

УДК 581.13 : 630*17 : 582.475.4 : 631.811.98

АКТИВАЦІЯ РОСТОВИХ ПРОЦЕСІВ НАСІННЯ РОСЛИН СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ (*Pinus sylvestris* L.) МІКРОДОБРИВОМ «АВАТАР-1»

Ю.М. Савченко, аспірант

І.П. Григорюк, член-кореспондент НАН України

В.І. Максін, доктор хімічних наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Р.М. Гречаник, кандидат сільськогосподарських наук

Державна організація «Український лісовий селекційний центр»

Встановлено, що мікродобриво «Аватар-1» з мембранотропним ефектом виявляє стимулювальний вплив на енергію проростання насіння та формування сіянців рослин сосни звичайної на ранніх фазах росту та розвитку. Наведено графічний вираз процесу проростання насіння сосни звичайної.

Вступ. Фактична лісистість України є недостатньою, а в багатьох областях – загрозовано низькою [8]. За площами лісів і запасами деревини Україна належить до малолісистих країн Європи [9]. Частка природних деревостанів, особливо з участю сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) з кожним роком зменшується [2].

Сосна звичайна, завдяки декоративності, довговічності, санітарно-оздоровчим якостям і невибагливості до едафічних умов і місця природного ареалу є однією з найцінніших лісотвірних порід у зеленому будівництві. Підраховано, що близько 362 тис. га її деревостанів є стиглими і перестиглими, які поступово деградують і потребують проведення лісовідновлювальних рубок з подальшим залісненням. Сосна звичайна і ліси, які вона утворює, охоплюють величезний ареал з широким діапазоном зростання. Вони є джерелом отримання деревини з

високими фізико-хімічними властивостями і водночас виконують важливу водоохоронну, санітарно-гігієнічну, ґрунтову та полізахисну роль [11].

Нині особливої актуальності набувають питання щодо використання, відновлення, утримання і адаптації рослин сосни звичайної до антропогенно трансформованого середовища [6]. Стресові чинники середовища спричиняють порушення ритмічності функціонування процесів росту і розвитку рослин сосни звичайної на ранніх етапах онтогенезу. Для збільшення кількості отримання високоякісного садивного матеріалу сосни звичайної використовують широкий спектр біологічно активних речовин (БАР) [3].

Проростання насіння [1] залежить від сукупності дії чинників середовища [1,7]. Показано, що у насінні рослин сосни звичайної містяться БАР, необхідні для оптимального розвитку зародка, який поглинає

*Науковий керівник – професор І.П. Григорюк.



воду в 50–100 разів інтенсивніше ніж ендосперм [4]. Припускають, що в основі передпосівного стимулювання мікродобривами ростових процесів насіння лежать загальні механізми. Під час передпосівної обробки ними насіння потрібно дотримуватись оптимальних концентрацій, які встановлюють дослідним шляхом [3].

Встановлено, що зародок всмоктує з ендосперму необхідні для росту і розвитку воду та поживні речовини. Продукти розпаду в процесі обміну речовин проникають до клітин зародка, що росте, і використовуються для підтримання дихання та росту рослин [12]. Фаза стимуляції спричинена інтенсифікацією фізіолого-біохімічних процесів у насінні [5]. Застосування мікродобрив дозволяє спрямовано регулювати автономність або дискретність адаптивних реакцій, мобілізувати закладені в геномі потенціальні можливості, підвищувати стійкість рослин проти дефіциту вологи, низьких та високих температур [3].

Метою досліджень було з'ясування особливостей активації ростових процесів насіння сосни звичайної на ранніх фазах росту і розвитку багатокомпонентним мікродобривом «Аватар-1».

Матеріали і методи досліджень. Об'єктом дослідження слугувало насіння сосни звичайної першого класу якості, зібране в ДП «Млинівське лісове господарство», Млинівське лісництво, кв. 13–25, у листопаді–грудні 2014 р. на лісосіці. Роботу виконували у відділі аналітики і моніторингу лісового насіння ДО «Український лісовий селекційний центр».

Як рідке комплексне мікродобриво використовували «Аватар-1», що містить мікроелементи, хелатовані природними органічними кислотами (Co – 0,00001–0,0025 %, Cu – 0,01–0,08, Zn – 0,001–0,007, Fe – 0,0015–0,008, Mn – 0,0005–0,005, Mo – 0,00001–0,0025, Mg – 0,01–0,08) – карбоксилати, необхідні для оптимального росту та розвитку рослин [14].

