

Dynamics of the number of bark beetles in the ecosystems of Polissya coniferous forests (Sumy oblast, Ukraine)

A.O. Burdulanyuk, V.I. Tatarynova, V.A. Vlasenko, V.M. Demenko, T.O. Rozhkova,
O.M. Bakumenko

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
G. Kondratyiva Str., 160, Sumy, Ukraine, E-mail: Allasnau@rambler.ru
Received: 24.02.2018. Accepted: 02.04.2018

The research determined the influence of environmental factors on the state of the population of stem pests of the family *Ipidae* in Polissya pine and spruce forests (Sumy oblast, Ukraine). The study used the "model trees" methodology, which is based on the artificial laying of hunting trees and the creation of attractive conditions for bark beetles. The colonization of bark beetles depended on the category of sanitary condition of trees, and the distribution of wood by categories depended on the conditions of the year and the type of ecosystem under study. Pests of the family *Ipidae* did not inhabit trees belonging to the category I of sanitary condition, the trees belonging to the second category, to a large extent the trees belonging to the III and IV, and 100% inhabited the plantations of V-VI categories. The research revealed 5 species of pests from the family *Ipidae*: *Blastophagus minor* Hart., *Blastophagus piniperda* L., *Ips acuminatus* Gyll., *Ips typographus* L., *Ips sexdentatus* Boern. Dominant species were *I. typographus* and *B. piniperda* on the studied areas of pine and spruce forests. The location of *I. typographus* varied within 24.0-32.3% in pine plantations and 31,2-37,7% in spruce stands. The position of *B. piniperda* ranged from 26.1 to 28.9% in pine forests and from 26.5 to 28.0% in spruce forests. *I. acuminatus* populated 10.1-15.6% of pine and 8.0-9.9% of spruce trees. The occurrence of *B. minor* and *I. sexdentatus* was respectively 3.8-5.6 and 1.0-1.5%. The research revealed a significantly higher relative density of *B. piniperda* in the pine forest than in spruce, and a significant reduction in the indicator in each subsequent year of the study in both types of plantings. Relative density of *I. typographus* remained stable within all studied period on spruce forests. The ecological density depended on the volume of the feed substrate, and the volume depended on the species and taxonomic parameters of the tree, such as the length and diameter of the barrel. The ecological density of *B. piniperda* and *I. typographus* was significantly higher in pine plantations than in spruce forests, with a significant decrease in each subsequent year in both types of plantings. It is projected that climate will warm in future and forestry activities will intensify. As a result, a drastic change in tree species composition and biology of pest development will contribute to the new outbreaks of the mass distribution of bark beetles. Therefore the control and management of their numbers will require further research.

Key words: stem pests; *Blastophagus piniperda*; *Ips typographus*; ecological density; fodder substrate; ecological gradient

Динаміка чисельності жуків-короїдів в екосистемі хвойних лісів Полісся Сумщини

А.О. Бурдуланюк, В.І. Татарінова, В.А. Власенко, В.М. Деменко, Т.О. Рожкова,
О.М. Бакуменко

Сумський національний аграрний університет
Вул. Г. Кондратьєва 160, м. Суми, Україна, E-mail: Allasnau@rambler.ru

В статті наведені результати дослідження по визначенню впливу екологічних чинників на стан популяції стовбурових шкідників родини *Ipidae* в соснових та ялинових лісах Полісся Сумщини. В дослідженні використали методику «модельні дерева», яка базується на штучній закладці ловчих дерев і створенні привабливих умов для жуків-короїдів. Установили, що заселеність короїдами залежала від категорії санітарного стану дерев, а розподіл деревостою по категоріям залежав від умов року та типу досліджуваної екосистеми. Шкідники родини *Ipidae* не заселяли дерева, що належать до I категорії санітарного стану, обмежено заселяли дерева, що належать до II категорії, в значній мірі деревостій, що належав до III

