

DOI 10.26886/2520-7474.5(43)2020.2

UDC: 630*4:630*17:582.475.4

**PATHOLOGICAL PROCESS OF ROOT SPONGE OF PINE
IN THE CONDITIONS OF FOREST EDATOPS AND CLIMATE CHANGE
STATE ENTERPRISE «ZARICHANSKE FORESTRY»**

V. Levchenko PhD of Agriculture, Associate Professor

e-mail: waleriy07@ukr.net

G. Martenuk, PhD of Agriculture, Associate Professor

I. Pasichnyk, PhD of Agriculture

T. Maksymova, teacher of the highest category

Zhytomyr Agrotechnical College, Ukraine, Zhytomyr

Topical issues of forest pathological monitoring of Scots pine plantations on old arable lands affected by root sponge, as well as the impact of different soil types and climate change on the degree of damage to 20-35-year-old pine stands are substantiated.

The subject of the work is the causative agent of the root sponge of Scots pine, which has become widespread in the old arable lands in the conditions of the State Enterprise "Zarichanske Forestry". The causative agent of the root sponge of Scots pine affects forest plantations aged 20-35 years on lands withdrawn from agricultural use. Climate change, in particular the increased temperature of the above-ground air layer, as well as the decrease in precipitation during June-August, exacerbate the pathological process of the root sponge pathogen of Scots pine, which forms epiphytosis in large areas.

The aim of the work is a detailed study of the pathology of the causative agent of the root sponge of Scots pine in old arable lands, as well as the impact of different soil types and climatic conditions on the spread of infection in forest edatops of the State Enterprise «Zarichanske Forestry».

The main methods of work are calculation and analytical collection and processing of phytopathological examination of pine plantations on old arable lands, monitoring of the impact of different types of forest soils on the spread of the root sponge of Scots pine in forest edatopes of the State Enterprise «Zarichanske Forestry» and pine stands with determination of the nature of drying depending on the degree of damage by the pathogen of the root sponge with changes in climatic conditions.

According to the results of the work it was established that the causative agent of the root sponge of Scots pine affects stands at a young age of 20-35 years, depending on the type of fallow soils used in agriculture, as well as changes in climatic factors. It is established that the increase in temperature in the surface layer of the soil in June-August to +32°C significantly reduces the resistance of pine stands to the pathogen of the root sponge.

The scope of the results is the forestry enterprises of the Zhytomyr Regional Department of Forestry and Hunting in order to preserve and protect the incoming pine forest plantations from the pathogen of the root sponge in the Polissya zone of Ukraine.

The conclusions of the research are that in pine plantations on old arable lands the decisive role belongs to the pathogen of the root sponge in the curtain drying of pine stands in the conditions of A_2 - A_3 , B_2 - B_3 of SE «Zarichanske Forestry». Foci of drying of Scots pine stands are formed on infertile soils lighter in mechanical composition. The decrease in rainfall and the increase in air temperature to +32, + 36°C for the period 2018-2020 has led to a significant decrease in the resistance of pine stands in old arable lands to the pathogen of the root sponge of Scots pine. High density of pine stands at a young age (25-30 years) and stopping the radial growth in conditions of excessive density without active differentiation and timely fall lead to a decrease in the resistance of Scots pine to the pathogen of the root

sponge and as a result - their complete drying. In the cells of pine stands from the causative agent of the root sponge, the effect of precipitation during active growth (June-August) is higher than the coefficient of determination $r=0.70$ $p<0.01$ than in the adjacent intact stand ($r=0.43$, $p <0.05$). This means the leading role of moisture in increasing the resistance of pine stands to the pathogen of the root sponge at 25-35 years of age. Reduction of precipitation from 420 to 210 mm during 2010-2020 in the areas of forest use of SE «Zarichanske LH» with a simultaneous increase in air temperature in the surface layer from 25 to 32 °C is one of the reasons for reducing the stability of pine plantations aged 25-30 years on old arable lands to the pathogen of the root sponge of Scots pine.

Keywords: pathogen, Scots pine, forest stands, epiphytosis, soil type, arable land, climate change.

кандидат сільськогосподарських наук, доцент Левченко В. Б.,
кандидат сільськогосподарських наук, доцент Мартенюк Г. М.,
кандидат сільськогосподарських наук Пасічник І. О., викладач вищої
категорії Максимова Т. М., Патологічний процес кореневої губки сосни
звичайної в умовах лісових едатоів та змін клімату Державного
підприємства «Зарічанське лісове господарство». Житомирський
агротехнічний коледж. Україна. Житомир.

Обґрунтовано актуальні питання лісопатологічного
моніторингу насаджень сосни звичайної на староорних землях, що
уражені кореневою губкою, а також вплив різних типів ґрунтів і зміни
клімату на ступінь ураження 20-35 річних соснових деревостанів.

Предметом роботи є збудник кореневої губки сосни звичайної, що
набув масового розповсюдження на староорних землях в умовах
Державного підприємства «Зарічанське лісове господарство». Збудник
кореневої губки сосни звичайної уражує лісові насадження у віці від 20-
35 років на землях, виведених з сільськогосподарського користування.

Зміни клімату, зокрема підвищена температура надґрунтового повітряного шару, а також зменшення кількості опадів протягом червня-серпня, підсилюють патологічний процес збудника кореневої губки сосни звичайної, що утворює епіфітотію на великих територіях.

