СПАДКОВІ ОЗНАКИ СТІЙКОСТІ ДО КОРЕНЕВОЇ ГУБКИ СІЯНЦІВ СОСНИ, ВИРОЩЕНИХ ІЗ НАСІННЯ ДЕРЕВ В ОСЕРЕДКАХ УСИХАННЯ

І. М. УСЦЬКИЙ, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

<http://orcid.org/0000-0002-7662-8721>, e-mail: ustskiy@uriffm.org.ua

О. А. МИХАЙЛІЧЕНКО, науковий співробітник

<http://orcid.org/0000-0002-2784-1737>, e-mail: mihaylichenko@uriffm.org.ua

В. А. ДИШКО, молодший науковий співробітник

<http://orcid.org/0000-0002-2553-109X>, e-mail: valya_dishko@ukr.net

Український науково-дослідний інститут лісового господарства
агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького

Чисті соснові насадження, що створені на землях, які перебували у сільськогосподарському користуванні, як правило, уражуються кореневими гнилями, збудником яких є гриб класу базидіоміцети – коренева губка (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref). Радикальних методів боротьби з хворобою, незважаючи на більш ніж 200-річний період досліджень у різних країнах світу, немає до цього часу. Тому альтернативним напрямом розв'язання цієї проблеми є селекція сосни на стійкість до хвороби. Метою дослідження було вивчення біометричних характеристик репродуктивного та садивного матеріалу дерев сосни звичайної з різною стійкістю до кореневої губки. Дослідження проводили в чистому 60-річному сосновому насадженні, ураженому кореневою губкою, в умовах Харківської області. Результати дослідження біометричних показників репродуктивних органів дерев сосни звичайної з різною стійкістю до кореневої губки свідчать, що дерева з підвищеною резистентністю характеризуються більшою середньою масою шишки, порівняно із ураженими і неураженими хворобою деревами, та близькою до неуражених дерев масою 1000 шт. насіння. Біометричні характеристики однорічних сіянців сосни, вирощених у теплиці з насіння «хворих», «здорових» і «стійких» дерев, засвідчили, що характерною ознакою однорічного потомства стійких дерев в осередках кореневої губки є суттєво довші коренева система сіянців, що, вірогідно, і є основним критерієм стійкості сосни до хвороби. На нашу думку, при створенні насаджень, стійких до кореневої губки, потрібно використовувати 20–30 % садивного матеріалу, вирощеного з насіння дерев підвищеної резистентності. В подальшому, з метою вирощування стійких до кореневої губки соснових насаджень, відбірні сіянці з потомства стійких дерев рекомендовано використовувати при створенні соснових насаджень на староорних землях, для заліснення зрубів уражених кореневою губкою насаджень і прогалів в осередках всихання.

Ключові слова: осередки кореневої губки, стійкі до кореневої губки дерева, шишки, насіння, біометричні показники сіянців.

Актуальність. Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) є однією з найбільш економічно цінних порід в Україні. Більшість соснових насаджень є чистими за складом і створені на землях, що перебували в сільськогосподарському користуванні. Ці насадження, як правило, уражуються кореновими гнилями, збудником яких є гриб класу базидіоміцети – коренева губка *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. Поширення хвороби впливає на продуктивність насадження, зумовлює його передчасний розпад, що сприяє масовому розмноженню ентомошкідників і знижує санітарно-гігієнічні функції лісу (Alekseyev, 1969; Negrutskiy, 1986). В Україні площа соснових насаджень, уражених кореневою губкою, становить 13–16 % загальної площі соснових насаджень, у яких виявлено патологічні процеси (Ustskiy, 2014). Радикальних методів боротьби з хворобою, незважаючи на більш ніж 200-річний період досліджень у різних країнах світу, немає до цього часу. Альтернативним напрямом розв’язання цієї проблеми є селекція сосни на стійкість до хвороби.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В європейських країнах деревина хвойних порід є пріоритетною сировиною для промисловості і приносить до 100 мільярдів євро річного прибутку від експорту. Водночас економічні втрати, зумовлені наслідками ураження *Heterobasidion*, оцінюють у 800 мільйонів євро на рік, що становить близько 1 % (Asiegbu et al., 2005).