Карбоксилати біогенних елементів отримують з колоїдних розчинів шляхом хелатування наночастинок (30–70 нм) органічними кислотами до повного переходу елементів у йонну форму. Отримані водні розчини мають надзвичайно високий ступінь чистоти [13].

Мікродобриво «Аватар-1» виготовляють за вимогами ТУ У 24.1-37033728-001:2011 «Суміші мікродобрив. Технічні умови». Воно не містить у своєму складі токсичних домішок (As, Pb, Cd, Hg), природних (^{226}Ra , ^{232}Th ; ^{40}K) і техногенних радіонуклідів (^{137}Cs , ^{90}Sr). Розробником нормативно-технічної документації, його виробником та заявником в Україні є ТОВ «НБК «АВАТАР» (Україна).

Сировинними компонентами мікродобрива «Аватар-1» слугує продукція вітчизняного виробництва, яку виготовляють відповідно нормативної документації за наявності висновку державної санітарно-епідеміологічної експертизи центрального органу виконавчої влади в галузі охорони здоров'я. За токсикологічними характеристиками, згідно ГОСТ 12.1.007-76, його відносять до 3–4 класу небезпечності.

Склад мікродобрива забезпечує підвищення імунітету, збільшення вмісту вітамінів, цукрів, білків, жирів, ступеня стійкості рослин проти стресів та хвороб, прискорення процесів росту і розвитку. Водночас відбувається пригнічення розвитку патогенної та активізація кореневої ґрунтової мікрофлори, підсилення продуктивності нітратфіксуючих бактерій ґрунту, фіксації біологічного азоту атмосфери, прискорення внутрішньоклітинного перетворення нітратів у амінні комплекси, які легко засвоюються [13].

«Аватар-1» – багатокомпонентне мікродобриво зі спеціально підібраним комплексом біологічно збалансованих поживних речовин, яке зумовлює підвищення врожайності та поліпшення якості продукції сільськогосподарських культур [10].

Насіння сосни звичайної (проби по 100 насінин, повторність 4-разова) заможували при температурі 20–22° С і відносній вологості повітря 50% на 24 год в розчинах мікродобрива «Аватар-1» у концентрації 5,0 мл/л Н₂О (1 : 200) для стимулювання процесів переходу зародка від стану спокою до посиленого росту й розвитку. Контролем слугувало насіння в сухому стані згідно ГОСТ 13056.6-97.

Через добу насіння поміщали в апарат для пророщування за температури 20–24° С. У процесі дослідів визначали кількість пророслого насіння на 3, 5, 7, 10 і 15 добу, масу та довжину сформованих сіянців на 15 добу. Розраховували енергію проростання (на 5 і 7 добу) та абсолютну схожість насіння (на 15 добу).

Енергію проростання (ЕП) розраховували у відсотках пророслого насіння за половину та третину терміну пророщування:

$$\text{ЕП} = \frac{n}{N} \times 100 \%,$$

де n – кількість пророслого насіння за термін коротший, ніж для визначення схожості, шт.;

N – загальна кількість насіння для пророщування, шт.

Абсолютну схожість (АС) розраховували у відсотках пророслого насіння від загальної його кількості, за винятком порожнього:

$$\text{АС} = \frac{n}{N - a} \times 100 \%,$$

де n – кількість пророслого насіння, шт.; N – загальна кількість насіння для пророщування, шт., a – порожнє насіння, шт.

Достовірність результатів досліджень забезпечено статистичною обробкою методом однофакторного дисперсійного аналізу.

Результати досліджень. Кількість пророслих насінин, енергія їх проростання та абсолютна схожість є основними інтегральними показниками процесів росту та розвитку при перетворенні

зародку в насінині у проросток. Застосування мікродобрива «Аватар-1» зумовило значний стимулювальний вплив на енергію проростання вже на 5 добу (табл. 1).

Так, у середньому, на контролі проросло на 5 добу 32 насінини, на 7 – 61, на 10 – 4, на 15 – 1; енергія проростання на 5 добу становила 32 %, абсолютна схожість на 15 добу – 98 %.

Отримані результати свідчать, що на 5 добу експерименту кількість пророслого насіння після обробки мікродобривом значно зростала, порівняно з контролем. Так, 76–92 % обробленого насіння проростало інтенсивніше, ніж на контролі (на 16–50 %). На 15 добу кількість пророслого насіння не збільшувалася. Найвища енергія проростання спостерігалась також на 5 добу і становила 169 % порівняно з контролем (рис. 1).