Метою роботи є детальне вивчення патології збудника кореневої губки сосни звичайної на староорних землях, а також вплив різних типів ґрунтів і змін кліматичних умов на поширення інфекції збудника в лісових едатопах Державного підприємства «Зарічанське лісове господарство».

Основними методами проведення робіт є розрахунково-аналітичний по збору і обробці результатів фітопатологічної експертизи соснових насаджень на староорних землях, проведення моніторингу впливу різних типів лісових ґрунтів на розповсюдження збудника кореневої губки сосни звичайної в лісових едатопах Державного підприємства «Зарічанське лісове господарство», а також проведення обстежень соснових деревостанів з визначенням характеру всихання в залежності від ступеня ураження збудником кореневої губки при змінах кліматичних показників.

За результатами роботи було встановлено, що збудник кореневої губки сосни звичайної уражує деревостани в молодому віці 20-35 років залежно від типу перелогових ґрунтів бувших у сільськогосподарському використанні, а також від зміни кліматичних чинників. Встановлено, що збільшення температури в приземному шарі ґрунту у червні-серпні до +32°C суттєво знижує резистентність соснових деревостанів до збудника кореневої губки.

Сферою застосування результатів є лісогосподарські підприємства Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства з метою збереження та захисту соснових

пристигаючих лісових насаджень від збудника кореневої губки в умовах зони Полісся України.

Висновки досліджень полягають в тому, що в соснових насадженнях на староорних землях визначальна роль належить збуднику кореневої губки в куртинному всиханні соснових деревостанів в умовах А₂-А₃, В₂-В₃ ДП «Зарічанське лісове господарство». Осередки всихання деревостанів сосни звичайної формуються на малородючих ґрунтах більш легких за механічним складом. Зменшення кількості опадів і зростання температури повітря до +32, +36°C за період 2018-2020 років призвело до суттєвого зниження резистентності соснових деревостанів на староорних землях до збудника кореневої губки сосни звичайної. Висока загущеність соснового деревостану в молодому віці (25-30 років) та зупинка радіального приросту в умовах надлишкової загущеності без активної диференціації та своєчасного відпаду ведуть до зниження стійкості сосни звичайної щодо збудника кореневої губки і як наслідок – повного їх всихання. В осередках соснових насаджень від збудника кореневої губки вплив опадів, що випадають в період активного росту (червень-серпень) вище значення коефіцієнта детермінації $r=0,70$ $p<0,01$, ніж в прилеглому непошкодженому деревостані ($r=0,43$, $p<0,05$). Це означає провідну роль вологозабезпечення в підвищенні стійкості соснових насаджень до збудника кореневої губки в 25-35 річному віці. Зниження кількості опадів з 420 до 210 мм протягом 2010-2020 років на територіях лісокористування ДП «Зарічанське ЛГ» при одночасному зростанні температури повітря в приземному шарі від 25 до 32°C є однією з причин зниження стійкості соснових насаджень у віці від 25-30 років на староорних землях до збудника кореневої губки сосни звичайної.

Ключові слова: збудник, сосна звичайна, лісові деревостани, епіфітотія, тип ґрунту, староорні землі, зміна клімату.

Вступ. Збудник кореневої губки сосни звичайної (*Heterobasidion annosum*) викликає масове ураження соснових лісостанів на староорних землях. Уражені збудником насадження є резерватами для масового поширення ентомошкідників, видовий склад яких визначається віком деревних порід, повнотою насаджень, близькістю осередків стовбурових шкідників та екологічними чинниками. У ослаблених дерев зменшується тиск живиці, яка механічно і фізіологічно захищає дерева від пошкодження стовбуровими шкідниками, спалахи розмноження яких відбуваються з нерегулярними інтервалами, але, як правило, типові для ослаблених деревостанів, що знаходяться в стані фізіологічного стресу. Масовому розповсюдженню як збудника кореневої губки сосни звичайної так і шкідників сприяють зміни кліматичних умов в зоні Полісся України. На сьогоднішній день в багатьох лісогосподарських підприємствах Житомирського обласного управління лісового і мисливського господарства спостерігається значна втрата товарної деревини через поширення збудника кореневої губки, кореневих гнилей сосни звичайної яку вони викликають.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання проблеми. Коренева губка сосни звичайної (*Heterobasidion annosum*), на сьогоднішній день є досить патогенним захворюванням соснових лісостанів в зоні Житомирського Полісся [15, с.34-76]. Встановлено визначальну роль кореневої губки сосни звичайної в процесі масового всихання соснових насаджень в умовах Державного підприємства «Зарічанське лісове господарство» на староорних та перелогових землях. Осередки ураження сосни звичайної у віці 35-40 років формуються на більш легких ґрунтах з частково змитим і дефльованим гумусовим горизонтом в межах 10-12 см [16, с.54-78]. Встановлено, що продуктивні деревостани сосни звичайної ростуть без характерних ознак ураження кореневими хворобами на середніх або

