

ся в оптимальних умовах. Особини розміщені контагіозно, утворюють мозаїчно розташовані локуси. У щільних популяціях на 1 м² налічують 5-7 рослин, у популяціях середньої щільності 3-5 особин на 1 м². Популяції з низькою щільністю складаються переважно з віргінільних, рідше генеративних особин. За сприятливих умов відбувається цвітіння і плодоношення, що можна стверджувати за наявністю решток відмерлих генеративних пагонів попередніх років. Зокрема, у 2004 р. у кожній куртині відзначено достатню кількість утвореного насіння (19-35 плодів), що свідчить про високий рівень життєвості виду в популяції. Досліджена популяція знаходиться в межах охоронної території. Природні популяції *H. purpurascens* на території Тернопільської обл. приурочені до лісових комплексів, але відрізняються за ценотичними умовами. У регіоні відомо понад 10 місцевиростань цього виду, основну кількість яких виявлено до 1950 р.

Ценопопуляції лісового поясу Карпат відносно чисельні, трапляються до верхньої межі лісу на висоті до 1500 м над р. м. За отриманими даними досліджені популяції можна вважати стабільними. Щільних скупчень рослин не спостерігали, проте особини розміщені на ділянці нерівномірно: на значній відстані одна від одної. Популяції характеризуються достатньо високим відсотком г-рослин. Це свідчить про молодий вік популяції або про перерву у цвітінні й плодоношенні. Таке явище характерне для *H. purpurascens*, а перерва у цвітінні для окремих особин може становити 2-5 років. Для вікової структури подільських (рівнинних) I-IV популяцій характерний повночленний віковий склад. У гірській популяції під час проведення досліджень були відсутні стани проростків і ювенільних рослин. Вікові спектри є багатоступінчастими (рис.).

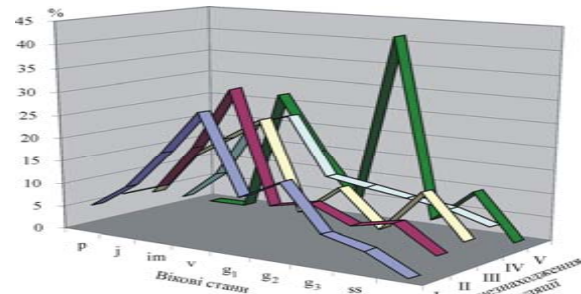


Рис. Вікові спектри рівнинних (I-IV) та гірської (V) популяцій *Helleborus purpurascens* Waldst. et Kit. в Україні (I – Околиці с. Добровляни, Тернопільська обл.; II – Околиці с. Зелений Гай, Тернопільська обл., заказник "Жижавський ліс"; III – Півд.-зах. схил р. Дністер, околиці с. Зелений Гай, Тернопільська обл.; IV – Околиці с. Шутроминці, Тернопільська обл.; V – Півд.-зах. схил г. Квасівський Менчул, Закарпатська обл., околиці с. Кваси)

Аналіз структури популяцій дає змогу оцінити реальний стан, перспективи розвитку в майбутньому, ступінь загрози їх існуванню. Внаслідок того, що популяції *H. purpurascens* є досить нечисельними (кілька десятків, або сотень особин, рідко – більше) і нестійкі до інтенсивного антропогенного

впливу (особливо у подільській частині ареалу), виникає необхідність подальшого спостереження за їх станом і динамікою вікової структури, оскільки для виду характерний насіннєвий тип розмноження. Експлуатація популяцій може становити певну загрозу їх існуванню, оскільки призводять до зміни популяційних параметрів – просторової структури, вікового спектра, характеру поновлення.