Селекційні роботи з відбирання стійких до ураження *Heterobasidion annosum* потомства сосни у віці 38

років було проведено у Латвії. На основі польових досліджень, під час яких оцінювали продуктивність, діаметр гілок, розгалуженість, прямолінійність стовбура та сухі сучки, розроблено індекс стійкості до коренових гнилей (Rieksts-Riekstiņš et al., 2020). За даними Adas Marčiulynas (Marčiulynas et al., 2019), селекційний відбір стійких родин напівсибірської сосни звичайної до *H. Annosum* можна проводити за кількістю фенольних сполук у коренях дерев.

Для селекції стійкості сосни звичайної до хвороби на генетичному рівні виявлено потенційні біомаркери – два терпенові з’єднання і чотири гени. Таким чином, стійкість дерев можна ідентифікувати на основі властивих їм генетичних і хімічних властивостей (Mukrimin et al., 2019).

Роботи з відбирання і клонування стійких до кореневої губки дерев проводять у Швеції, де розробляють напрям генетичного поліпшення ялини. За допомогою відбирання та контрольованого схрещування випробовують потомства дерев із підвищеною резистентністю у кількох поколіннях. Кожне випробування триває 20–25 років. Для відбирання стійких клонів ялини європейської та сосни звичайної використовували понад 25 різних показників. У результаті 30-річної роботи було отримано 911 клонів, стійких до ураження кореневою губкою. Загалом програма проекту спрямована на отримання високоякісного садивного матеріалу, стійкого до коренових гнилей. За попередніми дослідженнями норвезьких учених,

стійкість ялини та сосни до ураження кореновими гнилями є спадковою ознакою (Davydenko, 2013).

Вчені Воронезького лісотехнічного інституту (Російська Федерація) в основу створення стійких до кореневої губки насаджень сосни на староорних землях і зрубках уражених кореневою губкою насаджень поклали особливості біосинтезу смолистих речовин, зокрема ефірних олій. Метод полягає у використанні садивного матеріалу, 15–20 % якого становлять сіянці (саджанці), вирощені з насіння дерев із підвищеним вмістом $\Delta 3$ -карена у складі ефірних олій (Maksimov, 2004). Дослідження, проведені вченими Російської Федерації, показали, що між стійкістю насаджень до кореневої губки та смолопродуктивністю дерев простежується тісна кореляція (Vysotskiy, 2000). Результати досліджень свідчать про високий ступінь успадкування смолопродуктивності потомством як за вегетативного, так і за насінневого розмноження. Це є основою для створення насінневих плантацій щепленими саджанцями з метою отримання насіння з високою спадковістю смолопродуктивних властивостей для наступного створення насаджень із підвищеною стійкістю до кореневої губки. Існує також думка, що вміст основних монотерпенів у живиці є нестабільним показником, а інгібуючий вплив на ріст та діяльність патогену має живиця із природним вмістом монотерпенів. Чим більшу кількість живиці може синтезувати дерево, тим успішніше воно протидіє впливу патогену (Vysotskiy & Evlakov, 2014). Проте висока смолопродуктивність стійких дерев вочевидь є наслідком більшої площі живлення та кращого світлового режиму, цьому сприяє відкритий простір прогалини осередку всихання. Вивчення

особливостей коренових систем дерев в осередках кореневої губки показало, що стійкі до коренових гнилей дерева відрізняються перш за все розвитком потужної горизонтальної кореневої системи (Ustskiy, 2017).

Внаслідок тривалого розвитку патологічного процесу в насадженнях відбувається диференціація дерев за санітарним станом. Таким чином, виявлення стійких до кореневої губки дерев сосни в осередках всихання та уточнення особливостей їхнього метаболізму, тими чи тими маркерами, не становить труднощів. Загалом усі виявлені особливості стійких дерев можуть бути або генетично зумовленими, або набутими в процесі росту та поступової адаптації до зміни умов місцезростання. Важливим у плані селекції сосни на стійкість до кореневої губки є передання потомству від материнських дерев генетичних особливостей, що зумовлюють її резистентність.

Мета дослідження – вивчення біометричних характеристик репродуктивного та садивного матеріалу дерев сосни звичайної з різною стійкістю до кореневої губки.