важких суглинках типів C₂-C₃, а також на важких ґрунтах в умовах C₃-D₃ з потужністю гумусового горизонту в межах 17-20 см [17, с.45-65]. Висока густота соснового деревостану і припинення радіального приросту у віці 25-35 років без активної диференціації та своєчасного відпаду веде до зниження стійкості деревостану щодо збудника кореневої губки і провокує куртинне всихання [18, с.65-72]. В осередках всихання насаджень сосни звичайної внаслідок патологічної дії кореневої губки спостерігається суттєвий вплив недостачі опадів, що особливо проявляється в період активного росту (червень-липень) вище коефіцієнта варіації в межах ($r = 0,70$, $p < 0,01$), ніж в прилеглому непошкодженному деревостані, при нормальній їх кількості в межах ($r=0,43$, $p<0,05$). Зниження кількості опадів протягом ряду років при одночасному зростанні температури приземного шару повітря стало причиною зниження стійкості соснових насаджень до кореневої губки і як наслідок його загибель [19, с.23-45]. Коренева губка (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. S. Str.) в умовах Державного підприємства «Зарічанське лісове господарство» зустрічається на більш ніж 10 видах деревних лісоутворюючих порід рослин і вважається небезпечним збудником кореневої гнилі, особливо в насадженнях сосни, ялини, модрини звичайної. Цей збудник є досить розповсюдженим в умовах як зони Полісся України, так і Житомирського Полісся [1, с.34-56, 8, с.67-86]. Особливу небезпеку збудник кореневої губки сосни звичайної проявляє на площах, що були виведені з під тривалого сільськогосподарського користування [20, с.23-33]. Більшою мірою, це проявляється на староорних землях з порушеною гранулометричною структурою ґрунту і сформованою на глибині 25-30 см плужною підшвою [21, с.78-97]. При досягненні кореневою системою сосни звичайної ущільненого горизонту, розвивається поверхнева коренева система, що створює в подальшому сприятливі умови для розвитку патогену [2, с.56-123, 9, с.56-98]. При

цьому сосновий деревостан стає більш чутливими до будь-яких кліматичних аномалій, і в першу чергу, до ґрунтової та атмосферної посухи. При цьому значно знижується стійкість соснових насаджень до біотичного впливу інших патогенних хвороб. Навіть на рекультивованих територіях з відвалами пропромислового походження в останні десятиріччя зустрічається загибель деревостанів від збудника кореневої губки. Цю закономірність спостерігали в Німеччині при проведенні лісомеліоративних робіт [3, с.45-67, 10, с.44-78]. На сьогоднішній день запроваджено практичні рекомендації щодо обмеження створення культур сосни звичайної на землях, що раніше було виведено з-під сільськогосподарського користування [4, с.87-123, 11, с.34-67]. Умови зростання соснових деревостанів багато в чому є визначальними в розвитку збудника кореневої губки сосни звичайної, а також прояву її патологічних ознак [5, с.34-67, 12, с.54-65]. Для прикладу, в більшій мірі коренева губка уражує соснові насадження у віці 35-40 років з ступенем патологічного процесу на деревостані в межах - 35,0% [6, с.89-104, 13, с.43-56]. Далі в порядку зменшення патологічного процесу варіабельність захворювання насаджень на кореневу губку знаходяться в такому динамічному ряді: 20%-ялинники, брусничники і чорничники, 12,5% - сосняки на журавлинниках. В лісах на північному заході Державного підприємства «Зарічанське лісове господарство» на менш дренованих ділянках патологічний процес кореневої губки виявляється набагато менший, ніж на добре дренованих [7, с.45-78, 14, с.67-85].

Формулювання мети статті та завдань досліджень. Метою наших досліджень були соснові деревостани Державного підприємства «Зарічанське лісове господарство», а також осередки збудника кореневої губки, різні типи лісу та зміна кліматичних умов на цих територіях в умовах зони Полісся України. Крім цього досліджувались процеси, які проходять в лісових екосистемах, що в свою чергу лежать в

основі ураження сосни звичайної кореневою губкою. Завданням досліджень було проаналізувати вплив лісових еда톱ів, а також кліматичних чинників на розповсюдження збудника кореневої губки сосни звичайної в умовах як Державного підприємства «Зарічанське лісове господарство» так і всього Житомирського Полісся зокрема, а також наведено практичні рекомендації щодо підвищення стійкості соснових насаджень в умовах Житомирського Полісся. Для проведення досліджень було обстежено осередки кореневої губки в чистих штучностворених насадженнях сосни звичайної на староорних землях в умовах Корбутівського лісництва ДП «Зарічанське ЛГ» у віці 30-40 років. Пробні площі закладено за загальноприйнятою методикою, на них здійснювали суцільний перелік дерев і фіксували їх стан за шкалою згідно з нормативним документом «Санітарні правила в лісах України». Характер розвитку осередків кореневої губки визначався біологічними особливостями збудників і умовами зовнішнього середовища, тому ураження часто носило осередковий характер. В осередках кореневої губки (ураженість насаджень становила від 35 до 75% відповідно) було виявлено масове всихання від кореневої губки сосни звичайної, на яких вже заселились стовбурові ентомошкідники. Проведення обліків в умовах пробних площ здійснювали по прокладених маршрутах. Для проведення обліків використовували методику обстеження пробних площ лісових масивів. В процесі проведення фітопатологічної експертизи особливу увагу звертали на виявлення основного та прихованого ураження насаджень сосни звичайної плодовими тілами кореневої губки на старорних землях. Крім цього ставилось завдання виявити вплив зміни клімату та едафічних факторів на ступінь ураження насаджень сосни звичайної збудником кореневої губкиї. Всі результати лісопатологічної експертизи записувались нами в реєстраційний журнал проведення досліджень.