Література

1. Жилиєв Г.Г. Структура популяцій травянистых растений в растительных сообществах Карпат / Г.Г. Жилиєв, Й.В. Царик // Український ботанічний журнал. – 1987. – Т. 74, № 1. – С. 88-95.
2. Крічфалушій В.В. Популяційна біологія рослин / В. Крічфалушій, Г. Мезев-Крічфалушій. – Ужгород : Вид-во Ужгород. ун-та, 1994. – 78 с.
3. Малиновський К.А. Рідкісні, ендемічні, реліктові та погранично-ареальні види рослин Українських Карпат / К.А. Малиновський, Й.В. Царик, В. Кияк, Ю. Нестерук. – Львів : Вид-во "Ліґа-Прес", 2002. – 76 с.
4. Яблоков А.В. Популяционная биология / А.В. Яблоков. – М. : Изд-во "Выш. шк.", 1987. – 304 с.
5. Colombo M.L. et al. Phytochemical evaluation of *Helleborus* species growing in northern Italy // Int. J. Crude Drug Res. – 1990. – Vol. 28.3. – P. 219-223.
6. Kissmer B. Ecdysones from root and seeds of *Helleborus* species / B. Kissmer, M. Wichtl // Arch. Pharm., 1987. Bd 320. H. 6. – S. 541-546/.
7. Milbradt A.G. Structural characterization of hellethionine from *Helleborus purpurascens* / A.G. Milbradt, F. Kerek, L. Moroder, C. Renner // Biochemistry. – 2003. – Vol. 42, № 8. – P. 2404-2011.

Коротченко В.В. Структура природних популяцій *Helleborus purpurascens* Waldst. et Kit. (Ranunculaceae) в Україні

Исследована структура природних популяцій *Helleborus purpurascens* в Україні. Растение обладает лечебными свойствами: содержит кардиостероиды. *H. purpurascens* – восточно-карпатский вид, третичный реликт, в Украине находится на северо-восточной границе своего ареала. Представлены результаты исследований структуры природных популяций, горных и равнинных.

Ключевые слова: Украина, *Helleborus*, структура, природные популяции, возрастные состояния.

Korotchenko V.V. Structure of native population of *Helleborus purpurascens* Waldst. et Kit. (Ranunculaceae Juss.) in Ukraine.

Research is devoted to investigation on structure of native populations of *Helleborus purpurascens* in Ukraine. The plant has medicine properties and contains some cardoglycosides, which have a cardiotonic effect. *H. purpurascens* is the East-Carpathian species, the tertiary rare endemic on the north-east limit of the area in Ukraine. The investigations on structure of native mountain and lowland populations of *H. purpurascens* were conducted. There have been given the results.

Keywords: Ukraine, *Helleborus*, structure, native population, age stages.

УДК 630*[44+1]

Ст. викл. О.Б. Михайлів – НЛТУ України, м. Львів

ЗАГРОЗА ПОШКОДЖЕННЯ ЛІСОСТАНІВ ОПЕНЬКОМ (ARMILLARIA), ЗУМОВЛЕНА ПОГОДНИМИ УМОВАМИ

Наведено результати виконання статистичного аналізу впливу погоди на поширення *Armillaria*. Дослідження проводили для насаджень на території Польщі. Представлено результати застосування методики регресійного аналізу для побудови мо-

делей визначення взаємозв'язків між основними факторами погоди, що можуть впливати на розвиток патогенного процесу і на життєздатність рослин.

Ключові слова: *Armillaria*, поширення хвороби, множинний регресійний аналіз, регресійна модель залежності.

Вступ. Опеньок відомий як збудник білої заболонної гнилі коренів та стовбурів дерев [2]. Це небезпечний паразит насамперед для молодняків, а також значної шкоди він завдає у середньовікових деревостанах (30-50 років). У Європі виділено 5 видів *Armillaria* [7, 10]. Хворобу дерев ініціює розвиток грибниці патогена в уражених тканинах коренів дерев. Інфекційний процес пов'язаний передусім з проникненням ризоморфів до коренів рослини, і меншою мірою з проростанням базидіоспор збудника. Грибниця, проникаючи в заболонь і розвиваючись у пошкодженій частині, спричиняє відмирання дерев упродовж 1-2 років. У старших дерев хворобовий процес може тривати дещо довше, натомість у молодняків замирання може траплятися навіть упродовж декількох місяців.