та IV, і 100% заселяли насадження V-VI категорій. Виявили 5 видів шкідників родини *Ipidae*: *Blastophagus minor* Hart., *Blastophagus piniperda* L., *Ips acuminatus* Gyll., *Ips typographus* L., *Ips sexdentatus* Voern. На досліджуваних ділянках хвойного лісу домінуючими видами є *I. typographus* і *B. piniperda*. Зустрічність *I. typographus* варіювала в межах 24,0-32,3 % в соснових насадженнях і 31,2-37,7 % - в ялинових. Зустрічність *B. piniperda* варіювала в межах 26,1-28,9 % в соснових лісах і 26,5-28,0 % в ялинових. *I. acuminatus* заселяв 10,1-15,6 % соснових та 8,0-9,9 % ялинових дерев. Зустрічність *B. minor* і *I. sexdentatus* склала відповідно 3,8-5,6 та 1,0-1,5 %. Виявлена істотно вища відносна щільність *B. piniperda* в сосновому лісі ніж в ялиновому, та істотне зниження показника в кожному наступному році дослідження в обох типах насадження. На дослідних ділянках ялинового лісу відносна щільність *I. typographus* залишалась стабільною в усі досліджувані роки. Установлено, що екологічна щільність залежить від об'єму кормового субстрату, а об'єм залежать від породи і таксаційних показників дерева, таких як довжина та діаметр стовбура. Екологічна щільність *B. piniperda* та *I. typographus* є істотно вища в соснових насадженнях, ніж в ялинових, при цьому спостерігали істотне зниження показника в кожному наступному році дослідження в обох типах насадження. Прогнозовано, що в майбутньому продовжаться кліматичні зміни в сторону потепління, а лісгосподарська діяльність людини посилиться. В результаті відбудеться кардинальна зміна видового складу деревостою та біології розвитку шкідників, це сприятиме новим спалахам масового поширення жуків-короїдів, тому питання регулювання їх чисельності потребує подальших досліджень.

Ключові слова: стовбурові шкідники; *Blastophagus piniperda*; *Ips typographus*; екологічна щільність; кормовий субстрат

Вступ

Ліс є дуже важливим компонентом біосфери, що виконує ряд життєвих функцій і служить незамінним середовищем існування для великої кількості живих організмів. Хвойні дерева є важливим компонентом лісової екосистеми, джерелом O_2 та летких протимікробних речовин, їх ще називають легенями та зеленим щитом нашої планети. Сосна звичайна є одним з найбільш важливих видів лісових насаджень в Україні, і це пов'язано не лише з її значним поширенням, а й екологічною та економічною цінністю (Brygadyrenko, 2016; Lovynska et al., 2017). Лісовий покрив планети знаходиться в кризовому стані. Площа лісів щорічно зменшується на 200 тис. км², а площа пустельна збільшується на 60 тис. км². В Україні ситуація також критична. Територія, покрита лісами, займає понад 80 млн. га, а лісистість складає лише 14% (Pahomov & Brygadyrenko, 2005). Результатом такого впливу є антропогенні та біотичні фактори. За останні 50 років середня температура на нашій планеті збільшилася на 0,8°C, а за 120 років середньорічна температура Північної півкулі збільшилась у середньому на 1,5°C. Найбільше підвищення температури спостерігається на Європейському континенті, особливо в північній його частині. Зростання температури прискорюється. Уже сьогодні темпи потепління оцінюються в 1,95°C за 100 років. Аномально мінливі зими і спекотні літні місяці, які сьогодні приходять на 40% частіше, ніж у середині ХХ століття, пов'язані з глобальним потеплінням. Зростає кількість та інтенсивність екстремальних явищ погоди (штормів, тропічних злив і т.д.). За останніми прогнозами до 2060 року середньорічна температура в Україні підніметься на 2,0°C. Зима буде коротшою, кількість екстремальних опадів збільшиться, а південь нашої країни буде нагадувати пустелю. З екологічної точки зору це призведе до катастрофічного стану природних екосистем і в першу чергу лісових насаджень (Ljal'ko et al., 2015). Негативна дія кліматичних змін, активно-руйнівна лісгосподарська діяльність людини, а також шкідлива фауна і флора стали основними факторами інтенсивного знищення лісів. Вагому шкоду лісам наносять шкідливі комахи, особливо стовбурові. Розмножуючись у масовій кількості вони призводять до часткової, а часто і повної загибелі не лише окремих дерев, а й повністю лісових масивів. Останнім часом у країнах Європи і Азії спостерігають значне поширення стовбурових шкідників на значні території та збільшення їх щільності, так як для них створилася сприятлива кормова база і умови життєдіяльності та розмноження в результаті масового послаблення життєво важливих функцій дерев. Це виникло в результаті зміни клімату на планеті в сторону потепління (Tudoran et al., 2016).