Виклад основного матеріалу статті. Досліджувані деревостани середньою площею 6,6 га сосни звичайної природного походження V клас віку виникли на староорних землях після припинення тривалого їх сільськогосподарського використання на в умовах лісокористування Державного підприємства «Зарічанське лісове господарство». Чисті однарусні сосняки характеризуються високими повнотою (від 0,6 до 0,8) і запасом (від 370 до 440 м³/га). В останні 10-20 років рівномірний відпад деревостану, що відстає у рості змінився осередковим, куртинним. Всиханню піддаються навіть домінуючі соснові деревостани I-II класів бонітету, а також помірного зростання, що відносяться до III класу бонітету. При цьому, розміщення осередків всихання досить не рівномірне по всій площі. Дослідження були проведені як в осередках куртини всихання сосни звичайної, так і в тих частинах деревостану, де ознаки ураження кореневими патогенами були відсутні. За характерними симптомами ураження деревостану сосни звичайної, а саме: куртинне всихання, засмолення стовбурів соснових деревостанів і ямчато-волокниста гниль коренів, зріджена крона, бліда укорочена хвоя, в якості робочої гіпотези була висунута нами причина-паразитичний процес збудника кореневої губки. Діагностика по виявленню формування і утворення плодових тіл кореневої губки на коренях загблих дерев була розроблена ще наприкінці 20 сторіччя, але вона виявилась не ефективною. Можливо, причина полягала в недостатньому зволоженні біотопу, що обмежує утворення базидії. Тому була зроблена спроба виділити чисті культури грибів з коренів уражених і ослаблених дерев в осередках всихання. Для ізолювання і подальшого культивування використовували не охмеленное пивне сусло з додаванням агару 1,5-2% для ущільнення поживного середовища середовища. Середовище стерилізували в автоклаві при режимі 1 атмосфера і розливали по чашках Петрі, безпосередньо перед розливанням до середовища

додавали молочну кислоту (4 мл/л середовища) для пригнічення росту бактерій. Перед нами стояло завдання не тільки встановити причину куртинного всихання соснових деревостанів, а й виявити кліматичні, орографічні, едафічні закономірності їх утворення. Параметром відношення сосни звичайної на кліматичні зміни були прийняті індекси радіального приросту, отримані видаленням вікового тренду і значного ценотичного впливу. Пошук залежностей рядів індексів приросту від метеорологічних змінних здійснювався методами кореляційного аналізу. Для виявлення кліматичної складової мінливості ходу росту сосни були розглянуті метеорологічні аномалії липня - вересня поточного і попередніх років. Найбільш близькими ґрунтами за генезисом, морфологією і рядом найважливіших властивостей можна вважати дерново-сильнопідзолисті супіщані та світло-сірі лісові опідзолені ґрунти. Вони є домінуючими на території Державного підприємства «Зарічанське лісове господарство». Польові морфологічні дослідження цілого ряду ґрунтових розрізів виявили відносно незначні для такої площі лісових насаджень варіювання потужності гумусового горизонту (від 15 до 25-35 см) і практично однакових середньо суглинкових за гранулометричним складом. Поясненням цьому може бути тривале використання даної території як орних угідь, наслідком якого стало нивілювання відмінностей розглянутих показників гумусового горизонту між різними частинами досліджуваної ділянки, що належать до досліджуваного об'єкта. У той же час, з огляду на більш півстолітній період поширення досліджуваних нами ґрунтів під впливом лісової рослинності, ми визнали можливим не відносити їх верхній горизонт до техногенно-деградованих, а вважати їх природним гумусовим горизонтом. При потужності цього горизонту в 20 см, його нижня частина відрізняється меншою гумусованістю, на що вказує її більш світле забарвлення. Виходячи з цього, в даному випадку гумусовий горизонт виступає не чим іншим як лісо утворюючим

грунтовим базисом. В досліджуваних нами вогнищах кореневої губки сосни звичайної в умовах Державного підприємства «Зарічанське лісове господарство», масове її всихання відмічається в останні 20 років (табл. 1). Причинами цієї активізації є як координальні зміни клімату так і лісорослинних умов.

Таблиця 1

Динаміка всихання соснових деревостанів від збудника кореневої губки в умовах ДП «Зарічанське ЛГ», (м³/га)

№ Пробної площі	Площа всихання, м ²	Часовий проміжок:					
		до 5 років	10-15 років	10-15 років	15-20 років	20-25 років	Всього:
1	234	1,6	0,9	0,5	0,8	0,9	3,89
2	341	1,7	1	0,7	0,89	0,25	4,54
3	637	1,5	3,5	0,7	1,3	0,66	7,66

На стовбурах всохлих дерев в досліджуваних нами осередках були у великій кількості ходи *Tomicus minor* і *Tomicus piniperda*, що в свою чергу мають досить серйозні небезпеку для соснових лісів. Значно ослаблені кореневими патогенами дерева, не можуть забезпечити стійкий захист від комах, і в період їх масового розмноження вони як правило гинуть. Також соснові деревостани в умовах боліт були досить сильно ослаблені кореневими патогенами, що стають легко уражуються *Dendroctonus terebrans* і *Ips grandicollis* [18, с.56-78].