Застосування мікродобрива «Аватар-1» сприяло зростанню енергії проростання і кількості пророслого насіння сосни звичайної (рис. 2).

Графічний вираз динаміки процесу проростання насіння сосни звичайної має вигляд асиметричної логістичної кривої з точністю 0,9999, яка описується функцією Гомперца:

$$T = A^{-e^{-\left(\frac{t-t_0}{b}\right)}}$$

Залежно від варіанту дослідів показники побудови функції змінювались (табл. 2).

У цій функції параметр A є верхньою горизонтальною асимптотою, що відповідає рівню насиченості логісти, біологічний зміст якої пов'язаний з абсолютною схожістю насіння сосни звичайної. Коливання показників A за концентрації мікродобрива «Аватар-1» 5,0 мл/л відбувається в межах від 97,90 до 98,18, що підтверджує високий біологічний потенціал насіння за абсолютною схожістю. Показник t_0 – абсциса точки перегину, положення якої для

Таблиця 1. Вплив мікродобрива «Аватар-1» на енергію і кількісні показники насіння сосни звичайної

Варіант	Середня кількість пророслого насіння, шт.				Енергія проростання (5 доба), % *	Енергія проростання (7 доба), % **	Абсолютна схожість, (15 доба), % **
	Доба						
	5 *	7 *	10 **	15 **			
Контроль	32,0±13,3	93,0±9,2	97,8±3,8	98,0±0,4	86,0±6,0	97,3±1,1	97,8±1,9
Аватар-1	86,0±6,0	97,3±5,7	98,5±0,8	98,5±0,0	32,0±13,3	93,0±4,7	97,8±1,3

*Якщо $F > F_{\text{крит.}}$, вплив факторної ознаки на результативну є статистично значущим ($p=0,05$).

**Якщо $F < F_{\text{крит.}}$, вплив факторної ознаки на результативну є статистично незначущим ($p=0,05$).

Так само у табл. 3.

математичної моделі свідчить про асиметрію між стадіями швидкого і повільного проростання насіння, b – показник, зворотний швидкості, v – показник швидкості проходження процесу проростання насіння сосни звичайної, коливання якого під впливом мікродобрива «Аватар-1» варіює у межах від 1,5401 до 1,9354.

Отримані нами результати достовірно підтверджують факт зростання інтенсив-

ності перебігу процесів проростання обробленого насіння сосни звичайної на 25% порівняно з контролем. Його застосування спричиняє збільшення вегетативної маси і довжини проростків сосни звичайної на 15 добу стимуляції (табл. 3).

Доведено достовірно значуще зростання вегетативної маси і довжини корінців проростків сосни звичайної, сформованих з насіння, що замочува-

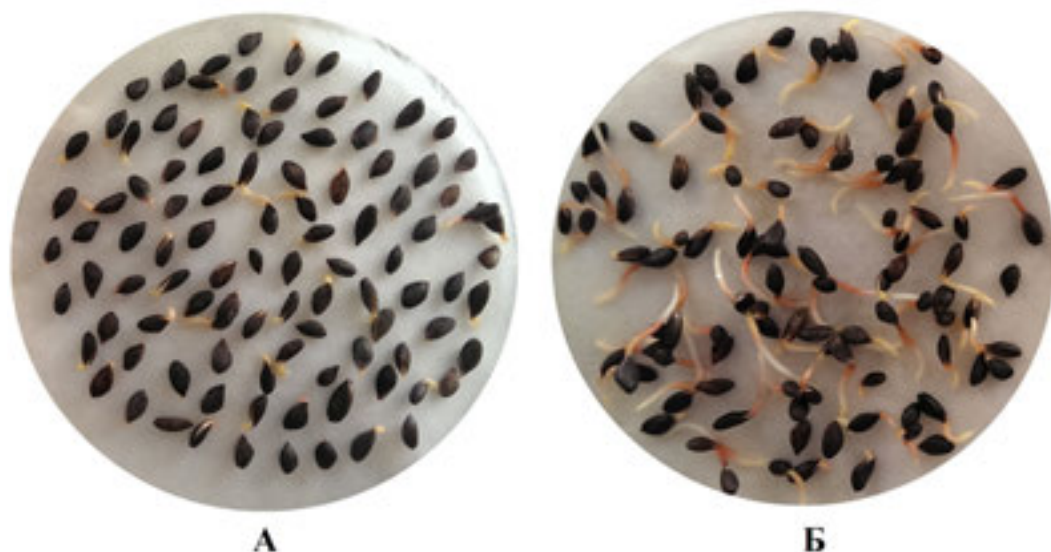


Рис. 1. Вплив мікродобрива «Аватар-1» на енергію проростання насіння сосни звичайної на 5 добу: А – контроль; Б – мікродобрива «Аватар-1» (5,0 мл/л)

