

Evaluarea și prognoza riscurilor biotice în pădurile din Ucraina

V. Meshkova

Meshkova, V. 2021. Assessment and prediction of biotic risks in the forests of Ukraine. *Bucov. For.* 21(1): 83-92

Abstract. The approaches are suggested to evaluate the injuriousness of pests of regeneration (in Scots pine plantations up to 5–7 years old), the threat of foliage damage in closed forest stands, and the harm from xylophagous insects. The first approach gives the possibility to evaluate the effect of the damage of different organs of Scots pine transplants on survival (mortality), growth rate, and stem quality considering the damage to needles, buds and shoots, stem and branches, root collar, and roots by direct and indirect symptoms. It allows assessing the potential harm of the most common pests of unclosed pine plantations.

The crown damage by foliage browsing insects is calculated using the data on critical and actual population density, foliage phytomass per tree, and forage rate of given insect species. The phytomass of the foliage of the main forest tree species in artificial and natural stands in different natural zones of Ukraine is suggested to correct considering the health condition of the tree. So the population density of larvae to consume 100 % foliage of the healthy tree is 1.25; 2.5 and 6.25 higher than for the trees of the 2nd, 3rd, and 4th class of health condition. Examples of evaluation of critical population density and the threat of foliage damage are presented for several polyphagous insects while feeding in oak and ash.

The approach and scoring system of Mozolevskaya was used to evaluate physiological, technical, and general harm of more than 200 xylophagous species in coniferous and deciduous trees. The same pest was shown to be non-harmful or low harmful, moderately harmful, or highly harmful in different host trees, regions, and depending on population density and additional factors that weaken trees.

Keywords: pests of regeneration, foliage browsing insects, xylophagous insects, injuriousness, assessment.

Author. Valentyna Meshkova (valentynameshkova@gmail.com) - Ukrainian Research Institute of Forestry & Forest Melioration, 86 Pushkinska st., Kharkiv, 61024, Ukraine.

Manuscript received December 31, 2020; revised March 26, 2021; accepted March 27, 2021; online first May 17, 2021.

Introduction

În ultimii 20 de ani, suprafața, frecvența și intensitatea perturbărilor înregistrate în păduri au crescut în multe regiuni de pe Glob (Kukhta

et al. 2014, Siitonen 2014, Bjorkman and Niemela 2015, Jaime et al. 2019, Sarvašová et al. 2020), mai ales în Ucraina (Meshkova și Davydenko 2011, Meshkova 2018, 2019).

Pe scară largă, răspândirea și intensificarea

fenomenului de declin al pădurilor sunt legate de schimbările climatice (Forrest 2016) și intervențiile antropice, mai ales intervențiile silviculturale (Meshkova 2019). Schimbările climatice asigură cele mai bune condiții de viață și răspândire insectelor și microorganismelor patogene autohtone, precum și imigrarea și stabilirea speciilor alohtone care nu sunt dăunătoare în anumite regiuni dar sunt dăunătoare în altele (Hentschel et al. 2018).

Intervențiile silviculturale conduc la schimbări bruște în microclimatul pădurilor, le fac mai vulnerabile la calamitățile naturale și mai susceptibile la atacurile insectelor dăunătoare (Lindenmayer et al. 2012).

Deși efectul asupra schimbărilor climatice globale este redus, este posibilă adaptarea managementului forestier în sensul creșterii sustenabilității pădurilor și adoptarea măsurilor de control al dăunătorilor, atunci când este

necesar. Pentru adoptarea unor decizii corecte, este nevoie să cunoaștem ce organisme, unde și când pot deveni dăunătoare. Dăunătorii conurilor și semințelor din plantații, dăunătorii din pepiniere și dăunătorii din doborâturile produse de vânt trebuie întotdeauna supuși măsurilor de control pentru menținerea capacității productive a pădurilor (Meshkova 2018). Celelalte grupe de dăunători trebuie monitorizate, urmând să se intervină doar când este necesar. În lucrarea de față au fost luate în considerare trei grupe de dăunători: dăunătorii din plantații (plantații de pin de până la 5-7 ani), insectele defoliatoare și insectele xilofage.

Dăunătorii din regenerările naturale și plantațiile de până la 5-7 ani consumă diferite țesuturi și organe ale plantelor, adesea pentru maturarea (Meshkova and Sokolova 2017). La vârste mai mari, aceste vătămări nu sunt periculoase pentru arbore, dar în primii ani de viață pot

Table 1 Scara de evaluare a intensității vătămărilor în plantațiile de pin în care nu s-a realizat starea de masiv pe baza simptomelor directe (Meshkova 2016).

Rating scale for assessing the intensity of damage to unclosed pine plantations by direct symptoms (Meshkova 2016).

