

*the effect of nutrient medium components on the morphogenetic activity of tissues and organs in vitro.*

***Rhus typhina L., micropropagation, explants, medium, sterilization, aseptic explants, morphogenesis, growth regulators.***

УДК 630\* 232

## **ВІЛЬХА ЧОРНА ТА ЇЇ ЛІСІВНИЧЕ ЗНАЧЕННЯ В КУЛЬТУРАХ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ, ЩО ВИРОЩУЮТЬСЯ НА ПІЩАНИХ ЛІТОЗЕМАХ**

***Д.Ф. Бровко, магістр садово-паркового господарства  
Ф.М. Бровко, доктор сільськогосподарських наук***

*Показано, що на піщаних літоземах взаємовплив між вільхою та сосною у зімкнених деревостанах залежить від вмісту у них мулистих фракцій, глибини залягання ґрунтових вод, вираженості мікрорельєфу та застосованих схем змішування деревних рослин.*

***Пісок, вільха чорна, сосна звичайна, деревна рослинність, деревостан, лісові культури.***

Вільха чорна (*Alnus glutinosa* Gaertn.) містить у листі біля 3 % азоту [8], а на її корінні, з розрахунку на 1 га насаджень може утворюватись до 500 кг жовен, які упродовж вегетаційного періоду здатні нагромаджувати понад 200 кг атмосферного азоту [15, 17]. Саме завдяки цим властивостям, вільху використовують для залісення техногенно-порушених земель у самих різноманітних умовах зростання, як за кордоном [15, 18, 19], так і в межах України [4, 5]. Вільха газостійка, швидкоросла, невибаглива до родючості ґрунтів, здатна істотно поліпшувати їх біохімічні властивості і вже у фазі індивідуального росту дієво впливати на фізіологічний стан сосни, збільшуючи у її хвої вміст хлорофілу (на 9–34 %), підсилюючи ріст саджанців у висоту (на 35–88 %) та створюючи передумови для формування господарсько-цінних фітоценозів [3, 11]. Було також з'ясовано [3, 6], що після зімкнення крон розвиток сосново-вільхових деревостанів визначається перерозподілом екологічних ресурсів, і зокрема світла, між компонентами фітоценозу, а тому вже з 16-річного віку різниця у висотах саджанців сосни, вирощених у чистих насадженнях та з вільхою, зменшується і становить лише 12 %.

Основні площі піщаних літоземів Іршанського гірничо-збагачувального комбінату було залісено Шершнівським та Турківським лісництвами упродовж 1977–1996 років. За цей термін лісові культури було посаджено на площі понад 926 га. На 93 % лісокультурних площ створено насадження із 3–4 рядів сосни звичайної, між якими висаджувався один ряд листяних деревних рослин, а на 42 % площ – з рядом вільхи чо-

рної [1]. Застосовані лісокультурні технології забезпечили приживлюваність культур на рівні 84–90 %, а подальший їх ріст та біологічна стійкість узгоджуються з наявністю чи відсутністю у пісках мулистих фракцій, режимом їх зволоження, а також із видовим складом деревних рослин та їх поєднанням у деревостанах. Згадані питання майже не висвітлені у лісівничій літературі, а лісівнича роль вільхи при вирощуванні насаджень сосни звичайної на піщаних літоземах лишається остаточно не з'ясованою, а тому й було проведено дане дослідження.

**Мета дослідження** – з'ясувати лісівничу ефективність вільхи чорної при вирощуванні сосново-вільхових культур на піщаних літоземах.

**Матеріали та методика дослідження.** Об'єктом досліджень були лісові культури сосни звичайної за участю вільхи чорної, створені на піщаних літоземах Іршанського гірничо-збагачувального комбінату, які виникли внаслідок відкритого видобутку покладів ільменіту. Обстеження лісових насаджень проведено із залученням чинних методик [12]. Лісівничо-таксаційні показники деревостанів визначали за нормативно-довідковими матеріалами [13], а їх середні біометричні показники обчислювали із залученням програм [14], адаптованих для роботи на персональних комп'ютерах.