Матеріали і методика дослідження. У сосновому насадженні, ураженому кореневою губкою, VI класу віку (кв. 128, вид. 1, Липецьке л-во, ДП «Харківська ЛНДС») відібрано дев'ять модельних дерев: дерева без зовнішніх ознак ураження поза зоною всихання – «здорові» (3 шт.); дерева у відкритому просторі прогалини осередку всихання без зовнішніх ознак патології – «стійкі» (3 шт.); дерева з ознаками ураження (слабкий приріст, укорочена блідо-зелена хвоя та ін.) – «хворі» (3 шт.). З модельних дерев за допомогою альпіністського спорядження (рис. 1, а, б, с) зібрані шишки. Насіння з шишок добували в сушиль-

ній камері протягом чотирьох діб. Сушіння сирих шишок починали з температури $+30^{\circ}\text{C}$, надалі температуру поступово збільшували до $+45^{\circ}\text{C}$. Обезкрилювали насіння вручну.

Середню масу однієї шишки і однієї тисячі шт. насіння визначали на електронних вагах. Параметри шишок вимірювали за допомогою штангенциркуля, а насіння – за допомогою збільшувального скла та міліметрового паперу. Після передпосівної обробки (флотація та дезінфекція) насіння висівали у теплиці

Південного лісництва ДП «Харківська ЛНДС». Всього закладено три варіанти посівів відповідно до категорій стану дерев, із яких зібрали шишки, – «здорові», «стійкі» та «хворі» (рис. 2).

Після появи сходів, для запобігання масовому ураженню сіянців фузаріозом посіви обробляли Раксилон через кожні 10 днів. Сіянці всіх варіантів вирощували за стандартною методикою вирощування садивного матеріалу в закритому ґрунті. В листопаді 2018 р. з середньої частини

а)

b)

c)

Рис. 1. Візуальні ознаки модельних дерев різного стану в сосновому насадженні, ураженому кореневою губкою, в кв. 128, вид. 1, Липецьке л-во, ДП «Харківська ЛНДС», 15 березня 2018 р.: а) модельне дерево – «здорове»; б) модельне дерево – «стійке»; в) модельне дерево – «хворе»

Рис. 2. Варіанти висіву насіння з модельних дерев у теплиці Південного лісництва ДП «Харківська ЛНДС»

стрічок кожного варіанта відібрали сіянці (близько 100 шт.) для визначення їхніх біометричних характеристик. Вимірювання сіянців (довжина надземної частини, довжина кореневої системи та товщина кореневої шийки) проводили за допомогою масштабної лінійки та штангенциркуля.

Результати дослідження та їх обговорення. Результати досліджень свідчать (табл. 1), що стійкі дерева характеризуються більшою середньою масою однієї шишки та суттєво більшими її розмірами (довжина, ширина), ніж хворі з активної зони осередку всихання. «Здорові» дерева міжосередкового простору за цими показниками займають проміжне положення.

Отримані дані свідчать, що дерева без зовнішніх ознак ураження на відкритому просторі прогалини осередку всихання, незважаючи на патологічний фон, можуть мати більші розміри шишок порівняно із умовно здоровими

деревами міжосередкового простору. Отже, є можливість реалізації переваги відкритого простору прогалини осередку всихання порівняно із зімкнутим міжосередковим простором. Попри те, що «хворі» дерева також мають перевагу в більшому освітленні та площі живлення, ця перевага повністю нівелюється активним патологічним процесом. Враховуючи те, що модельні дерева характеризуються близькими таксаційними показниками, різна реакція дерев на патологію може пояснюватись відмінностями у сприйнятливості до хвороби, в основі якої лежать особливості корневих систем, що підтверджують раніше проведені дослідження (Ustskiy, 2017).

Потужність корневих систем та особливості їхньої архітекτονіки можуть бути як наслідком реалізації деревом випадкових переваг у ґрунтових умовах, так і більшої площі живлення та кращого освітлення під час

1. Біометрична характеристика шишок дерев різного стану ураженого кореневою губкою соснового насадження VI класу віку, кв. 128, вид. 1. Липецьке л-во, ДП «Харківська ЛНДС»

Категорія материнського дерева	К-сть шишок, шт.	Маса однієї шишки, гр., $M \pm m$	VC, %	Довжина, см, $M \pm m$	VC, %	Ширина, см, $M \pm m$	VC, %
Здорові	50	$7,1 \pm 1,20$	30,9	$44,0 \pm 1,28$	10,7	$19,6 \pm 1,41$	10,8
Стійкі	50	$8,6 \pm 0,59$	28,6	$46,8 \pm 2,53$	11,4	$21,1 \pm 0,76$	10,2
Хворі	50	$4,8 \pm 0,49$	21,7	$37,7 \pm 1,96$	8,1	$17,7 \pm 0,15$	8,3

створення культур або рубок догляду, особливо освітлень і прочишень.