Organe vătămăte	Intensitatea vătămărilor			
	Redusă (1 punct)	Moderată (2 puncte)	Puternică (3 puncte)	Foarte puternică (4 puncte)
Ace	până la 20% din ace vătămăte, decolorate	21–50 % din ace vătămăte	51–70 % din ace vătămăte	peste 70 % din ace vătămăte, adesea căzute
Muguri și lujeri	doar muguri laterali vătămăți, până la 20% din total	doar mugurele terminal și 20-50% din mugurii laterali vătămăți	mugurele terminal și până la 70% din mugurii laterali vătămăți	mugurele terminal și peste 70% din mugurii laterali vătămăți
Ramuri și tulpină	1–3 ramuri cu semne ale vătămărilor, tulpina nu este afectată	până la 50% din ramuri cu semne de vătămare, 1–3 răni mici (0.5 cm diametru) superficiale (xilemul nu este afectat), ce se vor vindeca ulterior	peste 50% dintre ramuri prezintă semne de vătămare; 1-2 răni adânci, dar mici (0.5 cm diametru) care se vor vindeca; tulpină roasă	câteva răni adânci, individuale (până la xilem) pe tulpină sau câteva răni adânci, mici, care confluează, pline cu rășină, care nu se vor vindeca
Colet și rădăcini	o singură rană mică (câțiva milimetri) la colet și pe radacinile subțiri	la colet, o rană mică (0.5 cm diametru) superficială (până la xilem), care se va vindeca ulterior; roaderi vizibile la nivelul rădăcinilor, dar care nu pot provoca uscarea plantei decât cu participarea unor factori suplimentari	–	coletul este ros pe întreaga circumferință; scoarța rădăcinilor este puternic roasă, există răni adânci pe rădăcini; pivotul este ros; în rădăcini sunt prezente galerii de insecte – arborele este mort

provoca moartea, reducerea ratei de creștere și a calității tulpinii. Puietii de pin silvestru sunt afectați la nivelul diferitelor organe, de insecte aparținând la diferite grupuri taxonomice și ecologice. Acestea se deplasează de pe o plantă pe alta, lucru ce face dificilă stabilirea densității anumitor specii de insecte (Meshkova 2016, López-Villamor 2019). Astfel, este posibilă doar evaluarea gradului de vătămare, prin modificările provocate organelor plantei.

În numeroase regiuni au fost elaborate metode de evaluare a insectelor defoliatoare în diferite stadii de dezvoltare, precum și metode de prognozare a dinamicii populațiilor în timp și spațiu (Kulman 1971, Austara et al. 1987, Lyytikainen-Saarenmaa și Tomppo 2002, Meshkova 2006ab, 2013, Kosunen et al. 2017). Totuși, evaluarea pierderilor de creștere sau a modului în care este afectată starea de sănătate a arborilor ca urmare a defolierilor produse de insecte este dificilă, deoarece acești parametri depind de climatul din regiune, vremea din anul respectiv, condițiile ecologice din arboret, ritmul de creștere și starea de sănătate a arborilor înainte de declanșarea gradației, precum și de durata defolierii, posibilitatea și rata de refacere a coroanei. În consecință, se impun îmbunătățiri ale metodelor de prognoză ale riscului producerii de atacuri de către acești dăunători.

Insectele xilofage colonizează arborii și determină debilitarea acestora, infectarea cu patogeni, provocând adesea moartea acestora și degradarea lemnului (Lieutier et al. 2004, Linnakoski et al. 2008, Six 2012). Deși pentru speciile xilofage, metode de evaluare a gradului de vătămare

au fost elaborate (Mozolevskaya 1974) și puse în practică (Meshkova și Kukina 2011, Skrylnik 2013, Kukhta et al. 2014), acestea trebuie modificate ținându-se cont de specia gazdă, de zonă și de factorii care contribuie la debilitarea arborilor (Meshkova 2018, Skrylnik et al. 2019).

Scopul acestui studiu este de a prezenta modalitățile de a evalua vătămarile produse de dăunătorii din regenerări (în plantații de pin mai tinere de 5-7 ani), riscul producerii de defolieri în arborete și vătămarile produse de insectele xilofage.

Dăunătorii din plantațiile tinere de pin

Plantații în care nu s-a realizat starea de masiv

Am elaborat scări ce permit evaluarea intensității vătămarilor la puietii de pin silvestru din plantații de până la 5-7 ani, luând în considerare simptomele directe și indirecte prezentate de organele vătămate ale puietilor, cele din urmă fiind foarte importante mai ales în cazul vătămarilor rădăcinilor, ce nu pot fi examinate la plantele vii (Meshkova 2016). Când se evaluează simptomele directe, intensitatea vătămarilor este evaluată separat la nivelul acelor, mugurilor și lujerilor, tulpinii și ramurilor, coletului și rădăcinilor (Tabelul 1).

Unele tipuri de vătămări, de exemplu cele de pe părțile subterane ale plantei, pot fi depistate prin simptome indirecte. A fost elaborată o scară de intensitate a vătămarilor în plantațiile tinere utilizând simptomele indirecte (Tabelul 2).

Tabel 2 Scara pentru evaluarea intensității vătămarilor în plantații tinere pe baza simptomelor indirecte
Rating scale for assessing the intensity of damage to unclosed pine plantations using indirect symptoms.

Parameters	Intensitatea vătămării		
	Redusă (1 punct)	Moderată (2 puncte)	Puternică (3 puncte)
Defolierea	până la 30 %	30–60 %	peste 60 %
Decolorarea acelor	ace verzi-gălbui	până la 50% dintre ace sunt galbene, roșii, brune	peste 50% din ace sunt galbene, roșii, brune
Lungimea medie a acelor	peste 4 cm	2–4 cm	sub 2 cm
Clasa medie a stării de sănătate	2,0–2,9	3,0–3,9	4 puncte și mai mult

Table 3 Factorii de ponderare pentru evaluarea influenței vătămarilor unei anumite părți a plantei, în plantațiile de pin în care nu s-a realizat starea de masiv, asupra mortalității, creșterii și calității tulpinii
Weight factors to evaluate the influence of damage of certain pine organs in unclosed plantations on tree mortality, increment, and stem quality.