**Результати дослідження.** На Поліссі України більшість піщаних літоземів містять піски воднольодовикового та алювіального походження. При цьому слід зазначити, що піщаним літоземам, сформованим із застосуванням землерийної техніки, властивий природний фракційний склад, а у разі переміщення пісків, до них домішуються суглинки та глини дніпровських і вюрмських відслонень, що поліпшує їх водно-фізичні властивості [2]. На таких літоземах успішність лісорозведення залежить від режиму зволоження окремих лісокультурних площ та складу порід, з яких формуються деревостани (табл. 1). На пісках, де ґрунтові води залягають на глибині 1,0–1,5 м, 14-річні культури вільхи зростають за I<sup>a</sup> класом бонітету (пп. 1) і незважаючи на високу повноту деревостану (0,91 одиниця), в підрості одинично з'являються осика (*Populus tremula* L.), сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), береза повисла (*Betula pendula* Roth.) та дуб звичайний (*Quercus robur* L.), а в підліску – верба попеляста (*Salix cinerea* L.). Висота деревних рослин зазвичай не перевищує 1,5 м. В трав'янистому ярусі розвивається густий покрив із куничника наземного (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.). У змішаних сосново-вільхових деревостанах, вільха поступається у рості за висотою сосні на 14–34 %, а найнижча продуктивність (II клас бонітету), властива деревостанам, які зростають на пісках із заляганням ґрунтових вод на глибині понад 2 м (пп. 2).

У обстежених 14-річних деревостанах формування лісового середовища відбувається сповільнено, а товщина лісової підстилки не перевищує 1 см. Підріст та підлісок були відсутні, а у трав'янистому покриві зустрічалися лише поодинокі куртини із куничника наземного (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.), моху ісландського (*Cetraria islandica* Asch.) та щавля гороб'ячого (*Rumex acetosella* L.). Слід також зазначити, що у 30 % дерев

вільхи спостерігалось насінняношення та наочно простежувались ознаки всихання вершин, що свідчить про незадовільний водний режим пісків [2].

**1. Лісівничо-таксаційна характеристика 14-річних сосново-вільхових деревостанів, які зростають на піщаних літоземах Іршанського ГЗК (Шершнівське лісництво, кв. 57, діл. 2, розміщення садивних місць – 3,0 x 0,5–1,0 м)**

№ ПП	Схема змішування	Склад деревостанів	Елемент лісу	Середні		Бонітет	Повнота	На 1 га	
				висота, м	діаметр, см			дерев, шт	запас, м <sup>3</sup>
1*	1рВлч	10Влч	Влч	7,8	7,0	I <sup>a</sup>	0,90	2749	46
		+Бп	Бп	3,5	2,0			75	1
2	3рСз	9Сз	Сз	4,5	5,5	II	0,48	278	18
	1рВлч	1Влч	Влч	3,6	3,2			375	1
3	3рСз	9Сз	Сз	8,4	9,0	I <sup>b</sup>	0,78	2967	89
	1рВлч	1Влч	Влч	6,4	6,6			601	7
4	+Яле	+Яле	Яле	2,3	2,0	I <sup>b</sup>	0,09	46	1
	4рСз	10Сз+	Сз	7,9	7,7			3840	83
5	1рВлч	Влч	Влч	5,4	5,2	I <sup>a</sup>	0,09	461	4
	4рСз+Аб	6Сз	Сз	6,9	7,4			2250	44
6	1рВлч	4Аб	Аб	8,3	7,0	I <sup>a</sup>	0,24	1243	26
	+Аб	+Влч	Влч	5,9	4,9			326	4
6	6рСз	10Сз	Сз	7,3	7,9	I <sup>a</sup>	0,71	3202	69
	1рВлч	+Влч	Влч	4,8	4,1			239	1

Примітки: 1 – пп. 1\* закладено у кв. 58, діл. 1.

2. Символьні ідентифікаційні коди деревних порід: Сз – сосна звичайна, Влч – вільха чорна, Аб – акація біла, Яле – ялина європейська.

При заляганні ґрунтових вод на глибині 1,0–1,5 м сосново-вільхові деревостани зростають за I<sup>b</sup> класом бонітету (пп. 3, 4) і за поєднання 3–4 рядів сосни з одним рядом вільхи, в деревостанах сформувалося лісове середовище. При цьому, лісова підстилка вкриває поверхню пісків 2-сантиметровим шаром. У підрості одинично з'являються дуб звичайний та акація біла (заввишки до 0,3 м), а в підліску – зіновать руська (*Cytisus ruthenicus* Fisch.). У трав'янистому покриві переважає куничник наземний. На піщаних літоземах вільха формує розгалужену кореневу систему і на відміну від зональних ґрунтів, де скелетне коріння зростається у дерев вільхи, що ростуть поруч [16], на піщаних літоземах, скелетне коріння зростається у ризосфері окремих особин вільхи.