Найбільшу небезпеку для чистих сосняків типів А₁-А₃ представляють коренева губка та стовбурові шкідники - шестиізубчатий і верхівковий короїди [6, с.23-56]. Масовому нападу короїдів сосна здатна протистояти тільки в особливо сприятливих лісо типологічних умовах водного та мінерального живлення. Висока нерівномірність розміщення вогнищ всихання соснових насаджень від збудника кореневої губки сосни звичайної в досліджуваних нами деревостанах дозволила зробити гіпотетичні припущення про наявність фактора, що визначає зниження

стійкості соснових деревостанів до кореневої губки. Тому, нами було вирішено продовжити більш детальні дослідження ґрунтів в осередках всихання і прилеглих деревостанах без ознак їх ослаблення. При дослідженні потужності ґрунтових горизонтів і їх гранулометричного складу, нами було встановлено, що осередки куртинного всихання формуються в менш родючих умовах на легких за гранулометричним складом ґрунтах (рис. 1, 2) з частково змитим гумусовим горизонтом. Деревостани сосни звичайної без ознак ураження кореневими патогенами, виростають як на середніх або важких суглинках, так і на глинистих ґрунтах з глибиною гумусового горизонту 22-22 см. Для розуміння процесів формування деревостану з моменту його появи, нами були залучені методи дендрохронології. В результаті досліджень, нами було виділено чотири групи дерев. За винятком представників IV-V класів бонітету для дерев, що не відчували значного ценотического впливу (I-II - клас бонітету за Крафтом), характерна висока синхронність приросту річних кілець по ширині.

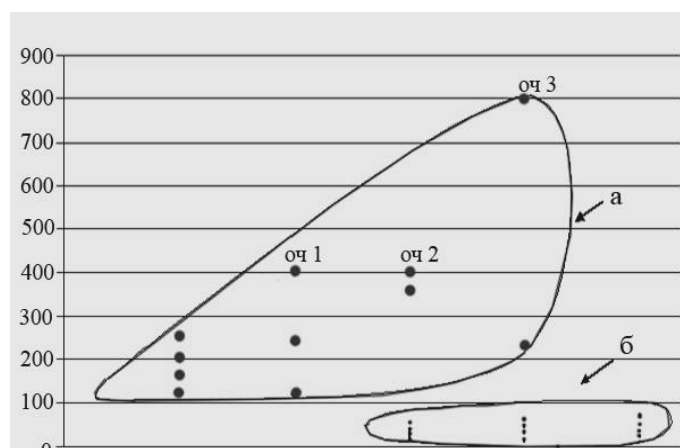


Рис. 1. Зв'язок між гранулометричним складом ґрунту та осередками всихання від збудника кореневої губки: а-вогнища кореневої губки; б-контрольні ділянки.

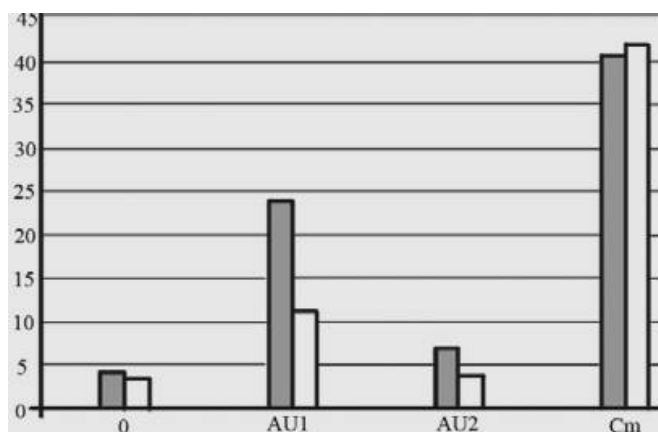


Рис. 2. Вплив глибини ґрунтових горизонтів на утворення осередків всихання сосни звичайної від збудника кореневої губки

В якості контролю було обрано чистий різновіковий деревостан сосни звичайної, що ріс без будь-яких ознак ураження кореневими патогенами та іншими хворобами. Він мав оптимальне для нормального зростання розміщення дерев, непорушений лісовий ґрунт, що в свою чергу забезпечує стійкий радіальний приріст який що перевищує на 30-50% від загального приросту сосни на староорних ґрунтах. Для живих дерев, що ростуть в безпосередній близькості від вогнища всихання, і в більшій мірі для вже загиблих дерев, характерно значне зниження радіального приросту в період 2005-2019 рр. Причина - раннє змикання крон загущеного відновлення і, як наслідок, недостатність забезпечення вологою і поживними речовинами. Далі, в результаті природного відпаду і оптимізації просторового розміщення дерев, радіальний приріст вирівнюється і майже досягає приросту дерев, що ростуть на віддалі від осередку всихання. Встановлена нами закономірність добре узгоджується з отриманими результатами аналізу гранулометричного складу ґрунтів. У вогнищах кореневої губки, на бідних і швидко пересихаючих пересихають староорних ґрунтах, ускладнене формування живого надґрунтового покриву і, як наслідок, створюються сприятливі умови для утворення загущеного відновлення сосни (через слабе задернення ґрунту). Досить природно, що при достатній кількості