Factori de ponderare asupra:	Organele vătămate ale puieților de pin				Total
	ace	muguri și lujeri	ramuri și tulpină	colet și rădăcini	
Mortalitate	1	1	1	3	6
Creștere	2	2	2	2	8
Calitatea tulpinii	0	3	2	0	5
Influența totală asupra plantei	3	6	5	5	19

Astfel, un nivel mediu de vătămare a plantei corespunde unei defolieri de 31–60%, decolorări de până la 50% din ac cu ace de 2-4 cm lungime, aparținând clasei de sănătate 3.0–3.9 puncte. Un nivel ridicat de vătămare corespunde unei defolieri de peste 60%, decolorări de peste 50%, unei lungimi a acelor de până la 2 cm, aparținând clasei de sănătate peste 4 puncte.

Vătămarile asupra fiecărui organ al puieților în plantații au efecte diferite asupra viabilității plantei (ratei mortalității), ratei de creștere și calității tulpinii. Astfel, pe baza evaluărilor unui expert, am calculat ponderea factorilor în stabilirea impactului fiecărui dăunător asupra parametrilor menționați ai stării de sănătate a plantației.

Astfel, efectul vătămarilor acelor, mugurilor și lujerilor asupra mortalității plantelor este evaluat cu 1, asupra creșterii cu 2, efectul vătămarilor mugurilor și lujerilor asupra calității tulpinii, cu 3 (Tabelul 3). Pentru a evalua efectul vătămarilor produse de insecte asupra creșterii și stării de sănătate a plantațiilor de pin în care nu s-a încheiat starea de masiv s-a propus examinarea a cel puțin 50 de plante, exprimând în puncte intensitatea vătămării acelor, mugurilor și lujerilor, tulpinii și ramurilor, coletului și rădăcinilor. În acest caz, vătămarile rădăcinilor plantelor uscate sunt determinate prin săparea lor iar a celor vii, prin simptomele indirecte (defoliere, mărirea acelor, etc.) (Tabelul 2). Folosind factorii de ponderare (Tabelul 3), sunt calculate efectele vătămarilor asupra creșterii, mortalității, calității tulpinii și

efectul general asupra plantei.

Prin urmare, dacă intensitatea medie a vătămarilor acelor, mugurilor și lujerilor, tulpinii și ramurilor, respectiv rădăcinilor este 3,1, 2,3, 2,0 și 2,0 puncte, pentru fiecare tip de vătămare, se multiplică intensitatea medie cu factorul de ponderare (vezi Tabelul 3): $3,1 \times 1 = 3,1$; $2,3 \times 1 = 2,3$; $2 \times 1 = 2$; $2 \times 3 = 6$ puncte. Apoi se însumează produsele și suma se împarte la scorul total ($3,1 + 2,3 + 2,0 + 6,1 = 13,4$). Efectul asupra mortalității este $13,4/6 = 2,2$ puncte. Aplicând factorul de ponderare corespunzător (Tabelul 3), putem calcula efectul asupra creșterii (2,3), calității tulpinii (2,1) și efectul general asupra plantei (2,3).

Aceasta metodă a fost aplicată pentru a evalua vătămarea probabilă pentru cele mai frecvente specii dăunătoare plantațiilor de pin în care nu s-a stabilit starea de masiv, din regiunile Kharkiv and Lugansk. Astfel, efectul vătămarilor produse de *Hylobius abietis* Linnaeus, 1758, *Hylastes ater* Paykull, 1800, *Hylastes opacus* Erichson, 1836, *Hylastes angustatus* Herbst, 1793 asupra ratei mortalității, creșterii și calității tulpinii este 2, iar efectul vătămarilor produse de *Hylurgus ligniperda* Fabricius, 1792 asupra primelor două caracteristici este 2 iar asupra calității tulpinii este 3. Efectul total asupra plantei a fost 22 pentru *Hylobius abietis*, 13–14 puncte pentru *Hylastes* spp., și 8 puncte pentru *Pissodes castaneus* De Geer, 1775 (Meshkova and Sokolova 2017).

Insecte defoliatoare

Prognoza defolierilor necesită o estimare a celor mai probabile locații a focarelor de dăunători pornind de la condițiile staționale și structura arboretului (Meshkova 2006 ab), datele referitoare la dezvoltarea sezonieră într-o anumită locație și an și determinarea necesității aplicării insecticidelor (Meshkova 2018). Criteriul referitor la utilizarea insecticidelor ia în considerare pericolul producerii de vătămări la peste 30% din aparatul foliar la conifere, respectiv, la peste 50% din frunziș la foioase (Tymchenko et al. 1988).

Nivelul vătămarilor produse de larvele speciilor defoliatoare este calculat pornind de la datele referitoare la densitatea critică și densitatea actuală (număr indivizi/arbore). Densitatea critică de insecte defoliatoare este numărul de larve de vârsta I pe un arbore care pot consuma în întregime aparatul foliar pe parcursul perioadei de hrănire.

Densitatea critică de insecte defoliatoare se calculează pornind de la biomasa aparatului foliar a unui arbore și rata de consum a unei anumite specii. Biomasa aparatului foliar a principalelor specii de arbori în arboretele artificiale și naturale este evaluată pentru diferite regiuni din Ucraina (Lakyda et al. 2011).