Слід також зазначити, що на корінні вільхи, яка зростає на пісках, утворюються жовні бульбочкових бактерій. Їх абсолютно суха маса на корінні одного 14-річного саджанця вільхи може сягати 200 г. Вони мають кулясту форму і досягають у діаметрі 5 см. У саджанців сосни звичайної, за таких умов зростання, один, а інколи два скелетних корені інтенсивно ростуть у довжину. У перші 2–4 роки після посадки таке коріння розвивається вздовж рядів, де щільність пісків нижча (1,2–1,3 г·см<sup>-3</sup>), ніж у міжря-

ддях (1,4–1,5 г·см<sup>-3</sup>), а в наступні роки – освоєє міжрядний простір, як прилеглих, так і більш віддалених рядів. У включеннях суглинків та глин, які трапляються у поверхневому шарі пісків, сисне коріння сосни галузиться, після чого продовжує ріст у верхньому 30-сантиметровому прошарку пісків. Досягнувши ряду вільхи, коріння сосни пронизує її ризосферний простір та жовна. При цьому, механічного проникнення коріння сосни у жовна та коріння вільхи, як описували у літературі А. У. Зарубенко [7] і В. А. Титов [17] для тополево-вільхових та ясеново-вільхових ценозів, зростаючих на зональних ґрунтах, ми не спостерігали, що вказує на можливий перерозподіл елементів мінерального живлення у ризосфері цих порід через ґрунтово-поглинаючий комплекс. Акація біла, введена у сосново-вільхові культури (пп. 5), переростає за висотою сосну (на 17 %) та вільху (на 29 %). За такого поєднання деревних рослин вільха пригнічується акацією та лишається у деревостанах як домішка. В культурах, створених за схемою змішування брСз1рВлч (пп. 6), вільха відстає (на 34 %) у рості за висотою від сосни, а потрапивши під її полог, суховершинить (до 15 % дерев).

Проте, найгірші показники водного та хімічного режиму живлення формуються на пісках, з яких у процесі видобутку покладів корисних копалин відмита мулиста фракція. Саме з таких пісків, сформовано літоземи при дражному способі видобутку ільменіту на Іршанському ГЗК, що у Житомирській області. Ріст та біологічна стійкість сосново-вільхових деревостанів на таких пісках залежить, насамперед, від їх обводненості.

**2. Лісівничо-таксаційна характеристика 16-річних сосново-вільхових деревостанів, які зростають на піщаних літоземах, сформованих при видобутку ільменіту (на захід від с. Валки, Володар-Волинського району, розміщення садивних місць – 2,5х0,5 м)**

№ ПП	Схема змішування	Склад деревостанів	Елемент лісу	Середні		Бонітет	Повнота	На 1 га	
				висота, м	діаметр, см			дерев, шт	запас, м <sup>3</sup>
7	4рСз 1рВлч	7Сз 3Влч	Сз Влч	3,4	3,1	IV	0,36 0,11	4600	10
				4,5	4,4			780	4
8	3рСз 1рВлч +Бп	9Сз1Бп +Влч	Сз	7,9	8,1	I <sup>a</sup>	0,62 0,05 0,05	3400	78
			Влч	7,5	6,1			450	5
			Бп	8,1	5,7			550	7
9	4рСз 1рВлч	7Влч	Влч	11,6	13,7	I <sup>d</sup>	0,44 0,43	571	53
		3Сз	Сз	5,1	5,5			3828	27
10	5рСз 1рВлч	6Влч	Влч	11,4	14,5	I <sup>d</sup>	0,40 0,58	444	49
		4Сз	Сз	5,0	4,9			4884	32

Примітка. Символьні ідентифікаційні коди деревних порід – Сз – сосна звичайна, Влч – вільха чорна, Бп – береза повисла.

На ділянках, де ґрунтові води залягають на глибині понад 2 м (табл. 2), сосново-вільхові насадження зростають за IV класом бонітету (пп. 7).