насінневих дерев в безпосередній близькості відбувається значна конкуренція за поживні речовини. Підтверджується також закономірність, що була відмічена нами раніше. Для стійких соснових деревостанів (без ознак ураження збудником кореневої губки), характерно досить вільний ріст в молодому віці, про що і свідчить їх більш інтенсивне зростання. Вони змогли уникнути впливу «ефекту групового пригнічення» [4, с.45-67], який має місце в одновікових деревостанах при досить рівномірному розміщенні окремих особин на площі після змикання крон і вступу соснового деревостану в фазу жорсткої конкуренції і активної диференціації. Це підтверджує високу небезпеку тривалого знаходження соснового деревостану в умовах надлишкової загущеності без активної диференціації та своєчасного відпаду. Так, одним із можливих лісівничих засобів боротьби з кореневою губкою сосни звичайної є розріджена посадка з виключенням ранньої конкуренції коренів і крон. В 3-11-річних посадках з щільністю 1-2 тис. дерев/га., ступінь ураження сосни звичайної була значно нижчою. Загибелі деревостану сприяє зниження радіального приросту, проте це зниження, в усякому разі, спочатку йде синхронно з усіма іншими групами дерев.

Для пошуку закономірностей впливу клімату на зростання сосни звичайної в умовах Державного підприємства «Зарічанське лісове господарство» нами попередньо було проведено індексування приросту деревостану (рис. 2). Як і слід було очікувати, в даних умовах сухого едатопу, лімітуючим фактором було зволоження. Особливо цей чинник відчувається в червні, коли проходить період активного росту соснового деревостану і проходить виснаження запасів вологи в ґрунті. Найбільш чутливими ($r=0,70$) до нестачі опадів в червні 2018-2020 років виявились деревостани I-III класів бонітету, в яких і були виявлені осередки всихання від збудника кореневої губки сосни звичайної. Для дерев за межами осередків всихання на важких суглинистих і глинистих ґрунтах

було характерно менший вплив опадів червня ($r = 0,50$), але більший вплив опадів за період з травня по серпень (рис. 3).

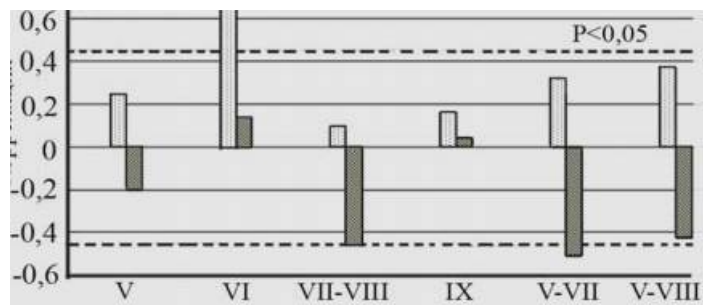
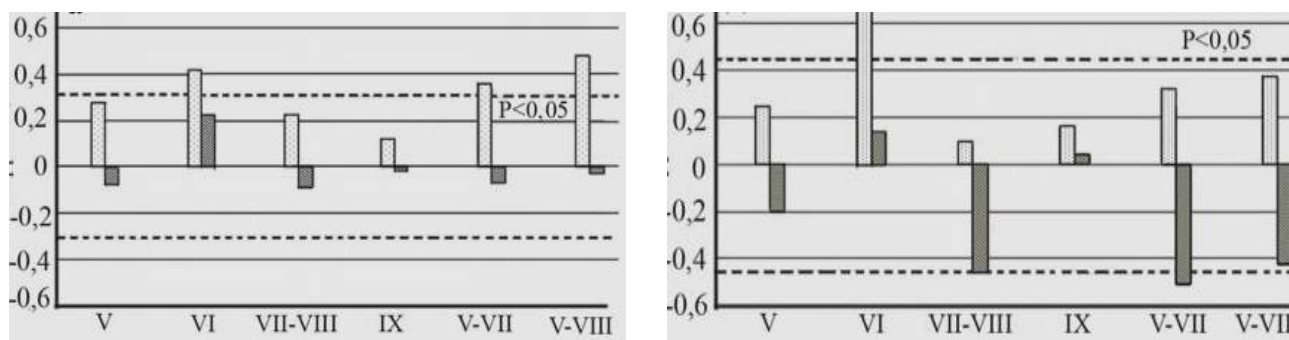


Рис. 3. Вплив кількості опадів на радіальний приріст сосни звичайної (середнє за 2018-2020 роки).

Причина полягає в більшій здатності ґрунтів важкого гранулометричного складу акумулювати і перерозподіляти вологу, тому нерівномірність опадів може бути компенсована ґрунтовим запасом. Так, в умовах Корбутівського лісництва Державного підприємства «Зарічанське лісове господарство» температури травня-серпня суттєво впливають на ріст соснового деревостану як на вологих, так і на сухих ділянках. Під час проведення спостережень і досліджень, вплив опадів на період формування приростів був слабким, але на сухому ґрунті істотним був вплив пізньозимових-ранньовесняних опадів. Дещо менше опадів випадає в червні, тому коефіцієнт кореляції цього показника становив $r=0,48$. Ця закономірність відмічалась нами на відстаючих в рості та всохлих деревостанів IV-V класу бонітету за Крафтом. Для примикаючих до вогнища кореневої губки живих деревостанів сосни звичайної (з частковим ураженням корених систем, у деяких з них була виділена коренева губка), зв'язок червневих опадів поточного року з приростом була помірною і коефіцієнт значущості при $p < 0,05$ становив $r = 0,43$. Для різновікових сосняків (контрольні пробні площі), характерна відсутність достовірного впливу червневих опадів поточного 2020 року. У той же час при включенні в кореляційний аналіз періоду з травня по серпень 2018-2020 років, зв'язок стає значущим і становить $r = 0,65$.