Більші параметри репродуктивних органів дають змогу отримати більше якісного насіннєвого матеріалу, проте питання про передання ознак стійкості до хвороби у спадок від материнського дерева потребує детальнішого вивчення. Параметри насіння (довжина, ширина) вилученого із шишок дерев із різною стійкістю до хвороби свідчать про перевагу насінного матеріалу «стійких» дерев (табл. 2). Відмінності з «хворими» деревами більш суттєві, ніж зі «здоровими».

Характеристика садивного матеріалу, вирощеного із насіння дерев різного стану, свідчить, що частка пригнічених і недорозвинутих сіянців «хворих» дерев становить 50 % загальної їх кількості. Серед сіянців «здорових» і

«стійких» дерев частка пригнічених і недорозвинутих відповідно складає 27 % і 21 % загальної їх кількості.

Біометрична характеристика однорічних сіянців «хворих», «здорових» і «стійких» дерев сосни свідчить про індивідуальні особливості як кожного материнського дерева, так і групи дерев (табл. 3).

Сіянці, вирощені з насіння «хворих» дерев, мають менші показники за висотою надземної частини, довжиною кореневої системи та діаметром кореневої шийки порівняно зі «стійкими» та «здоровими» деревами.

За висотою надземної частини відмінності між «хворими» та «стійкими» деревами, а також між «хворими» та «здоровими» підтверджені статистично (табл. 4). Сіянці «здорових» дерев характеризуються середні-

2. Біометрична характеристика насіння з дерев різного стану ураженого кореневою губкою соснового насадження VI класу віку, кв. 128, вид. 1. Липецьке л-во, ДП «Харківська ЛНДС»

Назва ознаки	Здорові		Стійкі		Хворі		t Стюдента	
	$X_{\text{сер} \pm m}$	Cv, %	$X_{\text{сер} \pm m}$	Cv, %	$X_{\text{сер} \pm m}$	Cv, %	ст-зд	ст-хв
Довжина насіння, мм	$4,6 \pm 0,05$	8,1	$4,7 \pm 0,06$	10,4	$4,3 \pm 0,04$	6,4	-2,2	-5,8
Ширина насіння, мм	$2,5 \pm 0,03$	9,3	$2,6 \pm 0,04$	11,5	$2,2 \pm 0,02$	8,6	-2,4	-8,0
Вага насіння, г (1000 шт.)	$6,9 \pm 0,36$	8,9	$7,7 \pm 0,62$	13,9	$6,0 \pm 0,18$	6,8	-1,1	-2,6

3. Показники однорічних сіянців сосни, вирощених із насіння «хворих», «здорових» і «стійких» дерев

Категорії материнського дерева	Надземна частина, см, $M \pm m$	Довжина кореневої системи, см, $M \pm m$	Діаметр кореневої шийки, мм, $M \pm m$
Здорові	4,3±0,11	10,3±0,38	0,9±0,03
Стіїкі	4,2±0,11	12,5±0,44	1,0±0,04
Хворі	3,6±0,07	9,6±0,28	0,8±0,03

ми показниками довжини та діаметра порівняно зі «стійкими» та «хворими» деревами і достовірно переважають їх за висотою надземної частини.

Сіянці, вирощені з насіння «стійких» дерев, мають найбільші показники за діаметром кореневої шийки та суттєво довшу кореневу систему порівняно з «хворими» та «здоровими» деревами (див. табл. 4).

Результати проведеного дослідження свідчать, що сіянці, вирощені з насіння «хворих» материнських дерев (уражених кореневою губкою), мають найнижчі показники за висотою, довжиною кореневої системи та діаметром кореневої шийки. Крім того, вони характеризуються найменшою енергією росту в перший рік вирощування.

Сіянці, вирощені з насіння «стійких» материнських дерев (толерантних до ураження кореневою губкою), мають близькі показники за висотою із сіянцями здорових дерев, глибшу кореневу систему та більший діаметр кореневої шийки. Тобто найбільшу

енергію росту в перший рік вирощування. Сіянці, вирощені із «здорових» материнських дерев (неуражених кореневою губкою), за своїми параметрами посідають проміжне положення між «хворими» та «стійкими» сіянцями.

