



**ВИСОТНО-ПОЯСНІ ОСОБЛИВОСТІ ВСИХАННЯ ЯЛИННИКІВ НА ПІВНІЧНО-СХІДНОМУ МЕГАСХИЛІ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ**

*ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»*

Проаналізовано особливості поширення всихання ялинових насаджень у висотному діапазоні гір 350–1 400 м над рівнем моря на прикладі басейну річки Бистриця Солотвинська північно-східного мегасхилу Українських Карпат. Охарактеризовано кількість і площі осередків часткового та суцільного всихання для висотних поясів – передгірних ялицево-букових і гірських буково-ялицевих, буково-ялицево-ялинових і ялинових лісів. Наведено верхню межу поширення всихання. Розраховано емпіричні залежності площ осередків різних видів цього явища від гіпсометричних рівнів гірської системи. З'ясовано, що найбільш уразливою до всихання є ялина на висотах 400–900 м н. р. м. Оцінено вплив експозиції та крутизни гірських схилів на поширення процесів усихання. Виявлено, що в передгірних умовах важлива роль у стійкості похідних ялинників належить ландшафтно-лісівничим особливостям. У цих умовах процеси всихання насаджень найменш активно відбуваються в глибині лісових масивів, дещо активніше – на ділянках, що межують із галявинами, зрубами й молодняками, і сягають максимуму в смугах узлісся.

**Ключові слова:** висотні пояси лісу, похідні насадження, висота місцевості, експозиція схилів.

**Вступ.** Однією з найактуальніших проблем сучасного лісівництва, особливо гірського, є всихання ялинників, яке нерідко набуває масштабів стихійного лиха. Для регіону Українських Карпат ситуація загострюється через те, що тут ялина європейська (*Picea abies* (L.) H. Karst.) є головною лісоутворювальною породою. Нині всиханням у регіоні охоплено 35 тис. га із запасом деревини 14 млн м<sup>3</sup> (Parpan et al. 2014). Щорічні збитки від цього явища сягають 12 тис. грн з га (Shparyk 2017).

Основні причини посилення втрати стійкості лісів регіону з початку 90-х років ХХ століття, на думку дослідників (Debrunuk 2011, Holubets 2016), пов'язані з масовим культивуванням ялини за межами її природного ареалу в дубових, букових і ялицевих типах лісу та процесами глобального потепління клімату. Зокрема, в західному регіоні України за останні роки (1991–2011), як порівняти з попереднім 20-річним періодом, середні річні температури повітря зросли на 0,8 °С, а в період активної вегетації (VI–VIII місяці) – до 1,5 °С (Osadchuy & Babichenko 2013).

На цей час у науковій літературі висвітлено якісні показники всихання в гірських лісах та виявлені особливості ведення господарства в похідних ялинниках із урахуванням цього явища (Parpan et al. 2014). Незважаючи на це, необхідно подальше вивчення чинників, що визначають стійкість лісу, оскільки процеси всихання властиві не лише для похідних, але й корінних деревостанів. Окрім того, недостатньо вивчені зміни, пов'язані з висотною мінливістю рельєфу та клімату, передгірних і гірських умов, їхнього впливу на формування часткового й суцільного всихання.

**Мета роботи** – кількісне оцінювання поширення всихання ялинових насаджень залежно від висотно-поясних, рельєфних особливостей у гірських та передгірних умовах і поширення лісових масивів.

**Матеріали й методи.** Поширення всихання ялинників вивчали в басейні річки Бистриця Солотвинська на висотно-лісівничому профілі, який охоплював три лісівництва ДП «Солотвинське ЛГ» – Богородчанське, Манявське й Гутянське. Вони, згідно з вертикальною диференціацією рослинності Українських Карпат (Molotkov 1996, Stoyko 2009), послідовно приурочені до передгірних ялицево-букових лісів, гірських буково-ялицевих, буково-ялицево-ялинових та частково ялинових лісів.