Температура приземного шару повітря, судячи за значеннями коефіцієнтів кореляції та детермінації, не є в розглянутих умовах лімітуючим фактором зростання ураження насаджень збудником кореневої губки, і не впливає на радіальний приріст (рис. 4 а, б).



а) контрольні пробні площі

б) досліджувані пробні площі

Рис. 4. Вплив кількості опадів на радіальний приріст сосни звичайної в умовах ДП «Зарічанське ЛГ».

Крім всього іншого, сосна звичайна відноситься до групи деревних лісо утворюючих порід, маловимогливих до тепла. В результаті досліджень, нами було встановлено позитивний вплив зростання температури попереднього 2019 року на поточний приріст. Причина полягає в тому, що для приросту поточного року важливим є розмір і якість вегетативної бруньки конусу наростання сосни звичайної, закладеного в попередньому році, а також кількість хвої минулих років, що здійснює донорські функції по відношенню до приросту.

Висновки та перспективи подальших досліджень у цьому напрямку.

1. Нами встановлено, що в соснових насаджень на староорних землях визначальна роль належить збуднику кореневої губки в куртинному всиханні соснових деревостанів в умовах А₂-А₃, В₂-В₃ ДП «Зарічанське лісове господарство».

2. Ми встановили, що осередки всихання деревостанів сосни звичайної формуються на малородючих ґрунтах більш легкого за механічним складом.

3. Нами доведено, що зменшення кількості опадів і зростання температури повітря до +32, +36°C за період 2018-2020 років призвело до суттєвого зниження резистентності соснових деревостанів на староорних землях до збудника кореневої губки сосни звичайної.

4. Нами було обґрунтовано, що висока загущеність соснового деревостану в молодому віці (25-30 років) та зупинка радіального приросту в умовах надлишкової загущеності без активної диференціації та своєчасного відпаду ведуть до зниження стійкості сосни звичайної щодо збудника кореневої губки і як наслідок – повного їх всихання.

5. Ми з'ясували, що в осередках соснових насаджень від збудника кореневої губки вплив опадів, що випадають в період активного росту (червень-серпень) вище значення коефіцієнта детермінації $r=0,70$ $p<0,01$, ніж в прилеглому непошкодженому деревостані ($r=0,43$, $p<0,05$). Це означає провідну роль волого забезпечення в підвищенні стійкості соснових насаджень до збудника кореневої губки в 25-35 річному віці.

6. Ми з'ясували, що зниження кількості опадів з 420 до 210 мм протягом 2010-2020 років на територіях лісокористування ДП «Зарічанське ЛГ» при одночасному зростанні температури повітря в приземному шарі від 25 до 32 °C є однією з причин зниження стійкості соснових насаджень у віці від 25-30 років на староорних землях до збудника кореневої губки сосни звичайної.

Література:

1. Апарин Б. Ф. (2007). *Верификация «Классификации и диагностики почв Украины» по коллекции почвенных монолитов Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева*. Киев, Наукова думка, 531.
2. Артюховский А. К. (1996). *О выращивании сосны на старопахотых землях*. Киев, Наукова думка, 176.

3. Евдокимов В. Н. (1987). *Особенности радиального прироста ели и влияние на него корневой губки*. Киев, Наукова думка, 256.
4. Коротков М. И. (2004). *Классификации и диагностики почв Украины*. Харьков, Знання, 341.
5. Коротков И. А. (1994). *Лесорастительное районирование Украины и республик бывшего СССР*. Харьков, Лыбидь, 437.
6. Лебедев А. В. (2000). *Патология деревьев в разных типах леса*. Омск, Кальвария, 190.
7. Лебедев А. В. (1999). *Патология деревьев сосны обыкновенной в древостоях разного возраста*. Полтава, Знання, 169.
8. Манаенков А. С. (1996). *Проблемы защиты сосняков Севера Украины*. Умань, Лесохозяйственная информация, 140.
9. Павлов И. Н. (2008). *Закономерности образования очагов *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. s. str. в географических культурах сосны обыкновенной в северных районах Украины*. Винница, Лесная промышленность, 136.
10. Погребняк П.С. (1968). *Общее лесоводство*. Москва, Колос, 440.
11. Романовский М. Г. *Продуктивность, устойчивость и биоразнообразие равнинных лесов Украины и Беларуси*. Минск, МГУЛ, 197.
12. Cherubini P. (2002). *Treelife history prior to death: Two fungal root pathogens affect tree-ring growth differently*. Hanofer, Ecol, 850.
13. Erbilgin N. (2003). *Spatial analysis of forest gaps resulting from bark beetle colonization of red pines experiencing belowground herbivory and infection*. Ren, Forest, 153.
14. Heinsdorf D. (1998). *Heterobasidion annosum. Schaden in Kiefernstangenholzern auf Kippsubstraten durch den Pilz Heterobasidion annosum*. Bremen, AFZ/Wald, 699.