Rata de consum a unei specii de insecte defoliatoare reprezintă masa foliară consumată de un specimen pentru dezvoltarea de la eclozare la împupare. Deoarece biomasa foliară uscată se găsește în tabelele "Standarde...." (Lakyda et al. 2011), am recalculat ratele de consum ale larvelor pentru un nivel de umiditate a aparatului foliar de 50%. Totuși, insectele polifage se pot hrăni cu frunzele a diferite specii de arbori, cu compoziții chimice diferite, cu un anumit conținut de masă uscată. Astfel, aparatul foliar al frasinului (*Fraxinus excelsior* L.) are un conținut mai mare de apă decât cel al stejarului (*Quercus robur* L.), având un conținut de masă uscată de 35%, față de 43% în cazul stejarului (Lakyda et al. 2011). Au fost comparate ratele de consum a trei specii polifage raportate la aceste două specii de arbori – co-

Tabel 4 Densitatea critică a populațiilor de larve polifage pentru arbori de stejar și frasin sănătoși ($d = 20$ cm, $h = 20$ m) în funcție de conținutul de masă uscată a aparatului foliar (Meshkova et al. 2015) (masa uscată a aparatului foliar este 4,2 pentru stejar, respectiv 1,9 kg pentru frasin (Lakyda et al. 2011))

Critical population density of some polyphagous foliage browsing larvae for healthy (the 1st health condition) oak and ash trees ($d = 20$ cm, $h = 20$ m) depending on dry mass contents in the foliage (Meshkova et al. 2015) (foliage dry mass is 4.2 and 1.9 kg for oak and ash respectively (Lakyda et al. 2011)).

Specii de insecte	Rata de consum (g de masă uscată) la un conținut de masă uscată, %			
	50 stejar	50 frasin	43 stejar	35 frasin
<i>Archips crataegana</i>	0,28	0,28	0,24	0,19
<i>Operophtera brumata</i>	0,32	0,32	0,28	0,22
<i>Hyphantria cunea</i>	2,46	2,46	2,12	1,72
	Densitatea critică a populației, larve pe arbore			
<i>Archips crataegana</i>	15000,0	6785,7	17759,0	9870,1
<i>Operophtera brumata</i>	13125,0	5937,5	15261,6	8482,1
<i>Hyphantria cunea</i>	1707,3	772,4	1985,3	1103,4

tarul verde al stejarului *Operophtera brumata* (Linnaeus, 1758): Lepidoptera, Geometridae), tortricidul *Archips crataegana* (Hübner, 1799): Lepidoptera, Tortricidae) și omida păroasă a dudului *Hyphantria cunea* (Drury, 1773): Lepidoptera, Arctiidae). Ratele de consum pentru *H. cunea* este 7,7 și 8,8, mai mari decât cele ale *O. brumata* și *A. crataegana*. La același conținut de masă uscată a aparatului foliar (50%), rata de consum a celor trei specii este aceeași pentru stejar și frasin iar densitatea critică este de 2,2 ori mai mare pentru stejar (Tabelul 4).

Table 5 Densitatea critică a populațiilor defoliatoare (mii de larve de vârsta I pe un arbore) la stejar și frasin cu stare de sănătate diferită ($d = 20$ cm, $h = 20$ m) (Meshkova et al. 2015) (conținutul de masă uscată a aparatului foliar este 43% pentru stejar, respectiv 35% pentru frasin (Lakyda et al. 2011))
Critical population density of foliage browsing insects (thousands of the 1st instar larvae per one tree) in oak and ash trees of different health condition ($d = 20$ cm, $h = 20$ m) (Meshkova et al. 2015) (dry mass contents in foliage is 43 and 35 % for oak and ash respectively (Lakyda et al. 2011))

Specii de insecte	Clasa de sănătate stejar				Clasa de sănătate frasin			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
<i>Archips crataegana</i>	17,8	14,2	7,1	2,8	9,9	7,9	3,9	1,6
<i>Operophtera brumata</i>	15,3	12,2	6,1	2,4	8,5	6,8	3,4	1,4
<i>Hyphantria cunea</i>	2,0	1,6	0,8	0,3	1,1	0,9	0,4	0,2

Deoarece o larvă consumă mai mult aparat foliar dacă are un conținut mai redus de apă, la același conținut de masă uscată, densitatea critică a populațiilor de omida păroasă a dudului este 7,7 și 8,8, mai mică decât a populațiilor de cotar verde, respectiv de *Archips*, iar densitățile critice ale tuturor speciilor analizate este de 1,8 mai mare pentru stejar decât pentru frasin.

Am ținut cont de faptul că biomasa aparatului foliar depinde de starea de sănătate a arborelui. Astfel, dacă biomasa arborelui sănătos este considerată 1, atunci biomasa arborilor slăbiți (clasa 2 pentru starea de sănătate) este de 0,8, a celor puternic afectați (clasa 3) 0,4 iar a arborilor muribunzi (clasa 4) 0,16 din biomasa arborilor sănătoși a acestor specii. Așadar, densitatea populațiilor de larve capabile să consume aparatul foliar al arborilor sănătoși în proporție de 100% este de 1,25; 2,5 și 6,25 ori mai mare decât pentru arbori din clasele a 2-a, a 3-a, respectiv a 4-a (Tabelul 5).

Pentru determinarea nivelului de vătămare a coroanei de către defoliatori într-un anumit arboret, este necesară evaluarea indicelui mediu al stării de sănătate rezultat prin analizarea a cel puțin 100 de arbori selectați randomizat. Densitatea populației defoliatoare este estimată prin metode adoptate în protecția pădurilor și recalculată la nivel de arbore. Dacă insectele sunt evaluate în litieră, numărul lor este recalculat pentru proiecția coroanei unui arbore. Dacă insectele sunt evaluate pe ramuri de probă, numărul mediu de indivizi per ramură trebuie multiplicat cu numărul de ramuri ale

unui arbore. Dacă femelele de geometride sunt evaluate în inele de clei pe tulpini, numărul mediu de ouă din abdomen și numărul mediu de ouă per arbore sunt evaluate prin multiplicarea acestor parametri.