Ріст грибниці відбувається вже за температури 6-8°C [1]. І в літературі не зазначено обмежувальних факторів для її росту. Натомість, зауважено тісний зв'язок утворення плодових тіл опенька з погодними умовами. Формування плодових тіл відбувається зазвичай після похолодання. Як стверджує Шубін [3], холодне літо сприяє більш ранньому формуванню плодових тіл опенька. Зменшує стійкість деревостанів до поширення *Armillaria* дефіцит вологи в ґрунті.

Метою проведеного аналізу є спроба встановити статистичну залежність між поширенням хвороби в деревостані і перебігом погодних умов, на підставі згромаджених 35-річних даних для лісостанів Польщі.

Матеріали і методика досліджень. Матеріалами досліджень була база даних про площу поширення *Armillaria* в лісостанах Польщі у 1975-2010 рр., яка була сформована на підставі щорічних звітів, що публікуються [5, 8]. Деревостани розділено на дві вікові категорії – молодняки (віком до 20 років) і деревостани у віці понад 20 років.

Своєю чергою, для опрацювання інформаційної бази даних про погодні умови використано метеорологічні показники Інституту метеорології і водного господарства Польщі. Нагромаджено дані про такі елементи погоди на території Польщі за кожен рік у період 1970-2010 рр.:

- середньомісячна температура повітря – [$T_{cp}(I) \dots T_{cp}(XII)$];
- місячна сума опадів [$\Sigma O(III) \dots \Sigma O(XI)$], товщина снігового покриву [$\text{Сніг}_{\text{товщ}}$], а також відносна вологість повітря [$W(IV) \dots W(X)$];
- середньомісячна температура ґрунту на глибині 5 см [$T_{gl}(I) \dots T_{gl}(XII)$].

Для виявлення статистичної залежності між поширенням опенька в лісостанах і умовами погоди, ми використовували процедуру множинного регресійного аналізу [4, 9]. Статистичне оброблення результатів дослідження проводили за допомогою пакета статистичних програм *SAS Enterprise Guide 4*.

Аналізували поширення опенька в n -тому році (з 1975 р. по 2007 р.) і погодні умови в роках $n-l$ – (де $l = 1, 2, 3$). Тобто, ми взяли три періоди: з попереднього року $n-l$ (відповідно за період 1974-2006 рр.), з років $n-2$ (тобто з років 1973-2005 рр.), і $n-3$ (відповідно роки 1972-2004 рр.). До інтерпретації

результатів аналізу вибрано елементи погоди з того періоду, для якого отримано найвищу вартість коефіцієнта детермінації ($R^2 \geq 0,6$, рівень істотності $p < 0,05$). Кульмінаційним етапом регресійного аналізу було використання статистично істотної моделі, в якій отримано істотний вплив погодних умов, для опрацювання алгоритму короткотермінового прогнозу поширення опенька [4]. Після підставлення актуальних погодних умов з років 2010, 2009 чи 2008 рр. до отриманого рівняння регресії ми отримали прогнозовану величину площі поширення хвороби на 2009-2011 рр. чи навіть на 2012 і 2013 рр.

Треба зазначити, що до моделі впроваджено і дані про площу поширення хвороби у 1975-2007 рр. Натомість, відома вже на час досліджень площа поширення опенька в 2008-2010 рр., була використана для порівняння і перевірки прогностичної достовірності моделі. Критерієм розбіжності дійсної величини змінної залежної і прогнозованої, обрахованої з рівняння моделі, є різниця між площами, а також відсоткове відхилення від дійсної площі. А для візуалізації моделі зображено графіки лінії тренду, які ілюструють дійсне і прогнозоване поширення хвороби.