Таблиця 2. Вплив мікродобрива «Аватар-1» на показники проростання насіння сосни звичайної

Варіант	Показники				
	A	A_n	b	$v, (1/b)$	t_0
Контроль	97,90	36,02	0,6493	1,5401	5,073
Аватар-1	98,18	36,12	0,5167	1,9354	3,957

Таблиця 3. Вплив мікродобрива «Аватар-1» на формування проростків рослин сосни звичайної

Варіант	Маса сіянців, г*	Довжина сіянців, мм		
		Корінь*	Стебло**	Псевдохвоя**
Контроль	0,030±0,05	30,8±6,7	33,1±6,9	16,3±4,6
Аватар-1	0,022±0,05	39,5±9,3	37,0±7,3	17,7±3,1

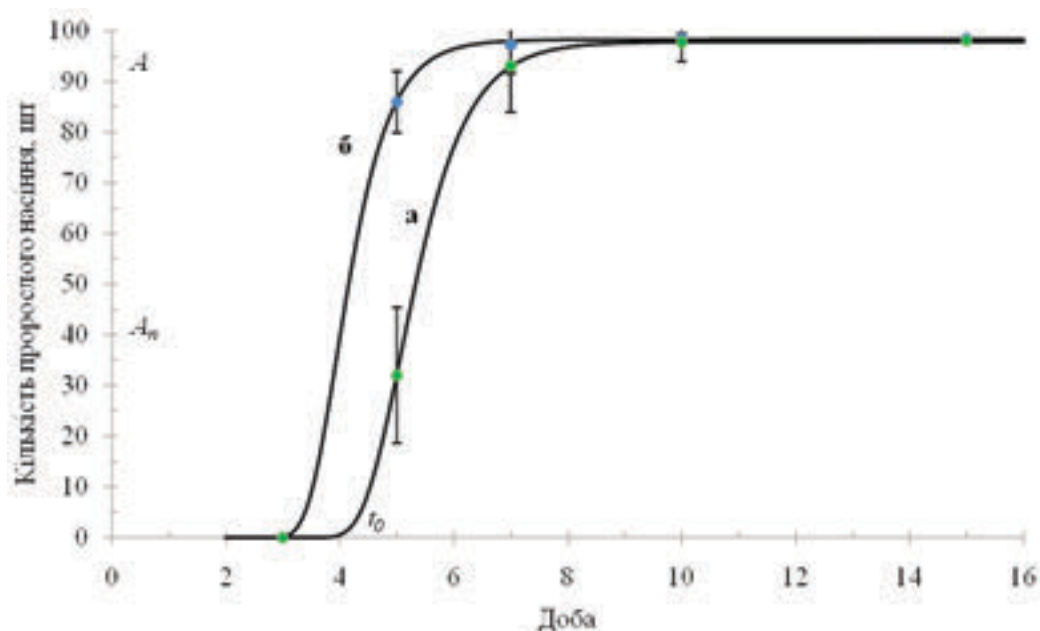
лось у водному розчині мікродобрива (на 36 та 28% відповідно).

Висновки

1. Комплексне мікродобриво «Аватар-1» в концентрації 5,0 мл/л води сприяє зростанню енергії (на 5 добу) на 169 % та швидкості проростання насіння сосни звичайної на 25 % порівняно з контролем.

2. Застосування мікродобрива «Аватар-1» зумовлює зростання на 35% накопичення біомаси проростків на ранніх фазах росту та стимулює ріст коренів шляхом збільшення на 28% активної поверхні кореневої системи рослин сосни звичайної.

3. Мікродобриво «Аватар-1» рекомендується використовувати як ефек-


Рис. 2. Вплив мікродобрива «Аватар-1» на кількість пророслого насіння сосни звичайної: а – контроль; б – мікродобриво «Аватар-1» (5,0 мл/л)



тивний засіб для активації ростових процесів і вирощування високоякісного садивного матеріалу цінних таксонів

сосни звичайної в лісових та садово-паркових господарствах і зеленому будівництві.