Збір та аналіз даних щодо всихання ялинників ґрунтувався на методиці, викладеній у роботі (Rak & Olijnyk 2016), а саме на матеріалах відведення ділянок усихання до вибіркових і суцільних санітарних рубань. Залежно від очікуваного зниження повноти деревостанів до 0,5 і менше ніж 0,5 через вирубування сухостійних, ослаблених і всихаючих дерев (Parpan et

al. 2014) всихання оцінювали як часткове та суцільне відповідно. Із матеріалів лісовпорядкування запозичували дані щодо рельєфу й лісівничо-таксаційних особливостей насаджень ділянок усихання. Загалом проаналізовано 376 осередків у висотному діапазоні 350–1 400 м над рівнем моря за 2011–2019 рр. У таблиці 1 наведено характеристики об'єктів досліджень і площ усихання лісів.

Таблиця 1

Характеристика об'єктів досліджень

Характеристика	Лісництво		
	Богородчанське	Манявське	Гутянське
1. Площа лісового фонду, га	2 985	2 918	4 008
2. Висотний діапазон, м над рівнем моря	300–500	550–1 200	700–1 400
3. Приуроченість до висотних поясів лісів	Передгірні ялицево-букові (100 %)	Гірські буково-ялицеві (90 %) і буково-ялицево-ялинові (10 %)	Гірські буково-ялицево-ялинові (90 %) і ялинові (10 %)
4. Основні лісоутворювальні породи*	Дз – 37 %; Яле – 20 %; Яцб – 12 %; Бкл – 9 %; інші – 22 %	Бкл – 42 %; Яцб – 25 %; Яле – 30 %; інші – 3 %	Яле – 44 %; Бкл – 32 %; Яцб – 22 %; інші – 2 %
5. Загальна площа всихання лісів:			
– га	367	529	365
– від площі лісового фонду, %	12,3	18,1	9,1
6. Площа часткового всихання лісів:			
– га	346	526	318
– від площі лісового фонду, %	11,6	18,0	7,9

\*Дз – дуб звичайний (*Quercus robur* L.); Яле – ялина європейська; Яцб – ялиця біла (*Abies alba* Mill.); Бкл – бук лісовий (*Fagus sylvatica* L.).

За основні показники часткового й суцільного всихання взято кількість охоплених ділянок, їхню площу в межах висотних поясів, площу на 100 га лісу та середню площу осередків усихання для різних елементів рельєфу. Загалом за 9-річний період у досліджуваних умовах усихання насаджень охопило площу 1 260 га, що становить близько 13 % лісового фонду лісництв та 39 % площі ялинників; 94 % площі всихання є частковим.

**Результати та обговорення.** Висота гірських схилів над рівнем моря є основним абіотичним чинником поширення всихання ялинників. У міру її збільшення зменшуються максимальні температури літнього сезону, з якими пов'язані процеси зниження стійкості насаджень (Sakali et al. 1985, Rak & Olijnyk 2016). У трьох досліджуваних лісництвах можна помітити різницю для різних висотних поясів лісової рослинності (табл. 2). Найкраще це виявлено в змінах площ усихання, зокрема щодо показників на 100 га лісу та розмірів середніх і максимальних осередків. Так, інтенсивність домінантного часткового всихання зростає з передгірних ялицево-букових лісів до гірського буково-ялицевого поясу, а в подальшому – зменшується на гіпсометричних рівнях буково-ялицево-ялинових лісів; у верхньому ялиновому поясі таке всихання відсутнє. Такі самі зміни виявляються і у вертикальному поширенні загального всихання. Що ж стосується суцільного всихання, то, у зв'язку з невеликою його часткою, наявне лише незначне зростання середніх площ у міру зміни висотної поясності.

Такі закономірності, очевидно, пов'язані з двома чинниками:

1) зростання від передгір'я до верхньої межі нижнього гірського поясу площ похідних ялинників, які інтенсивно піддаються всиханню (Rak & Olijnyk 2016);

2) уповільнення цих процесів від висоти 800 м над рівнем моря викликано змінами метеорологічних умов. На цьому рівні помірна кліматична зона з липневими температурами +17... +19 °С переходить у прохолодну зону, де температури є на 2–3 °С меншими, а ще вище у холодній зоні із чистими природними ялиновими лісами температури знижуються до 12°С і менших (Andrianov 1968, Sakali et al. 1985).