Результати досліджень. З-посеред результатів множинного регресійного аналізу було вибрано дві статистично істотні моделі, які демонструють вплив погодних умов на поширення опенька. На їх підставі можна стверджувати, що розвиток опенька детермінує більшість погодних факторів у роки, що передували власне поширенню хвороби (табл. 1).

Табл. 1. Залежність поширення опенька від погодних умов

Показники	Молодняки		Деревостани	
R^2 -коефіцієнт детермінації	0,62		0,82	
p -value рівень істотності моделі	0,0002		<0,0001	
Коефіцієнт регресії				
Елементи погоди	г	р	г	р
$\Sigma O_{n-1}(III)$			0,24	0,0513
$\Sigma O_{n-1}(V)$			0,44	0,0008
$\Sigma O_{n-1}(VI)$			0,43	0,0143
$\Sigma O_{n-1}(IX)$			0,42	0,0016
$\Sigma O_{n-1}(X)$			-0,72	<0,0001
Сніг товщ _(n-1)			-0,65	<0,0001
$T_{грn-1}(XII)$			0,32	0,0121
$T_{грn-1}(I)$			-0,73	<0,0001
$T_{грn-1}(II)$			0,19	0,0941
$T_{грn-1}(IV)$			0,26	0,0598
$T_{грn-1}(V)$			0,49	0,0001
$T_{грn-1}(IX)$			0,54	0,0004
$T_{грn-1}(X)$			-0,73	<0,0001
$T_{грn-1}(XI)$			0,38	0,0124
$T_{n-3}(III)$	0,25	0,0391		
$T_{n-3}(IV)$	0,36	0,0131		
$T_{n-4}(V)$	-0,33	0,0237		
$T_{n-4}(VI)$	0,47	0,0057		
$T_{n-4}(VII)$	-0,57	0,0009		
$T_{n-4}(VIII)$	0,43	0,0088		

$\Sigma O_{n-4}(IV)$	0,28	0,0517		
$\Sigma O_{n-4}(VI)$	0,52	0,004		
$\Sigma O_{n-4}(IX)$	-0,30	0,02		
$T_{гр-n-3}(XI)$	-0,39	0,0069		

* r – стандартизований коефіцієнт регресії; додатні величини r_i стверджують, що зі збільшенням показника відповідних елементів погоди збільшується і площа поширення хвороби; знак "-" вказує на те, що зі збільшенням показника певного елементу погоди площа пошкодження зменшується. ** p – рівень істотності впливу змінної незалежної

У випадку поширення опенька в молодняках, множинний регресійний аналіз вказує на істотний вплив дії погодних умов, які були 3 і 4 роки перед нотуванням хвороби. Отримана модель множинного регресійного аналізу описує змінність поширення опенька залежно від погодних умов з точністю 62 % ($R^2=0.62$, $p=0.0002$) [1].

$$S_{\text{поширення}} = -7,52 + 0,92T_{sr-n-3}(III) + 1,88T_{sr-n-3}(IV) - 1,56T_{sr-n-4}(V) + 2,22T_{sr-n-4}(VI) - 2,69T_{sr-n-4}(VII) + 2,45T_{sr-n-4}(VIII) + 0,13\Sigma O_{n-4}(IV) + 0,16\Sigma O_{n-4}(VI) - 0,10\Sigma O_{n-4}(IX) - 2,33T_{gl-n-3}(XI) \quad (1)$$

Додатна величина коефіцієнта регресії вказує на те, що до розвитку хвороби спричиняються теплий і дощовий червень, натомість спекотний липень, який був ще за 4 роки до нотування хвороби, сповільнює її процес. Негативний вплив на розвиток опенька в молодняках має також висока, як на таку пору року, температура ґрунту в листопаді.