În cazul în care nu sunt evaluate larve de vârsta I, ci în alte vârste, situație ce necesită mai puțin timp și muncă, densitatea de larve de vârsta I se determină utilizând date referitoare la rata de supraviețuire a fiecărei vârste. Dacă se cunosc coeficienții pentru recalcularea numărului de insecte dintr-o anumită specie în diferite vârste, se apreciază rata de supraviețuire în stadiul de pupă, adult și ouă ca fiind 0,5, 0,9, respectiv 0,8.

Pentru speciile evaluate în stadiul de pupă (eonimfă, pronimfă), este necesar să se ia în considerare proporția femelelor și fertilitatea adulților. De exemplu, s-au identificat 10 pupe de cotar verde per arbore, fertilitatea femelelor este de 50 ouă, proporția femelelor este 0.6, atunci densitatea larvelor de vârsta I se calculează astfel:

$$10 \times 0,5 \times 0,6 \times 50 \times 0,9 \times 0,8 = 108 \text{ larve de vârsta I/arbore}$$

Pentru determinarea riscului de vătămare a coroanei de către larve, se iau în considerare date din tabele corespunzătoare zonei, speciei de arbori, originea arboretului (natural sau plantație), specia de insecte și starea de sănătate a arboretului și se compară cu datele din teren. De exemplu, dacă densitatea critică a populației de larve de vârsta I este 10 indivizi/arbore și

densitatea reală este 3 indivizi/arbore, procentul probabil de defoliere: $3 \times 100/10 = 30\%$.

Insecte xilofage

Insectele xilofage pot provoca vătămări fiziologice arborilor pe picior și/sau vătămări tehnice arborilor pe picior, celor morți sau doborâți. Starea de sănătate a arborilor pe picior se poate deteriora dacă galeriile produse de insectele xilofage întrerup fluxul de apă și nutrienți de la rădăcini către coroană, precum și în cazul roaderilor de maturare care produc vătămări puternice la nivelul aparatului foliar, lujerilor sau ramurilor, respectiv dacă bacterii, ciuperci fitopatogene sau alte organisme dăunătoare pătrund în arbore. Calitatea lemnului arborilor pe picior, uscați sau doborâți este afectată din cauza galeriilor roase de insecte și răspândirii de ciuperci ce produc albăstreala sau degradarea lemnului (Lieutier et al. 2004; Six 2012; Meshkova 2018).

Pentru vătămările produse de xilofagi, în urmă cu 50 de ani a fost elaborat o scară de evaluare cantitativă, care ia în considerare efectele acestor insecte asupra stării de sănătate a arborilor pe picior și asupra calității lemnului. Algoritmul de calcul a fost prezentat de multe ori (Meshkova & Kukina 2011, Kukhta et al. 2014, Meshkova 2017, Skrylnik et al. 2019), așa că vom preciza elementele schematic.

Evaluarea vătămarilor tulpinii include:

- i) Vătămarea totală = vătămarea tehnică \times vătămarea fiziologică \times coeficientul de corecție (1 – pentru o generație/an, 2 – pentru două generații/an, și 0,5 pentru speciile multianuale).
- ii) Vătămarea fiziologică = capacitatea de a coloniza arbori încadrați în diferite clase de sănătate + capacitatea de a vătămă arbori prin roaderi de maturare + capacitatea de a transfera patogeni.
- iii) Vătămarea tehnică = distrugerea lemnului \times suprafața infestată \times valoarea lemnului vătăm.
- iv) După scorul general, toate speciile xilofage studiate au fost grupate în 4 categorii: puternic vătămătoare (scorul general peste 80), moderat vătămătoare (20 – 79 puncte), slab vătămătoa-

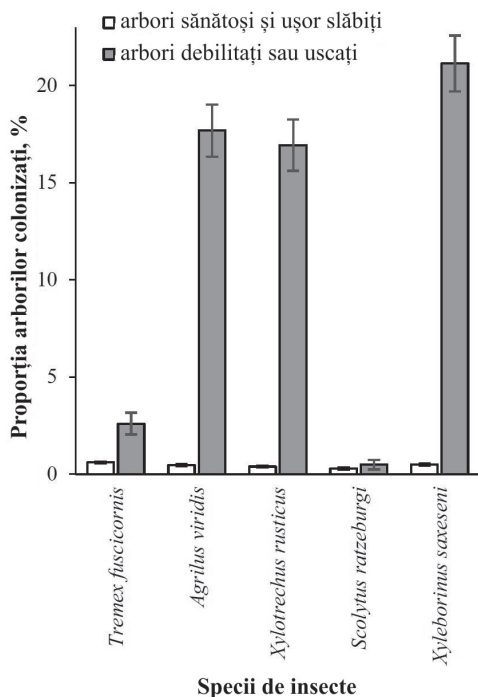


Figura 1 Proporția arborilor de mesteacăn colonizați de insecte xilofage în funcție de starea de sănătate

Proportion of silver birch trees of different health condition inhabited by xylophagous insects

re (10 – 19 puncte) și inofensive (sub 10 puncte) (Mozolevskaya 1974).

Astfel, a fost evaluată capacitatea de vătămăre a mai bine de 200 de specii xilofage ale molidului (*Picea abies* [L.] Karst) (Kukhta et al. 2014), pinului silvestru (*Pinus sylvestris* L.) (Skrylnik 2013) și ale câtorva specii de foioase, în special stejarul (*Quercus robur* L.) (Meshkova, Kukina 2011) și mesteacănul (*Betula pendula* Roth) (Skrylnik et al. 2019).