Таблиця 2

**Розподіл ділянок усихання ялиників за висотно-поясними умовами**

Характеристика	Висотний лісовий пояс			
	Передгірний ялицево-букових лісів	Буково-ялицевих лісів	Буково-ялицево- ялинових лісів	Ялинових лісів
Висотний діапазон, м над рівнем моря	300–500	500–800	800–1 200	більше 1 200
Площа лісів поясу, га	2 985	2 885	3 841	200
Всі види всихання				
Кількість осередків, шт.				
– загалом у поясі	124	104	145	3
– на 100 га лісу	4,2	3,6	3,8	1,5
Площа всихання, га				
– загалом у поясі	378	420	458	5
– на 100 га лісу	12,7	14,6	11,9	2,5
– середня	3,0	4,2	3,2	1,7
– максимальна	15,5	17,5	14,4	2,5
Часткове всихання				
Кількість осередків, шт.				
– загалом у поясі	102	98	118	0
– на 100 га лісу	3,4	3,4	3,1	0
Площа всихання, га				
– загалом у поясі	357	413	418	0
– на 100 га лісу	12,0	14,3	10,9	0
– середня	3,5	4,4	3,6	0
– максимальна	15,5	17,5	14,4	0
Суцільне всихання				
Кількість осередків, шт.				
– загалом у поясі	22	6,0	27	3
– на 100 га лісу	0,7	0,2	0,7	1,5
Площа всихання, га				
– загалом у поясі	21	7	40	5
– на 100 га лісу	0,7	0,3	1,0	2,5
– середня	1,0	1,2	1,4	1,7
– максимальна	2,5	1,4	3,7	2,5

Кореляційний аналіз залежності основного показника всихання ялиників – їхніх середніх площ ( $S$ , га) – від висоти рельєфу над рівнем моря ( $h$ , м) у передгірних і гірських

умовах свідчить, що її описують достовірні емпіричні рівняння, які мають такий вигляд (1–3):

а) для загального всихання зв'язок є зворотнім параболічним:

$$S = -0,000012 \times h^2 + 0,0174 \times h - 2,39 \text{ при } \eta = 0,83 \pm 0,07; \quad (1)$$

б) для часткового всихання зв'язок є аналогічним попередньому:

$$S = -0,0000095 \times h^2 + 0,0132 \times h - 0,187 \text{ при } \eta = 0,80 \pm 0,09; \quad (2)$$

в) для суцільного всихання зв'язок є прямим:

$$S = 0,0013 \times h + 0,2 \text{ при } r = 0,80 \pm 0,1. \quad (3)$$

Згідно з наведеними формулами, в досліджуваних умовах площі осередків часткового всихання зростають від 1,8–2,8 га на висоті 300 м до 4 га на рівнях 600–800 м; надалі площі осередків зменшуються і зникають на висотах 1 200–1 300 м. Площі осередків суцільного всихання рівномірно зростають від 300 м (0,6 га) до 1 300 м над рівнем моря (1,9 га). Загалом найбільш уразливими до всихання є насадження на висотах 400–900 м. У цьому висотному діапазоні зосереджено 87 % осередків і 84 % їхньої площі.

На поширення всихання ялинових насаджень впливають експозиція та крутизна схилів. Недавніми дослідженнями у горганському масиві Карпат оцінено їхню роль у суцільному всиханні (Rak & Olijnyk 2016). Зокрема встановлено, що площі осередків суцільного всихання на південних схилах є у 1,8 разу більшими, ніж на північних. Водночас збільшення крутизни інсольованих схилів із 5° до 38° сприяє зростанню площ ділянок усихання з 0,14 до 2 га. Проведений нами аналіз 244 осередків у Манявському і Гутянському лісництвах засвідчив незначну роль експозиції схилів у поширенні часткового всихання насаджень. Так, середня й максимальна площі ділянок такого всихання на південних схилах становлять 4,1 і 17,5 га відповідно, а на північних – 3,7 і 16,7 га відповідно, тобто осередки всихання на інсольованих схилах є лише на 5–10 % більшими, ніж на тінюваних.

Отже, в умовах різко розчленованого гірського рельєфу зі значним поширенням лісів на стійкість насаджень значно впливає висота схилів над рівнем моря і меншою мірою – їхні експозиція та крутизна. Дещо іншою є ситуація в умовах виположеного передгір'я з острівним розміщенням лісів. Тут важливіша роль належить ландшафтно-лісівничим особливостям лісових масивів.