Результати регресійного аналізу вказують на те, що в деревостанах, старших за 20 років, поширення опенька є більшою мірою корельоване з погодними умовами, ніж поширення цієї хвороби в молодняках ($R^2=0.82$, $p<0.0001$) (табл. 1). Відібрана найбільш статистично істотна модель (2) вказує, що на величину площі поширення опенька в деревостанах вирішальний вплив мають передусім опади і температура ґрунту з року, який передував нотуванню хвороби.

$$S_{\text{поширення}} = 220,7 + 0,51\Sigma O_{n-1}(III) + \Sigma O_{n-1}(V) + 0,6\Sigma O_{n-1}(VI) + 0,6\Sigma O_{n-1}(IX) - 0,76\Sigma O_{n-1}(X) + 10,37T_{gl-n-1}(XII) - 21,17T_{gl-n-1}(I) + 4,61T_{gl-n-1}(II) + 5,64T_{gl-n-1}(IV) + 9,39T_{gl-n-1}(V) + 12,61T_{gl-n-1}(IX) - 17,55T_{gl-n-1}(X) + 9,77T_{gl-n-1}(XI) - 3,1G_{\text{лб.ш}}(n-1) \quad (2)$$

Ця модель висвітлює істотний і позитивний вплив на поширення опенька високої температури ґрунту і суми опадів у травні та вересні. Натомість, на підставі від'ємних величин коефіцієнта регресії можемо зробити висновок, що висока температура ґрунту в січні, глибокий сніговий покрив упродовж зими, а також тепла і дощова погода в жовтні, сповільнюють поширення опенька в наступному році. Результати множинного регресійного аналізу підтвердили тезу Мартишечкіної [1] про стимулятивний вплив температури ґрунту в період вегетації на поширення опенька.

Алгоритми відібраних моделей застосовано до прогнозування поширення опенька. Зокрема, для прогнозування в молодняках рівняння (1), а в старших деревостанах рівняння (2). Перелічені елементи погоди зробили

можливим прогнозування (передбачення) площі поширення опенька на 2008, 2009, 2010, 2011 рр., а в молодняках навіть на 2012 і 2013 рр. (рис. 1 і 2).