За таких умов зростання спостерігається сповільнене нагромадження лісової підстилки, підлісок та підріст, зазвичай, відсутні, а в трав'янистому покриві лише поодинокі поселяються мохи та злаки. Майже у 10 % дерев сосни та вільхи спостерігається всихання вершин та насінняношення, що свідчить про передчасне старіння рослин. На пісках, де верхній шар містить до 10 % домішок із суглинків чи глин, а ґрунтові води залягають на глибині 1,5–2,0 м, сосново-вільхові деревостани зростають за I<sup>a</sup> класом бонітету (пп. 8). У насадженнях, створених за схемою змішування ЗрСз1рВлч+Бп, вільха, відстає у рості за висотою від сосни (на 5 %) та берези (на 8 %), внаслідок чого формуються фітоценози зі складом 9Сз1Бп+Влч. Слід також зауважити, що на піщаних літоземах вільха чорна займає панівні позиції лише в насадженнях, які зростають на пісках із заляганням ґрунтових вод на глибині 0,7–1,0 м. На таких ділянках вільха зростає за I<sup>d</sup> класом бонітету і на 56 % переростає за висотою сосну (пп. 9, 10). Незважаючи на те, що лише один ряд вільхи поєднувався із 4–5 рядами сосни, у складі 16-річних культур домінує вільха, а її частка у загальному запасі стовбурної деревини становить 6–7 одиниць. Сосново-вільховим насадженням, сформованим на таких пісках характерні поодинокий підріст із самосіву дуба звичайного заввишки до 0,3 м, рідкий підлісок із горобини (*Sorbus aucuparia* L.) і черемхи (*Padus serotina* Ehrh.) заввишки до 0,9 м та трав'янистий покрив середньої густоти, який складається зі злаків (*Gramineae*) і одиначної домішки хвоща польового (*Equisetum arvense* L.) та підбілу звичайного (*Tussilago farfara* L.).

На літоземах, сформованих з пісків материкового походження, сосново-вільхові культури зростають за II–I<sup>a</sup> класом бонітету (табл. 3). При цьому, найпродуктивніші деревостани формуються у разі створення насаджень зі схемою змішування ЗрСз+Бзч1рВлч+Бп (пп. 11). Бузина червона, за ланцюгового змішування у рядах (по 1–3 рослини), після зімкнення крон потрапляє під полог сосни і не витримуючи затінення випадає з насадження. Всохлі куці бузини, що збереглися на час обстеження, сягали висоти 7,3 м, а в куцах налічувалося до трьох стовбурів, які мали діаметр біля кореневої шийки до 9,2 см. На схилах північної експозиції з крутизною укосів 8–10<sup>0</sup> сосново-вільхові насадження зростають за I класом бонітету (пп. 12). Для них характерна висока повнота (0,97 одиниць) та наявність рідкостійного підросту (самосіву дуба звичайного, в'яза листуватого, груші звичайної, берези повислої та горобини звичайної) і підліску (зіновать руська) заввишки до 0,5 м. Із наведених даних видно, що результативність взаємодії між деревними рослинами залежить від мікрорельєфу, який сприяє перерозподілу вологи, світла й тепла і наочно простежується у сосново-березово-вільхових деревостанах, створених за однакової схеми змішування і агротехніки на платоподібній ділянці з бугристим рельєфом.

На мікропідвищеннях (пп. 13) сосна переростає вільху за висотою (на 6 %) та поступається у рості за висотою березі (на 14 %), внаслідок чого сформувався деревостан зі складом 9Сз1Влч+Бп, а у мікропониженнях (пп. 14), де сосна поступається у рості за висотою вільсі (на 23 %) та

березі (на 24 %), формуються насадження за меншою участю сосни у складі деревостанів (7Сз3Влч+Бп).