În același timp, compararea unor populații diferite ale aceleiași specii indică variații ale unor parametri în funcție de specia gazdă, regiune și alți factori care contribuie la debilitarea arborilor (Meshkova 2017, Skrylnik et al. 2019). De exemplu, capacitatea de colonizare a arborilor din primele două clase de sănătate (arbori sănătoși și slăbiți) a fost estimată la 10 puncte. Insectele capabile să colonizeze arborii

din clasele 3 și 4, lemn în descompunere au 1 punct iar insectele care colonizează doar arborii din clasele 5 și 6 (lemn mort) au 0,1 puncte.

De obicei, insectele xilofage care colonizează cel mai frecvent arborii morți nu sunt specii dăunătoare. Cele mai periculoase specii xilofage sunt cele care colonizează arborii sănătoși și slăbiți, deși chiar și aceste specii preferă arborii puternic debilitați și în curs de descompunere. Astfel, populațiile de arborii sănătoși și slăbiți fiziologic de mesteacăn infestați cu xilofagi, din silvostepa Ucrainei, nu depășesc 0,6% (Figura 1), mai mult doar ramuri și fragmente de tulpină au fost infestate.

Frecvența colonizării arborilor de mesteacăn foarte slăbiți și muribunzi cu specii rare și comune a fost foarte redusă în aceste condiții: 0,49% pentru *Scolytus ratzeburgi* Janson, 1856 și 2,6% pentru *Tremex fuscicornis* (Fabricius, 1787). În același timp, speciile cu răspândire largă – *Agrilus viridis* Linnaeus, 1758, *Xylotrechus rusticus* (Linnaeus, 1758) și

Xyleborinus saxeseni (Ratzeburg, 1837) – au infestat aproximativ 20% din arborii cu starea de sănătate menționată (vezi Fig. 1).

În același timp, multe specii xilofage se instalează pe arborii puternic debilitați, iar după incendii sau furtuni puternice, densitatea acestora crește și se instalează și pe arborii sănătoși, atribuindu-li-se 10 puncte, nu 0,1.

Insectele care pot transfera patogeni sunt evaluate cu 3 puncte, care sunt vectorii ale ciupercilor lignicole cu 2 puncte, care sunt vectorii ale ciupercilor ce produc albăstreala lemnului cu un punct și cele care nu pot transfera patogeni cu 0 puncte. De fapt, toate speciile xilofage transportă patogeni. Astfel, în afară de speciile care se instalează doar pe arborii morți, toate celelalte pot fi punctate cu 2 sau 3, în funcție de prezența anumitor patogeni.

Vătămarile tehnice au fost evaluate ca produs între punctajul acumulat prin evaluarea vătămărilor, suprafeței colonizate și valorii lemnului vătămat (ultimul coeficient depinde de prețul

Tabel 6 Potențialul vătămător al unor specii xilofage (min/ max, în puncte)
Injuriousness of some xylophagous insects (min/ max, in points)

Specii de insecte	Planta gazdă	Vătămări fiziologice, puncte	Vătămări tehnice, puncte	Număr de generații	Potențial vătămător general, puncte	Nivel de vătămare
<i>Xyleborinus saxeseni</i> (Ratzeburg, 1837)	stejar	2	25,2	1 / 2	25,2 / 50,3	moderat
	pin	3	11,2	1	33,5	moderat
	mesteacăn	5/14	8,6	1	42,9/120,1	moderat / puternic
<i>Agrilus viridis</i> Linnaeus, 1758	mesteacăn	4/14	2,0	1	8,1 / 28,3	slab / moderat
<i>Mesosa curculionoides</i> (Linnaeus, 1761)	stejar	1	8,1	0,5 / 1	4,1 / 8,1	inofensiv
	mesteacăn	0.1 / 1	2,7	1	0,3 / 2,7	inofensiv
<i>Monochamus galloprovincialis</i> (Olivier, 1795)	pin	4 / 15	12 / 13,8	1 / 1	48 / 207	moderat / puternic
<i>Ips acuminatus</i> (Gyllenhal, 1827)	pin	4 / 5	2,8 / 3,6	1 / 2,5	11,2 / 28	slab / moderat
<i>Ips sexdentatus</i> (Boerner, 1767)	pin	4 / 5	3.9 / 4,5	1 / 2,5	15,6 / 39	slab / moderat

Notă: potențialul vătămător al speciilor xilofage periculoase este peste 80 de puncte, a celor cu potențial moderat – 20–79 puncte, al celor cu potențial redus – 10–19 puncte, și al celor inofensive – sub 10 puncte.

lemnului pentru o anumită specie în comparație cu alte specii). Când se evaluează vătămările tehnice se ține cont de adâncimea galeriilor, diametrul, suprafața de alburn ocupată, precum și partea de tulpină colonizată. În particular, vătămările produse de insectele care colonizează porțiunile de tulpină cu scoarță groasă, medie și subțire sunt evaluate cu 1,5, 1,3 și 1 puncte.

Scorul general poate fi afectat de numărul de generații (1 punct – pentru speciile monovoltine, 2 puncte – pentru speciile bivoltine, și 0,5 puncte - pentru speciile cu dezvoltarea unei generații în 2 ani). În condițiile schimbărilor climatice, multe specii au o dezvoltare accelerată, încheindu-și ciclul de dezvoltare într-un an, în loc de 2 ani sau finalizează dezvoltarea unei generații suplimentare și/sau formează descendențe soră.