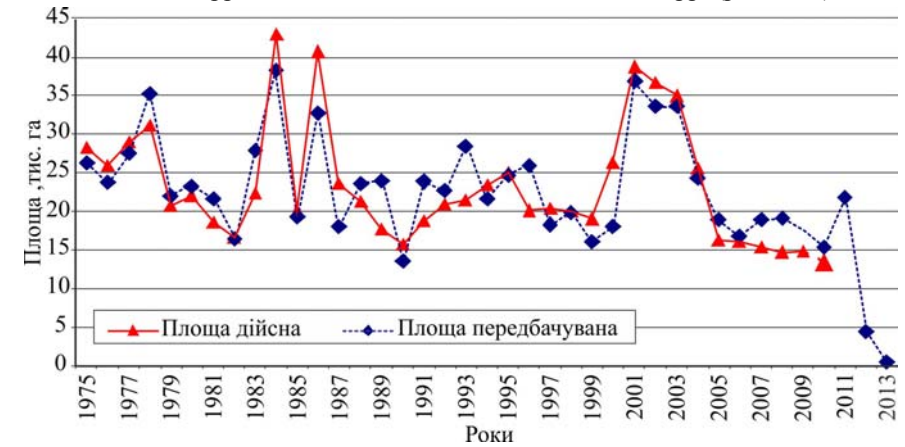


Рис. 1. Дійсне і прогнозоване пошкодження опеньком хвойних молодняків Польщі

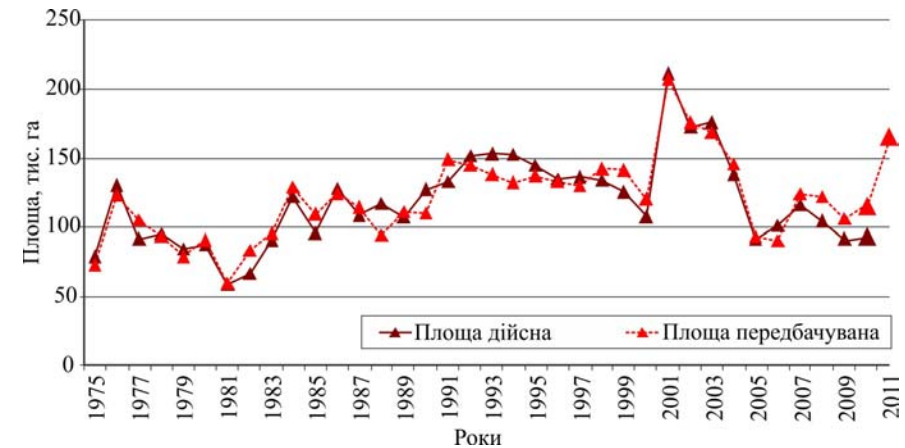


Рис. 2. Дійсне і прогнозоване пошкодження опеньком деревостанів віком понад 20 років на території Польщі

У табл. 2 подано порівняння дійсних площ поширення опенька в аналізованих роках і передбачуваних площ, обрахованих за рівняннями моделі, а також відхилення площі дійсної від прогнозованої, починаючи від 2000 р. Дані про поширення хвороби, починаючи від 2008 р., не були включені до аналізу, але обраховані за алгоритмом рівняння регресійного аналізу.

Як видно з рис. 1 і 2, за погодними умовами, які склалися впродовж останніх трьох років, у молодняках передбачається обмеження поширення опенька, натомість у деревостанах старших ніж 20 років варто очікувати збільшення площі пошкоджень гнилизною, спричиненою опеньком.

Табл. 2. Поширення опенька, що дійсно спостерігалось, і прогнозоване залежно від метеорологічних факторів

Рік	Площа дійсна (тис. га)	Площа передбачувана, (тис. га)	Різниця, (тис. га)	Відхилення (%) площі дійсної від передбачуваної
Молодняки				
2000	26,3	18,0	8,3	31
2001	38,7	36,9	1,8	5
2002	36,6	33,6	3,0	8
2003	35,0	33,7	1,3	4
2004	25,5	24,3	1,2	5
2005	16,2	18,9	-2,7	-17
2006	16,1	16,8	-0,8	-5
2007	15,3	18,9	-3,6	-24
2008	14,8	29,1	-14,3	-97
2009	14,9	7,5	3,5	23
2010	13,3	20,3		
2011		21,7		
2012		4,4		
2013		0,0		
Деревостани				
2000	107,4	120,1	-12,7	-12
2001	211,5	206,9	4,6	2
2002	172,2	175,5	-3,4	-2
2003	176,3	168,6	7,7	4
2004	137,8	145,1	-7,3	-5
2005	92,1	93,4	-1,4	-1
2006	100,7	89,8	10,9	11
2007	115,8	123,4	-7,6	-7
2008	104,0	152,0	-48,0	-46
2009	91,9	126,1		
2010	93,8	244,9		
2011		264,7		

Висновки:

1. Площа поширення опенька в молодняках найбільш тісно корелює з погодними умовами, які були за 3-4 роки перед нотуванням хвороби. Натомість, у деревостанах старших найбільш істотний вплив мають погодні умови з попереднього року перед нотуванням хвороби.
2. В молодняках розвиток опенька стимулює насамперед висока температура повітря разом з опадами у квітні і червні, натомість обмежує висока температура ґрунту в листопаді та дощова погода у вересні.
3. У деревостанах віком понад 20 років істотний вплив на розвиток опенька має температура ґрунту в період вегетації.
4. За погодними умовами, які склалися впродовж останніх трьох років, у молодняках передбачається обмеження поширення опенька. Натомість в деревостанах віком понад 20 років потрібно очікувати збільшення площі пошкоджень гнилизною, спричиненою опеньком.

Література

1. Мартышечкина А.Ф. Изучение некоторых факторов, влияющих на устойчивость насаждений дуба против возбудителей заболеваний / А.Ф. Мартышечкина, А.В. Лесовский // Лесоводство и агролесомелиорация. – 1978. – Вып. 51. – С. 48-55.