**3. Лісівничо-таксаційна характеристика 23-річних сосново-вільхових деревостанів, які зростають на піщаних літоземах Іршанського ГЗК (Шершнівське лісництво, кв. 41, діл. 3, розміщення садивних місць – 2,5 x 0,5–1,0 м)**

№ ПП.	Схема змішування	Склад деревостанів	Елемент лісу	Середні		Бонітет	Повнота	На 1 га	
				висота, м	діаметр, см			дерев, шт	запас, м <sup>3</sup>
11*	3рСз+Бзч 1рВлч+Бп	9Сз 1Влч +Бп	Сз	11,0	13,6	I <sup>a</sup>	0,88	1782	151
			Влч	7,8	9,1		0,08	327	10
			Бп	9,0	8,3		0,01	72	2
			Бзч	7,3	9,2				
12	4рСз 2рВлч	8Сз 2Влч	Сз	9,4	10,4	I	0,77	2060	85
			Влч	8,1	9,8		0,20	679	24
13	4рСз 2рВлч+Бп	9Сз 1Влч +Бп	Сз	7,3	9,4	II	0,86	2594	98
			Влч	6,9	6,2		0,05	315	6
			Бп	8,3	6,7		0,05	267	5
14	4рСз 2рВлч+Бп	7Сз 3Влч +Бп	Сз	8,2	11,6	II	0,68	1513	77
			Влч	10,1	10,7		0,24	641	31
			Бп	10,2	9,6		0,04	154	6

Примітки: 1. пп. 11 – закладено у кв.39, діл.6.

2. Символьні ідентифікаційні коди деревних порід – Сз – сосна звичайна, Влч – вільха чорна, Бп – береза повисла, Бзч – бузина червона.

### Висновки

1. На піщаних літоземах взаємовплив між вільхою чорною і сосною звичайною залежить від комплексу екологічних чинників, серед яких слід виокремити наявність чи відсутність мулистих фракцій та суглинків у межах ризосфери, а також рівень залягання ґрунтових вод і особливості мікрорельєфу.

2. У сосново-вільхових культурах, створених на пісках із заляганням ґрунтових вод на глибині 0,7–1,0 м вільха домінує над сосною, а при заляганні на глибині понад 2,0 м – домінують сосні.

### Список літератури

1. Бровко Ф. М. Сосново-вільхові культури на піщаних відвалах Житомирського Полісся / Ф. М. Бровко // Науковий вісник НАУ. – К. : НАУ. – 2004. – Вип. № 70. – С. 237–244.

2. Бровко Ф. М. Оптимізація водно-фізичних властивостей піщаних ландшафтів для потреб озеленення та лісорозведення / Ф. М. Бровко, Д. Ф. Бровко // Науковий вісник НАУ. – К. : НАУ. – 2002. – Вип. № 50. – С. 255–260.

3. Вербин А. Е. Опыт рекультивации пород разведением лесных культур / А. Е. Вербин, Т. Н. Келеберда // Почвоведение. – 1974. – № 2. – С. 116–120.