Результати обстеження однакових за складом, віком і повнотою насаджень на висоті 450 м над рівнем моря у кварталах 15–21 урочища «Дзвиняч» Богородчанського лісництва свідчать, що залежно від місцевих особливостей у передгір'ї можливо виділити три категорії поширення всихання (табл. 3):

1) внутрішньолісові ділянки серед здорових насаджень із мінімальними площами зниження стійкості лісу;

2) внутрішньолісові ділянки, прилеглі до галявин, просік, зрубів і молодняків, із погіршеним мікрокліматом лісу. Тут площа осередків всихання зростає проти першої категорії в 1,2–1,6 разу;

3) ділянки біля узлісся з максимальним впливом мікроклімату польових угідь. Стійкість лісу тут є найменшою. Площі осередків усихання є в 1,4–2,0 разу більшими, ніж у глибині лісових масивів.

На цей час із метою запобігання поширенню всихання ялиників запропоновано комплекс лісгосподарських заходів (Lavnyu & Schnitzler 2014, Parpan et al. 2014), який охоплює рубки (санітарні, догляду, лісовідновні, переформування й головного користування), моніторинг і захист лісу від шкідників і хвороб, лісовідновлення й

технологію лісозаготівель. Очевидно, що в гірських умовах, урахувавши найбільшу уразливість ялини до всихання, цей комплекс заходів слід прив'язувати до висотного діапазону 450–900 м над рівнем моря, передусім на схилах південної орієнтації, а в передгірних умовах він стосується ділянок лісових масивів, прилеглих до безлісних угідь.

Таблиця 3

Площа всихання насаджень за різних лісівничих особливостей у передгірних умовах

Частка ялини в насадженнях*	Вік, років	Повнота	Площа всихання, га	
			Середній показник	Діапазон
Ділянки всихання в середині лісових масивів (6 об'єктів)				
8–10 Яле	41–48	0,6–0,85	2,0 ± 0,44	0,7–3,8
Ділянки всихання поруч із просіками, зрубам й молодняком (6 об'єктів)				
7–10 Яле	41–50	0,6–0,8	2,4 ± 0,41	1,1–4,6
Ділянки всихання біля узлісся (8 об'єктів)				
8–10 Яле	45–49	0,6–0,85	3,3 ± 0,51	1,4–5,3

\*Яле – ялина європейська.

**Висновки.** Поширення всихання ялинових насаджень залежить від висотно-поясних, рельєфних і місцевих лісівничих умов регіону. У всіх лісових поясах переважає часткове всихання ялини над суцільним.

Інтенсивність часткового всихання похідних ялинників збільшується в напрямку від передгірних ялицево-букових до гірських буково-ялицевих лісів, а надалі зменшується в буково-ялицево-ялинових лісах. Часткове всихання відсутнє в ялиновому поясі. Інтенсивність суцільного всихання незначною мірою рівномірне зростання з висотою. На інсольованих схилах стійкість лісу є дещо меншою, ніж на тіньових. Найбільш уразливими до всихання є насадження на висотах 400–900 м.

У передгірних умовах важлива роль у поширенні всихання похідних ялинників належить ландшафтно-лісівничим особливостям лісових масивів. Найстійкішими до нього виявилися внутрішньолісові ділянки. Менш стійкими є насадження, які межують із галявинами, зрубам й молодняками, та уразливі до цього явища ділянки біля узлісся.

#### ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Andrianov, M. S. 1968. Climate. In: Nature of the Ukrainian Carpathians. Lviv, Lviv University Publishing House, p. 87–101 (in Ukrainian).
- Debrynyuk, Y. M. 2011. Dying of spruce forests: causes and consequences. Scientific Bulletin of UNFU, 21.16: 32–38 (in Ukrainian).
- Holubets, M. A. 2016. Osnovu vidnovlennj funkcionalnoi sutu karpatskich lisiv [Bases to restore functional essence of the Carpathian forests]. Lviv, Manuscript, 144 p. (in Ukrainian).
- Lavnyy, V. V. and Schnitzler, G. 2014. Conversion felling in the secondary spruce stands experiences in Germany. Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, 12: 73–78 (in Ukrainian).
- Molotkov, P. I. 1966. Beech forests and their management. Moscow, Lesnaya Promyshlennost, 224 p. (in Russian).
- Osadchyy, V. and Babichenko V. 2013. The air temperature on the territory of Ukraine in today's climate conditions. Ukrainian geographical journal, 4: 32–39 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15407/ugz2013.04.032>
- Parpan, V. I., Shparyk, Yu. S., Slobodyan, P. Ya., Parpan, T. V. et al. 2014. Forest management peculiarities in secondary Norway spruce (*Picea abies* (L) H. Karst.) stands of the Ukrainian Carpathians. Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, 12: 20–29 (in Ukrainian).
- Rak, A. Ya. and Olijnyk, V. S. 2016. Peculiarities of spreading of spruce stands drying in Gorchany. Forestry and Forest Melioration [Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya], 129: 175–180 (in Ukrainian).
- Sakali, L. I., Dmitrenko, L. V., Kiptenko E. N., Livtik, P. M. 1985. Thermal and water regimes of Ukrainian Carpathians. Leningrad, Hidrometeoisdats, 366 p. (in Russian).
- Stoyko, S. M. 2009. Oak Forests of the Ukrainian Carpathians: Ecological peculiarities, restoration, conservation. Lviv, 220 p. (in Ukrainian).

*Shparyk, Yu. S.* 2017. Economic results of spruce forests decline in the Ukrainian Carpathians. Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine], 15: 129–139 (in Ukrainian).

Oliinyk V. S., Zeinalian A. M.

**ALTITUDE FEATURES OF SPRUCE DECLINE ON THE NORTH-EASTERN MEGASLOPE OF UKRAINIAN CARPATHIANS**

*SHEI “Vasyl Stefanyk Precarpathian National University”*

Some peculiarities in how spruce forest decline spreads in the mountain altitude range of 350–1 400 m above sea level were analysed on the example of the Bystrytsia Solotvynska River basin. The latter is located on the north-eastern megaslope of the Ukrainian Carpathians. The areas with partial and entire decline processes and their quantity have been characterized for high altitude forest zones, such as foothill fir-beech, mountain beech-fir, beech-fir-spruce, and spruce forests. The upper limit of spruce decline is given. Empirical dependencies of areas with decline foci of different types on the hypsometric levels of the mountain system are calculated. It was found that spruce is most vulnerable to the decline at altitudes of 400–900 m. The influence of exposure and steepness of mountain slopes on the spread of these processes is estimated. It was revealed that in foothill zones it is a landscape and forestry situation that plays an important role in the stability of secondary spruce forests. The decline processes are at their minimum level in the depth of the forests, while there is a slight increase in areas bordering openings, felling sites, and young stands. The most severe decline occurs at the edges.

**К e y w o r d s :** high-altitude forest zones, secondary stands, altitude, slope exposure.

Олийнык В. С., Зейналян А. М.

**ВЫСОТНО-ПОЯСНЫЕ ОСОБЕННОСТИ УСЫХАНИЯ ЕЛЬНИКОВ НА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ МЕГАСКЛОНЕ УКРАИНСКИХ КАРПАТ**

*ГВУЗ «Прикарпатский национальный университет им. Василя Стефаника»*

Проанализированы особенности распространения усыхания еловых насаждений в высотном диапазоне гор 350–1 400 м над уровнем моря на примере бассейна реки Быстрица Солотвинская северо-восточного мегасклона Украинских Карпат. Охарактеризованы количество и площади очагов частичного и сплошного видов этого процесса для высотных поясов – предгорных пихтово-буковых и горных буково-пихтовых, буково-пихтово-еловых и еловых лесов. Приведена верхняя граница распространения усыхания. Рассчитаны эмпирические зависимости площадей очагов различных видов этого явления от гипсометрических уровней горной системы. Установлено, что наиболее уязвима к усыханию ель на высотах 400–900 м. Оценено влияние экспозиции и крутизны горных склонов на распространение процессов усыхания. Выявлено, что в предгорных условиях важная роль в устойчивости производных ельников принадлежит ландшафтно-лесоводственным факторам. В этих условиях процессы усыхания насаждений наименее активно происходят в глубине лесных массивов, несколько активнее – на участках, граничащих с полянами, вырубками и молодняками и достигают максимума в полосах опушек.

**К л ю ч е в ы е с л о в а :** высотные пояса леса, производные насаждения, высота местности, экспозиция склонов.

*E-mail: vasyliiinyk@pnu.edu.ua*

*Одержано редколегією: 21.05.2020*