Характерною ознакою однорічного потомства «стійких» дерев в осередках кореневої губки є суттєво довша коренева система сіянця, що напевно і є основною якісною характеристикою, яка дає йому змогу вижити в цих умовах.

Результати проведених досліджень вказують на те, що однією з основних причин появи та розвитку корневих гнилей є створення соснових культур садінням за допомогою меча Колесова. Цим способом створені майже всі соснові насадження України, за винятком незначної частки площ, залісених за допомогою лісосадивних машин і посівом. Під час садіння сіянців із добре розвинутою кореневою системою під меч Колесова виникають труднощі з розміщенням коріння у посадковій щілині: вони зазвичай зминаються.

4. Показник t-критерію Стюдента однорічних сіянців сосни, вирощених із насіння «хворих», «здорових» і «стійких» дерев

Категорії материнського дерева	Надземна частина, см			Довжина кореневої системи, см			Діаметр кореневої шийки, мм		
	здорові	стіїкі	хворі	здорові	стіїкі	хворі	здорові	стіїкі	хворі
Здорові	1			1			1		
Стіїкі	0,8	1		3,7	1		1,2	1	
Хворі	4,9	3,8	1	1,3	4,9	1	2,1	2,6	1

Примітка: t_{kp} $p \leq 0,01 - 2,61$.

Щоб запобігти цим негативним явищам, частину коріння сіянців із добре розвинутими кореневими системами обрубують, що по суті нівелює їхню перевагу в цих умовах. Єдиним способом, що дає змогу створити культури з добре розвинутими кореневими системами, є вирощування сіянців у контейнерах із закритою кореневою системою та їх садінням способом, що унеможливорює зминання та загинання коріння. Загалом створення насаджень сосни лише з відбірного потомства «стійких» до кореневої губки дерев, із добре розвинутими кореневими системами може привести до передчасного напруження в насадженні та загострення конкуренції за ґрунтові розчини. На нашу думку, відбірні сіянці з потомства «стійких» до кореневої губки дерев мають становити 20–30 % садивного матеріалу, призначеного для заліснення земель, що раніше не були під лісом. Садивний матеріал, вирощений із потомства «стійких» дерев, також можна використовувати для доповнення культур, у яких почалось куртинне всихання, і для заліснення прогалин патологічного фону осередків кореневої губки.

Висновки і перспективи. Вивчення особливостей генеративних органів дерев сосни з різною стійкістю до кореневої губки (без зовнішніх ознак ураження поза зоною всихання – «здорові»; дерева у відкритому просторі прогалини осередку всихання без зовнішніх ознак патології – «стійкі»; дерева з ознаками ураження – «хворі») показало, що «стійкі» дерева у відкритому просторі прогалини осередку всихання, незважаючи на патологічний фон, можуть розвивати більші за розмірами шишки, ніж «здорові» та «хворі», й формувати більше насіння. За масою насіння «стійкі» дерева переважають «здорові» та «хворі», більші відмінності просте-

жуються з «хворими». Зауважено, що показники висоти сіянців, вирощених із насіння «стійких» дерев (толерантних до ураження кореневою губкою), близькі до показників сіянців «здорових» дерев, однак мають глибшу кореневу систему і дещо більший діаметр кореневої шийки. Розміри сіянців, вирощених із насіння «уражених» хворобою дерев, найменші. Характерною ознакою однорічного потомства «стійких» в осередках кореневої губки дерев є суттєво довша коренева система сіянця, що напевно і є основною якісною характеристикою, яка дає йому змогу вижити в умовах високого патологічного фону.