2. Федоров Н.И. Корневые гнили хвойных пород / Н.И. Федоров. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1984. – 160 с.
3. Шубин В.И. Плодоношение *Armillaria mellea* (Vahl ex fr.) Karst. на Северо-Западе Европейской части СССР / В.И. Шубин // Микология и фитопатология. – 1976. – Т. 10, № 2. – С. 128-133.
4. Klóska R. Wybrane zagadnienia z prognozowania / R. Klóska, M. Hundert, R. Czyżycki. – Wyd.: Ekonomicus, Szczecin, 2007. – 236 p.
5. Krótkoterminowa prognoza występowania ważniejszych szkodników i chorób infekcyjnych drzew leśnych w Polsce w roku 2009. – Sękocin Stary : IBL, 2009. odpowiednio corocznie dla lat 2001 do 2008. – 342 p.
6. Lech P. Metody diagnozowania i prognozowania stanu zagrożenia środowiska leśnego / P. Lech, Z. Sierota, M. Małecka. – Warszawa : IBL, 1994. – 272 p.
7. Mańka K. Fitopatologia leśna / K. Mańka. – Warszawa : RWRiL, 2005. – Wyd. 6. – 472 p.
8. Ocena występowania ważniejszych szkodników leśnych i chorób infekcyjnych w Polsce w 1999 roku oraz prognoza ich pojawu w 2000 roku. – Warszawa : IBL, 2000. odpowiednio corocznie dla lat 1976 do 1999. – 312 p.
9. Stanisław A. Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem STATISTICA PL na przykładach z medycyny / A. Stanisław. – Kraków : StatSoft Polska, 2006. – Tom 1, 2. Wyd. 3. – 224 p.
10. Żółciak A. Opieki / A. Żółciak. – Warszawa : Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, 2005. – 334 p.

Михайлів О.Б. Угроза повреждения насаждений опенком (*Armillaria*), обусловленная погодными условиями

Приведены результаты выполнения статистического анализа влияния погоды на распространение *Armillaria*. Исследования проводились для насаждений на территории Польши. Представлены результаты применения методики регрессионного анализа для построения моделей определения взаимосвязей между основными факторами погоды, которые могут влиять на развитие патогенного процесса и на жизнеспособность растений.

Ключевые слова: *Armillaria*, распространение болезни, множественный регрессионный анализ, регрессионная модель зависимости.

Mykhayliv O.B. Threat of forest stands by *Armillaria* caused weather conditions

The results of the statistical analysis of the effects of weather on the area where the *Armillaria* occurred is showed. The studies were conducted for plantations in Poland. The results of applying regression analysis techniques for modeling the links between weather factors that may influence the pathogenic process and the viability of plants is showed.

Keywords: *Armillaria*, area of occurrence of disease, multiple regression analysis, regression model based, predisposition of disease.

УДК 630*[11+114.521] Ст. наук. співроб. С.П. Распопіна, канд. с.-г. наук – УкрНДІЛГА ім. Г.М. Висоцького

ОСНОВНІ ТИПИ МІСЦЕЗРОСТАНЬ СЛОБОЖАНСЬКОГО ЛІСОТИПОЛОГІЧНОГО РАЙОНУ ТА ҐРУНТОВІ ПОКАЗНИКИ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЇХ ЛІСОРОСЛИННОГО ПОТЕНЦІАЛУ

Розглянуто основні типи місцезростань відповідно до їхньої ландшафтної приуроченості. Визначено систему діагностичних показників для оцінювання лісорослиного потенціалу ґрунтів. Показано, що гранулометричний склад ґрунту є найінформативнішим індикатором продуктивності лісових ґрунтів Слобожанщини.

Ключові слова: лісорослине оцінювання ґрунтів, продуктивність лісів, гранулометричний склад ґрунту.