Analiza capacității de vătămare a xilofagilor evidențiază faptul că unele specii rămân inofensive pentru diferite specii gazdă, de exemplu, *Mesosa curculionoides* (Linnaeus, 1761) (Tabelul 6). *M. galloprovincialis* poate fi moderat sau puternic vătămător iar *Ips acuminatus* sau *Ips sexdentatus* poate fi slab sau moderat vătămător. *Xyleborinus saxesenii* este moderat vătămător pentru stejar și pin dar puternic vătămător pentru mesteacăn.

Analiza parametrilor care caracterizează potențialul vătămător al xilofagilor evidențiază faptul că evaluarea este mai relevantă când densitatea populației crește. Astfel, o modalitate de a îmbunătăți evaluarea potențialului vătămător a unei anumite specii xilofage sconstă în utilizarea unei corecții în calcul – multiplicarea potențialului general de vătămare cu un factor care reflectă nivelul de răspândire al insectei. Se apreciază că o colonizare cu xilofagi a 21–60 % dintre arbori corespunde unui nivel de răspândire mediu (factor 1). Colonizarea a mai puțin de 20% corespunde unui nivel scăzut (factor 0,5) iar colonizarea a peste 60% din arbori corespunde unui nivel ridicat (factor 1,5) (Meshkova 2017). Totuși, această metodă este nespecifică și necesită precizări referitoare la specia xilofagă și specia gazdă.

Concluzii

Gradul de vătămare a plantațiilor tinere de pin silvestru de până la 5-7 ani se recomandă să fie evaluat prin efectul potențial asupra mortalității, ratei de creștere și calitatea tulpinii, luând în considerare vătămările la nivelul acelor, mugurilor și lujerilor, tulpinii și ramurilor, coletului și rădăcinilor, prin simptome directe și indirecte, folosind un sistem de notare și ponderare.

Vătămările la nivelul coroanei produse de defoliatori se recomandă a se evalua utilizând date privind densitatea critică și actuală a populației, biomasa frunzișului per arbore și rata de consum a fiecărei specii. Biomasa aparatului foliar pentru principalele specii de arbori, în arborete naturale și artificiale din diferite zone ale Ucrainei se recomandă a fi revizuită, luând în considerare starea de sănătate a arborilor.

Metoda și sistemul de notare elaborate de Mozolevskaya au fost utilizate pentru evaluarea vătămărilor fiziologice, tehnice și generale pentru mai bine de 200 de specii de xilofagi din pădurile de conifere și foioase. Aceeași specie poate avea un impact mai puternic sau mai redus, în funcție de specia gazdă, regiune, densitatea populației și alți factori care debilitază arborii.

References

- Anonimous 1995. Sanitary rules in the forests of Ukraine. Derzhkomlisgosp Ukrayiny, Kyiv, 19 p. (in Ukrainian).
- Austara O., Orlund A., Svendsrud A., Weidahl A., 1987. Growth loss and economic consequences following two-year defoliation of *Pinus sylvestris* by the pine sawfly *Neodiprion sertifer* in West-Norway. Scandinavian Journal of Forest Research, 2: 111-119. <https://doi.org/10.1080/02827588709382450>.
- Bjorkman C., Niemela P., eds., 2015. Climate change and insect pests. CABI. 267 p. <https://doi.org/10.1079/9781780643786.0000>.
- Forrest J. R. K., 2016. Complex responses of insect phenology to climate change. Current opinion in insect science, 17: 49-54. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2016.07.002>.
- Hentschel R., Möller K., Wenning A., Degenhardt A., Schröder J., 2018. Importance of ecological variables in explaining population dynamics of three important pine pest insects. Frontiers in Plant Science, 9, 1667. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01667>.

