	коричневий	гладенький	3,9±0,10	1,8±0,10	–
Київське Полісся (Боярське лісництво ВП НУБіП України «Боярська ЛДС») Чисельник – шишки 2011 р., знаменник – шишки 2012 р.					
Вегетативне потомство мутанта «Високий»	сірувато-коричневий	гачкуватий	$\frac{4,4 \pm 0,15}{4,9 \pm 0,09}$	$\frac{2,2 \pm 0,07}{2,5 \pm 0,07}$	$\frac{–}{8,3 \pm 0,56}$
Виробничі культури	коричневий	гачкуватий, пірамідальний	$\frac{3,4 \pm 0,10}{4,2 \pm 0,06}$	$\frac{1,8 \pm 0,07}{2,1 \pm 0,03}$	$\frac{–}{6,0 \pm 0,26}$

Дерева мутанта в умовах Боярської ЛДС характеризуються також суттєво меншою кількістю гілок у мутовках, порівняно з деревами місцевих виробничих культур (табл. 4). Крім

того, дерева мутанта відрізняються меншою збіжністю стовбурів, сизуватим забарвленням хвої та світлими, заокругленими на верхівці бруньками.

Таблиця 4  
Кількість гілок у мутовках мутанта «Високий» і виробничих культур

Рік	Кількість гілок у мутовках, шт.		t
	виробничі культури	мутант «Високий»	
2010	5,1±0,16	3,5±0,23	5,71
2011	5,3±0,14	3,7±0,27	5,33
2012	4,9±0,14	3,2±0,26	5,76

Дослідження росту та розвитку вегетативного потомства мутанта «Високий» будуть продовжені, але отримані на цей час дані вказують на доцільність використання цього клону в лісосировинних плантаціях та для озеленення як швидкорослої у перші 20 років життя деревної рослини в умовах свіжого субору Лівобережного Лісостепу і Київського Полісся та інших регіонах з подібними ґрунтово-кліматичними умовами.

**Висновки.** Прискорене отримання деревної сировини певних якісних характеристик можна забезпечити застосуванням різних напрямів лісової селекції, зокрема – мутагенезу.

Отриманий співробітниками УкрНДІЛГА ім. Г.М. Висоцького, внаслідок оброблення насіння сосни звичайної супермутагенами, мутант «Високий» суттєво відрізняється за особливостями росту і розвитку від дерев місцевих популяцій як у Харківській, так і в Київській областях. Рослини мутанта раніше починають вегетацію і раніше її закінчують, відзначаючись у перші роки суттєво вищими показниками приросту за висотою.

Фенотипічно дерева мутанта відрізняються меншою збіжністю стовбурів, меншою кількістю гілок у мутовках, сизуватим забарвленням хвої, а також – кольором, розмірами та формою шишок і бруньок.

Дослідження рослин клону доцільно продовжувати, особливо у напрямку встановлення оптимальної густоти його деревостанів, хоча вже на цьому етапі можна відзначити доцільність використання клону у плантаційних насадженнях та озелененні в якості швидкорослої у перші 20 років життя деревної рослини в умовах свіжого субору Лівобережного Лісостепу, Київського Полісся та інших регіонів з подібними ґрунтово-кліматичними умовами.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. **Лесные плантации** (ускоренное выращивание ели и сосны) : моногр. / [Шутов И.В. Маслакова Е.Л., Маркова И.А. и др.]; под ред. И.В. Шутова.– М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 248 с.

2. **Молотков П.И.** Опыты по индуцированному мутагенезу сосны обыкновенной / П.И. Молотков, Ю.В. Бенгус // Лесоводство и агролесомелиорация.– 1983. – Вып. 65. – С. 32-36.

3. **Нормативно-справочные материалы** для таксации лесов Украины и Молдавии / ред. кол. А.З. Швиденко, А.А. Строчинский, Ю.Н. Савич и др. – К.: Урожай, 1987. – 560 с.

4. **П'ятницький С.С.** Экспериментальне одержання поліплоїдних мутантів у деревних порід як метод лісової селекції / Зб. робіт по селекції і фізіології деревних порід // С.С. П'ятницький. – Київ-Полтава: Держ. вид-во колг. і рад. літ. УРСР, 1936. – С. 67-103.

5. **Самошкин Е.Н.** Воздействие химических мутагенов на древесные растения : моногр. / Самошкин Е.Н. – М.: Лесн. пром-сть, 1980. – 86 с.

6. **Химический мутагенез** древесных растений / Сб. науч. тр. «Селекционные основы повышения продуктивности лесов» // Гуляева Е.М., Белозерова М.М., Бурдаева А.М. [и др.]. – Воронеж, 1979. – С. 55-59.

*Я.Д. Фучило, М.В. Сбитная, О.С. Мажула, Ю.В. Бенгус*

#### ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ НАСАЖДЕНИЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ МЕТОДАМИ ХИМИЧЕСКОГО МУТАГЕНЕЗА

Приведены результаты исследований роста и развития искусственных древостоев сосны обыкновенной, сформированных из вегетативного потомства быстрорастущего экземпляра сосны, полученного путем химического мутагенеза. Установлено, что по темпам роста в течение первого – третьего класса возраста вегетативное потомство мутанта опережает насаждение сосны из местных популяций и может быть рекомендовано для повышения производительности лесов в условиях свежей субори Лівобережной Лесостепи, Киевского Полесья и других регионов со сходными ґрунтово-кліматическими условиями.

**Ключевые слова:** лесвыращивание, сосна обыкновенная, химический мутагенез, фенология, привитые саженцы, лесные культуры, интенсивность роста

*Ya.D. Fuchylo, M.V. Sbytina, O.S. Mazhula, Yu.V. Bengus*

#### INCREASE OF THE PRODUCTIVITY OF SCOTCH PINE PLANTING BY THE METHODS OF CHEMICAL MUTAGENESIS

The results of studies of growth and development of planted stands of scotch pine, formed from vegetative posterity of fast-growing specimen of scotch pine, chemical mutagenesis are presented in this article. It is set that after the rates of growth during the first-third age class vegetative posterity of mutant are passed ahead planting of scotch pine from native population and can be made to order for the increase of the productivity of the forests in the fresh subor conditions of Left-bank Forest-steppe, Kiey Polissya and other regions with alike ground-climatic terms.

**Key words:** forest planting, Scots pine, chemical mutagenesis, phenology, nursery transplants, forest plantations, growth intensity