4. Данько В. М. Вільха чорна в лісових культурах на відвалах / В. М. Данько // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість. – 1973. – № 1. – С. 18.
5. Данько В. М. Залісення відвалів гірських порід у Черкаській області / В. М. Данько // Вісник сільськогосподарської науки. – К. : Урожай. – 1967. – № 6. – С. 93–96.
6. Данько В. Н. Использование растений-азотонакопителей в лесных культурах на рекультивированных землях / В. Н. Данько, П. Б. Тарнопольский // Проблемы рекультивации нарушенных земель. – Свердловск : УО АН СССР. – 1988. – С. 113–114.
7. Зарубенко А. У. Биоэкологические и лесоводственные свойства ольхи черной и ее взаимоотношения с ясенем обыкновенным и сосной в лесах Западного Полесья УССР : дисс. ... канд. с.-х. наук : спец. 06.03.03 / А.У. Зарубенко. – УСХА. – К., 1975. – 27 с.
8. Зарубенко А. У. До питання про ґрунтополіпшуючу роль вільхи чорної в лісах західного Полісся / А. У. Зарубенко // Український ботанічний журнал. – Т. 29. – 1972. – № 1. – С. 109–113.
9. Іванух Р. Шляхи раціонального використання рекультивованих та малопродуктивних земель на Україні / Р. Іванух // Вісник сільськогосподарської науки. – 1974. – № 6. – С. 7–11.
10. Каар Э. В. Озеленение золоотвалов сланцеперерабатывающих комбинатов в Котла-Ярве и Кичвили / Э. В. Каар // Труды координ. совещ. "Рекультивация земель, нарушенных при добыче полезных ископаемых". - Тарту : ЗО ВАСХНИЛ. – 1975. – С. 136–141.
11. Келеберда Т.Н. Биологические методы интенсификации роста культур на промышленных отвалах / Т. Н. Келеберда, В. Н. Данько // Лесное хозяйство. – 1979. – № 4. – С. 44–46.
12. Кобранов Н. П. Обследование и исследование лесных культур : учеб. пособие для студентов лесохозяйственного факультета / Н. П. Кобранов. – Л. : ЛТА. 1973. – 76 с.
13. Нормативно-справочные материалы для таксации лесов Украины и Молдавии / [Швиденко А. З., Савич Ю. Н., Строчинский А. А. и др.]. – К. : Урожай, 1987. – 1987. – 559 с.
14. Поляков А.В. Обработка опытных данных на программируемых микрокалькуляторах : учеб. пособие / А. В. Поляков, Я. А. Юдицкий – К. : УСХА, 1986. – 110 с.
15. Редько Г.И. Почвоулучшающая роль черной ольхи и ее влияние на продуктивность тополя в смешанных культурах / Г. И. Редько // Труды республ. конф. "Повышение продуктивности лесов методами лесных культур и основы организации хозяйства в лесах искусственного происхождения". – Минск : ЗО ВАСХНИЛ. – 1973. – С. 36–38.
16. Савельева Л.С. Срастание корневых систем древесных пород / Л. С. Савельева. – М. : Лесная промышленность, 1969. – 72 с.
17. Титов В.А. Опыт выращивания ольхи черной и ее почвоулучшающая роль в смешении с ясенем обыкновенным в культурах (Калининградская область) : автореф. дисс. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук : спец. 06.03.01 / В.А. Титов. – ЛТА. – Ленинград, 1980. – 19 с.
18. Dimitrovsky K. Vyzkum humustvozneho procesu na pudnich substatech vysypek / K. Dimitrovsky // Lesnictvi. – R. 20. – 1974. – № 10. – S. 917–937.

19. Harabin Z. Przydatnosc zrzesow do biologicznego zagospodarowania zwalow gornictwa wegla kamiennego / Z Harabin, Z. Strzyszcz // Sylwan, – 1975. – R. 119. – № 9. – S. 73–79.

*Показано, что на песчаных литозёмах взаимодействие между ольхой и сосной в сомкнутых древостоях зависит от содержания в них илистых фракций, глубины залегания почвенных вод, особенностей микрорельефа и использованных схем смешения древесных пород.*

***Песок, ольха чёрная, сосна обыкновенная, древесная растительность, древостой, лесные культуры.***

*It is shown that on the sand soils interaction between an alder and pine in closed stands depends on maintenance in them silty factions, depth of bedding of soil waters, features of micro relief and used charts of mixing of arboreal breeds.*

***Sand, alder black, pine-tree usual, arboreal vegetation, stand, plantations.***

УДК 57.085.2:001.8:582.671

## **ISSR-АНАЛІЗ ГЕНЕТИЧНОЇ ОДНОРІДНОСТІ РОСЛИН-РЕГЕНЕРАНТІВ МАГНОЛІЇ КОБУС (*MAGNOLIA KOBUS* DC.)**

***О.В. Дубін, кандидат сільськогосподарських наук  
І.М. Бобошко-Бардин, кандидат сільськогосподарських наук***

*Досліджено генетичну однорідність рослин-регенерантів магнолії кобус (*Magnolia kobus* DC.) за використання п'яти ISSR-праймерів (ACC)6G, (CTC)6A, (AGC)6G, (TCG)6G, (GTG)6A і (GAG)6G. Підтверджено ідентичність між рослинами-донорами, експлантами та адаптованими саджанцями-регенерантами. Доведено високу генетичну стабільність геномів магнолії кобус за мікроклонального розмноження її в умовах *in vitro*.*

***Мікроклональне розмноження, рослина-донор, рослина-регенерант, соматклональна мінливість, ПЛР, ISSR-PCR маркер, геном.***

Культура тканин є унікальною експериментально створеною біологічною системою, що являє собою популяцію дедиференційованих соматичних клітин, здатних регенерувати різні органи і навіть цілісну систему [2, 4, 5]. Її широко використовують у дослідженнях з організації та функціонування геному у процесі регенерації, адаптації до стресових умов росту, при збереженні, оздоровленні та швидкому розмноженні цінних генотипів.