Список літератури

- Alekseyev, I. A. (1969). *Forestry management measures to control annosum root rot*. Moscow: Forestry industry [in Russian].
- Asiegbu, F. O., Adomas, A., & Stenlid, J. (2005). Conifer root and butt rot caused by *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. *Molecular Plant Pathology*, 6, 395–409. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2005.00295.x>
- Davydenko, K. V. (2013). *Root rots of conifers: preventing mechanisms*. Retrieved from: http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=106527&cat_id=32888 [in Ukrainian].
- Maksimov, V. M. (2004). Planting root rot resistant Scots pine stands, taking into account the composition of essential oil of needles. *Forest Journal*, 5, 137–140 [in Ukrainian].
- Marčiulynas, A., Sirgedaitė-Šežienė, V., Žemaitis, P., & Baliuckas, V. (2019). The Resistance of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Half-sib Families to *Heterobasidion annosum*. *Forests*, 10, 287–303. <https://doi.org/10.3390/f10030287>
- Mukrimin, M., Kovalchuk, A., Ghimire, R. P., Kivimäenpää, M., Sun, H., Holopainen, J. K., & Asiegbu, F. O. (2019). Evaluation of potential genetic and chemical markers for Scots pine

- tolerance against *Heterobasidion annosum* infection. *Planta*, 250, 1881–1895. <https://doi.org/10.1007/s00425-019-03270-8>
- Negrutskiy, S. F. (1986). *The annosum root rot*. Moscow: Agropromizdat [in Russian].
- Rieksts-Riekstiņš, R., Zeltiņš, P., Baliuckas, V., Brūna, L., Zaļuma, A., & Kāpostiņš, R. (2020). *Pinus sylvestris* Breeding for Resistance against Natural Infection of the Fungus *Heterobasidion annosum*. *Forests*, 11, 23–33. <https://doi.org/10.3390/f11010023>
- Ustskiy, I. M. (2017). Features of pine root system structure in the foci of root rot caused by *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. *Forestry and Forest Melioration*, 131, 187–193 [in Ukrainian].
- Ustskiy, I. M., Mihaylichenko, O. A., & Taran, T. V. (2014). *Quantitative assessment of the dynamics of pathological processes in the forests of Ukraine (as of 2009)*. Kharkiv: URIFFM [in Ukrainian].
- Vysotskiy, A. A., & Evlakov, P. M. (2014). Resistance of Scots pine to root rot due to resin productivity of trees and content of main monoterpenes in resin. *Proceedings of the St. Petersburg Forestry Research Institute*, 4, 5–21 [in Russian].
- Vysotskiy, A. A. (2000). *Recommendations on the establishment of special-purpose Scots pine stands with high resin productivity*. Voronezh: MP "E. Bogomolova". [in Russian].

Ustskiy, I. M., Mikhailichenko, O. A., Dyshko, V. A. (2020). Hereditary characters resistance to *Heterobasidion annosum* resistance of pine seedlings grown from tree seeds in the disease foci. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 11 (1), 78-86. <https://doi.org/10.31548/forest2020.01.078>.

Pure pine stands, planted on formerly arable land, are usually infected by root rot caused by the basidiomycete fungus *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. Currently, there are no radical methods to control the disease, despite more than 200 years of research throughout the world. Therefore, the alternative solution to this problem is the breeding of hyposensitive pine trees. The aim of the study was to identify the specificities of pine offsprings with various resistance to annosum root rot. The research was carried out in a 60-year-old pure pine stand within Kharkiv Region, infected by annosum root rot. According to the methodology of the study, trees were divided into three groups: «healthy» – no visible signs of damage outside the decline zone; «resistant» – in the open space of the gap in the disease focus without visible signs of disease; «diseased» – with signs of damage (weak growth, short pale green needles, etc.). The study of biometric parameters of the reproductive organs of Scots pine trees with various resistances to annosum root rot indicated that the disease-resistant trees had a greater average mass of a cone compared to infected and uninfected trees. Also, the mass of their 1,000 seeds was close to that of uninfected trees. In the diseased trees, these values were the least. Biometric characteristics of one-year pine seedlings grown in a greenhouse from seeds of «diseased», «healthy» and «resistant» trees showed that the characteristic feature of the one-year-old offspring of «resistant» trees grown within the root rot foci is a significantly longer root system of a seedling. Such a long root system allows it to survive under high disease background, which is probably the main criterion of pine resistance to the disease. Selected seedlings from the offspring of trees «resistant» to annosum root rot must comprise 20–30% of the planting material for afforestation. In order to grow root rot resistant pine stands, selected seedlings from the offspring of resistant trees are further recommended for the pine stand establishment on former arable land and reforestation of felling sites infected by root rot and gaps in the decline foci.

Keywords: annosum root rot foci, root rot resistant trees, cones, seeds, seedling biometrics.

Отримано: 2019-10-06