Література

1. Микроэлементы в сельском хозяйстве / Булыгин С.Ю., Демишев Л.Ф., Доронин В.А. и др. – Днепропетровск: Сич, 2007. – 100 с.
2. Генсірук С. А. Ліси – багатство і краса Землі. – К.: Наук. думка, 1980. – 211 с.
3. Григорюк І.П., Яворовський П.П. Біологічні основи оптимізації продукційного процесу деревних рослин у стресових умовах. – К.: ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2013. – 278 с.
4. Гродзинский А.М., Гродзинский Д.М. Краткий справочник по физиологии растений. – К.: Наук. думка, 1964 – 388 с.
5. Лісове насінництво / Дебринюк Ю.М., Калінін М.І., Гузь М.М., Шаблій І.В. – Львів: Світ, 1998. – 432 с.
6. Драган Н.В. Деякі особливості адаптації сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) до умов урбанізованого середовища // Проблеми збереження, відновлення та збагачення біорізноманітності в умовах антропогенно зміненого середовища: Матеріали Міжнар. наук. конф. (Кривий Ріг, 16-19 травня 2005 р.). – Дніпропетровськ: Вид-во «Проспект», 2005. – С. 359-361.
7. Прогнозування схожості кукурудзи за динамічних змін факторів середовища // Стрес і адаптація рослин: фізіологія, біохімія, генетика: Матеріали семінару молодих учених, аспірантів і студентів / Казаков Є.О., Христов Т.Є., Пюрко О.Є., Казакова С.М. – Харків: Харківський НАУ ім. В. В. Докучаєва, 2005. – С. 40-41.
8. Ліснічук А.М. Рослинність природних деревостанів *Pinus sylvestris* L. в заповідних зонах Кременецького горбогір'я // Промышленная ботаника. Сб. науч. тр. – Донецк: Донецкий ботанический сад НАН Украины. – 2005. – С. 228-232.
9. Мельник В.И. Редкие виды флоры равнинных лесов Украины. – К.: Фитосоцицентр, 2002. – 299 с.
10. Пат. на корисну модель 38230 Україна, МПК (2006) B01J 2/02, B01J 13/00, B22F 9/00. Спосіб отримання наночастинок електропровідних метеріалів і колоїдних розчинів наночастинок електропровідних метеріалів «Плазмова абляція» / Косінов М.В., Каплуненко В.Г.; заявник і патентовласник Косінов М.В., Каплуненко В.Г. – № у 200810197; заяв. 08.08.2008 : опубл. 25.12.2008, Бюл. №24.
11. Побединский А.В. Сосна. – М.: Лесн. пром-ть, 1979. – 125 с.
12. Физиология сосны обыкновенной / Судачкова Н.Е., Гирс. Г.И., Прокушкин С.Г. и др. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. – 248 с.
13. Функціональні нанобіоматеріали для потреб сільського господарства / Копілевич В.А., Максін В.І., Каплуненко В.Г., Косінов М.В. // Науковий вісник НАУ. – 2008. – Вип. 130. – С. 349-354.
14. Evaluation of biological activity of microelement complex "Avatar-2" for its application for pre-treatment of wheat seeds / Davydova O.E., Axlenko M.D., Maksin V.I., et al. // Біоресурси і природокористування. – 2014. – 6, № 5–6. – С. 72–78.

АННОТАЦІЯ

Савченко Ю.Н., Григорюк І.А., Максін В.І., Гречаник Р.М. Активация ростовых процессов семян растений сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) микроудобрением «Аватар-1» // *Біоресурси і природокористування*. – 2015. – 7, № 3–4. – С. 16–21.

Установлено, что микроудобрение «Аватар-1» с мембранотропным эффектом проявляет стимулирующее влияние на энергию прорастания семян и формирование сеянцев растений сосны обыкновенной на ранних фазах роста и развития. Дано графическое выражение процесса прорастания семян сосны обыкновенной.

SUMMARY

Y. Savchenko, I. Hrygoryuk, V. Maksin, R. Hrechanyk. Activation of the growth processes of the plant seeds of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) by micro-fertilizer "Avatar-1" // *Biological Resources and Nature Managment*. – 2015. – 7, №3–4. – P.16–21.

It was proved, that the microfertilizer "Avatar-1" with the membrane tropic effect shows a stimulating effect on the germination energy and the formation of the plant seedlings of Scots pine in the early phases of the growth and development. The graphic expression of the process of seed germination of Scots pine is shown.