15. Heydeck P. (2000). *Bedeutung des Wurzelschwammes im nordost-deutschen Tiefland*, AFZ/Wald, 744.
16. Kozlowski T. (1997). *Growth Controle in Woody Plants*. Bonn, Academic Press, 644.
17. Linderholm H.W. *Climatic influence on scots pine growth on dry and wet soils in the central Scandinavian mountains, interpreted from tree-ring widths*. Silva, Fenn, 424.
18. Nobles M. K. (2019). *Identification of cultures of wood – in habiting Hymenomyces*. Frankfurt, Rill, 139.
19. Schonhar S. (2002). *Bekämpfung der Rotfaule bei Fichte*. Dortmund, AFZ/Wald, 100.
20. Shtukin S. S. (1997). *Changes in proportion of pine trees affected by root rots in cultivated stands*. Munhen, ARTF, 112.
21. Whitney R. D. (2002). *Relation ship of root rot to black spruce windfall and mortality following strip clearcutting*. Henn, Forest, 294.

References:

1. Aparyn B. F. (2007). Veryfykatsyia «Klasyfykatsyy y dyahnostyky pochv Ukrainy» po kolektsyy pochvennykh monolytov Tsentralnoho muzeia pochvovedenya ym. V.V. Dokuchaeva. Kyev, Naukova dumka, 531. [in Russian].
2. Artiukhovskiy A. K. (1996). O vyrashchyvanyy sosny na staropakhotnh zemliakh. Kyev, Naukova dumka, 176. [in Russian].
3. Evdokymov V. N. (1987). Osobennosty radialnoho pryrosta ely y vlyanye na neho kornevoi hubky. Kyev, Naukova dumka, 256. [in Russian].
4. Korotkov M. Y. (2004). Klasyfykatsyy y dyahnostyky pochv Ukrainy. Kharkov, Znanyia, 341. [in Russian].

5. Korotkov Y. A. (1994). Lesorastytelnoe raionirovanye Ukrainy y respublyk byvsheho SSSR. Khrkov, Lybyd, 437. [in Russian].
6. Lebedev A. V. (2000). Patolohyia derevev v raznykh typakh lesa. Omsk, Kalvaryia, 190. [in Russian].
7. Lebedev A. V. (1999). Patolohyia derevev sosny obyknovennoi v drevostoiakh raznoho vozrasta. Poltava, Znannia, 169. [in Russian].
8. Manaenkov A. S. (1996). Problemy zashchyty sosniakov Severa Ukrainy. Uman, Lesokhoziaistvennaia ynformatsyia, 140. [in Russian].
9. Pavlov Y. N. (2008). Zakonomernosty obrazovanyia ochahov Heterobasidion annosum (Fr.) Bref. s. str. v heohrafycheskykh kulturakh sosny obyknovennoi v severnykh raionakh Ukrainy. Vynnytsa, Lesnaia promyshlennost, 136. [in Russian].
10. Pohrebniak P.S. (1968). Obshchee lesovodstvo. Moskva, Kolos, 440. [in Russian].
11. Romanovskyi M. H. Produktyvnost, ustoichyvost y byoraznoobrazye ravnynnykh lesov Ukrainy y Belarusyy. Mynsk, MHUL, 197. [in Russian].
12. Cherubini P. (2002). Treelife history prior to death: Two fungal root pathogens affect tree-ring growth differently. Hannofer, Ecol, 850. [in English].
13. Erbilgin N. (2003). Spatial analysis of forest gaps resulting from bark beetle colonization of red pines experienc-ing belowground herbivory and infection. Ren, Forest, 153. [in English].
14. Heinsdorf D. (1998). Heterobasidion annosum. Schaden in Kiefernstangenholzern auf Kippsubstraten durch den Pilz Heterobasidion annosum. Bremen, AFZ/Wald, 699. [in English].

15. Heydeck P. (2000). Bedeutung des Wurzelschwammes im nordost-deutschen Tiefland, AFZ/Wald, 744. [in English].
16. Kozlowski T. (1997). Growth Controle in Woody Plants. Bonn, Academic Press, 644. [in English].
17. Linderholm H.W. Climatic influence on scots pine growth on dry and wet soils in the central Scandinavian mountains, interpreted from tree-ring widths. Silva, Fenn, 424. [in English].
18. Nobles M. K. (2019). Identification of cultures of wood – in habiting Hymenomyces. Frankfurt, Rill, 139. [in English].
19. Schonhar S. (2002). Bekämpfung der Rotfaule bei Fichte. Dortmund, AFZ/Wald, 100. [in English].
20. Shtukin S. S. (1997). Changes in proportion of pine trees affected by root rots in cultivated stands. Munhen, ARTF, 112. [in English].
21. Whitney R. D. (2002). Relation ship of root rot to black spruce windfall and mortality following strip clearcutting. Henn, Forest, 294. [in English].

Citation: V. Levchenko, G. Martenuk, I. Pasichnyk, T. Maksymova (2020). PATHOLOGICAL PROCESS OF ROOT SPONGE OF PINE IN THE CONDITIONS OF FOREST EDATOPS AND CLIMATE CHANGE STATE ENTERPRISE «ZARICHANSKE FORESTRY». Frankfurt. TK Meganom LLC. Paradigm of knowlege. 5(43). doi: 10.26886/2520-7474.5(43)2020.2

Copyright: V. Levchenko, G. Martenuk, I. Pasichnyk, T. Maksymova ©. 2020. This is an openaccess article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.