- Jaime L., Batllori E., Margalef-Marrase J., Navarro M. Á. P., Lloret, F., 2019. Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) mortality is explained by the climatic suitability of both host tree and bark beetle populations. *Forest Ecology and Management*, 448: 119-129. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.05.070>.
- Kosunen M., Kantola T., Starr M., Blomqvist M., Talvitie M., Lyytikäinen-Saarenmaa P., 2017. Influence of soil and topography on defoliation intensity during an extended outbreak of the common pine sawfly (*Diprion pini* L.). *IForest*, 10: 164-171. <https://doi.org/10.3832/ifer02069-009>.
- Kukhta V. N., Blintsov A. I., Sazonov A. A., 2014. Bark beetles of Norway spruce and measures on regulation of their population. *BGTU, Minsk*, 238 p. (In Russian).
- Kulman H.M., 1971. Effects of Insect Defoliation on Growth and Mortality of Trees. *Annual Review of Entomology*, 16: 289-324. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.16.010171.001445>.
- Lakyda P., Vasylyshyn R., Lashenko A., & Terentiev A., 2011. Standards of evaluation of components of aboveground trees biomass of trees of the main forest-forming species of Ukraine. *ECO-inform*, Kyiv, 186 p. (in Ukrainian).
- Lieutier F., Day K. R., Battisti A., Gregoire J. C., Evans H. F. (Eds.), 2004. *Bark and wood boring insects in living trees in Europe: a synthesis*. Kluwer Acad. publishers, Dordrecht-Boston-London, 570 p. <https://doi.org/10.1007/1-4020-2241-7>.
- Lindenmayer D. B., Burton P. J., Franklin J. F., 2012. *Salvage logging and its ecological consequences*. Island Press, 230 p.
- Linnakoski R., De Beer Z. W., Rousi M., Niemelä P., Pappinen A., Wingfield M. J., 2008. Fungi, including *Ophiostoma karelicum* sp. nov., associated with *Scolytus ratzeburgi* infesting birch in Finland and Russia. *Mycological Research*, 112(12): 1475-1488. <https://doi.org/10.1016/j.mycres.2008.06.007>.
- López-Villamor A., Carreño S., López-Goldar X., Suárez-Vidal E., Sampedro L., Nordlander G., Björklund N., Zas R., 2019. Risk of damage by the pine weevil *Hyllobius abietis* in southern Europe: Effects of silvicultural and landscape factors. *Forest Ecology and Management*, 444, 290-298. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.04.027>.
- Lyytikäinen-Saarenmaa P., Tomppo E., 2002. Impact of sawfly defoliation on growth of Scots pine *Pinus sylvestris* (Pinaceae) and associated economic losses. *Bulletin of Entomological Research*, 92 (02): 137-140. <https://doi.org/10.1079/BER2002154>.
- Meshkova V., 2006a. Foliage browsing insects risk assessment using forest inventory information. In U. Hoyer-Tomiczek (ed.). *Proc. of the IUFRO Symposium WP7.03.10 Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe*, September 11-14, 2006. BWF, Gmunden-Austria, pp. 100-108.
- Meshkova V., 2006b. Rating of forest plots preferences for foliage browsing insects. In T.Oszako a. S.Woodward (ed.). *Possible limitation of decline phenomena in broadleaved stands*, 2005. IBL, Warsaw, pp.125-134.
- Meshkova V. L., 2013. Approaches to evaluation of injuriousness of foliage browsing insects. *Ukrainian entomological journal*, 1(6): 79-89.
- Meshkova V., 2016. Evaluation of insect injuriousness in unclosed pine plantations. *Ukrainian entomological journal*, 1-2(11): 140-146 (in Ukrainian).
- Meshkova V. L., 2017. Evaluation of harm (injuriousness) of stem insects in pine forest. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(8): 101-104. <https://doi.org/10.15421/40270816>.
- Meshkova V. L., 2018. Achievements and problems of forest entomology in Ukraine. *The Kharkov Entomol. Soc. Gaz.*, 26 (1): 119-129. <http://entomology.kharkiv.ua/index.php/KhESG/article/view/12>.
- Meshkova V. L., 2019. Decline of pine forest in Ukraine with contribution from bark beetles: causes and trends. *Proceedings of the St. Petersburg Forest Technical Academy*, 228: 312-335 [In Russian]. <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2019.228.312-335>
- Meshkova V. L., Berezhnenko Zh. I., Kukina O. M., 2015. Critical population density of foliage browsing insects in pedunculate oak (*Quercus robur*) and European ash (*Fraxinus excelsior*) in the Left-bank Forest-Steppe. *Proceedings of the Forest Academy of Sciences of Ukraine*, 13 (1): 139-143.
- Meshkova V., Davydenko K., 2011. Foliage browsing insects outbreaks in Ukraine before and after global warming. Delb, H., Pontuali, S. (eds.), *Biotic Risks and Climate Change in Forests*. *Proceedings of the Working Party 7.03.10 Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe*, 10th Workshop September 20th-23rd, 2010, Freiburg, Germany. *BerichteFreiburger Forstliche Forschung*, 89, FVA: 18-25.
- Meshkova V. L., Kukina O. N., 2011. Injuriousness of xylobionts in the oak clear-cuts in the Left-Bank Ukraine. *Proceedings of St. Petersburg Forestry Academy*, 196: 238-245 (In Russian).
- Meshkova V. L., Sokolova I.M., 2017. *Stem pests of unclosed pine plantations in Siversky Donets river valley*. Planeta-print, Kharkiv, 160 p.
- Mozolevskaia E. G., 1974. Evaluation of stem pests injuriousness. *Science papers of Moscow Forest & Technical Institute*, 65: 124-132 (In Russian).
- Sarvašová L., Kulfan J., Saniga M., Zúbrík M., & Zach P., 2020. Winter Geometrid Moths in Oak Forests: Is Monitoring a Single Species Reliable to Predict Defoliation Risk? *Forests*, 11(3), 288. <https://doi.org/10.3390/f11030288>.
- Siitonen J., 2014. *Ips acuminatus* kills pines in southern Finland. *Silva Fennica*, 48(4), article id 1145. 7 p. <https://doi.org/10.14214/sf.1145>.
- Six D. L., 2012. Ecological and evolutionary determinants of bark beetle - fungus symbioses. *Insects*, 3(1), 339-366. <https://doi.org/10.3390/insects3010339>.
- Skrýlnik Yu. Ye., 2013. Injuriousness of longhorn beetles (Coleoptera, Cerambycidae) in pine stands of the Left-bank Ukraine. *The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University (series "Entomology and Phytopathology")*, 10: 148-159 (In Ukrainian).
- Skrýlnik Yu., Koshelyaeva Y., Meshkova V., 2019. Harmfulness of xylophagous insects for silver birch (*Betula pendula* Roth.) in the left-bank forest-steppe of Ukraine. *Folia Forestalia Polonica, Series A - Forestry*, 61 (3): 161-175. <https://doi.org/10.2478/ffp-2019-0016>.
- Tymchenko H. A., Avramenko Y. D., Zavada N. M. et al., 1988. *Reference book on forest protection from pests and diseases*. Urozhay, Kyiv, 224 pp. (in Russian).