Жуки-короїди є природним компонентом лісових екосистем. Ліквідувати їх повністю неможливо і періодичні спалахи будуть відбуватися до тих пір, поки виникатимуть сприятливі умови, в тому числі кліматичні (Raffa et al., 2008). Зміна структури і складу лісів, природні процеси та методи управління призвели до збільшення конкуренції між деревами за воду та поживні речовини, і таким чином підвищили сприйнятливості до короїдів та інших шкідників лісу (Fettig et al., 2007). Заселеність короїдами на 85-% рівні збільшує викиди вуглецю в екосистемі хвойних лісів та зменшує утворення кисню на 35 %. (Heather et al., 2014). Дослідження (Scheller et al., 2017) пов'язують спалах масового поширення стовбурових шкідників в останні десятиліття із змінами клімату та масовими неконтрольованими вирубками лісу, що призвело до зміни видового складу деревостою. Відмічають індивідуальну чутливість окремих дерев до ураження короїдами. Відмічається збільшення викидів вуглецю в результаті ураження лісів стовбуровими шкідниками (Bright et al., 2012; Hicke et al., 2012; Ghimire et al., 2015). Для запобігання спалаху жуків-короїдів рекомендують підтримувати сприятливий санітарний стан деревостою, створювати перешкоди для поширення шкідників, зменшити усихання дерев (Schowalter, 2013). Жуки-короїди у скандинавських країнах зазвичай розвиваються в одному поколінні на рік (Lieutier et al., 2004). Розроблено прогноз, що із зміною клімату в бік потепління *I. typographus* зможе забезпечити два покоління за рік у середині 21 століття (Jönsson et al., 2008).

В хвойних лісах Швеції найпоширенішими були *I. typographus*, *Neodiprion sertifer*, *Tortrix viridana*, *Hylobius abietis* і *T. piniperda*. На півдні Швеції площі лісів, уражені цими видами були більшими, ніж в інших регіонах країни (Ponel et al., 2014). У зв'язку з цим у лісовому господарстві та екологічних службах розроблені рекомендації, які допоможуть

адаптуватися до кліматичних змін. Для визначення оптимальних термінів безпечного здійснення лісгосподарських заходів необхідно знати, які види стовбурових шкідників поширені у даному регіоні.

У дослідженнях (Zinchenko, 2016) у насадженнях хвойних порід Харківської області, ослаблених різними чинниками, домінував *B. piniperda* – 39 %. Зустрічність *I. acuminatus* становила 8,5 %, *B. minor* заселяв лише 1,2 % проаналізованих дерев, а *I. sexdentatus* не виявлено взагалі. У наших дослідженнях упродовж періоду спостережень (2015-2017 рр.) на заселених ловильних деревах домінували *I. typographus* і *B. piniperda*.

У хвойних насадження Росії в травні 2010 року почався спалах масового розмноження *Ips typographus*. Цьому сприяли тепла суха погода, яка поступово переросла в спеку, почалася посуха, і як результат на дослідних ділянках загальна заселеність *Ips typographus* L. перевищувала 35% (Maslov et al., 2014). *Ips typographus* L. був причиною серйозного руйнування багаторічних хвойних лісів у Німеччині. Незважаючи на численні дослідження фізіології та екології короїда-типографа, до цих пір динаміка розсіювання виду впродовж тривалого періоду ще недостатньо зрозумілі, а розуміння структури та розповсюдження уражень має велике значення для систем управління лісом, щоб прогнозувати ризик спалахів, особливо в умовах зміни клімату. В результаті досліджень встановлено порушення типових ознак пошкодження у ялинових лісах внаслідок зміни клімату. Висунуто гіпотезу про зв'язок між наявністю та поширеністю *Ips typographus* L. та відповідними екологічними змінами середовища проживання, а також необхідність складання прогнозу розвитку жука-типографа на основі аналізу змін клімату (Lausch et al., 2011, 2013). Найважливішим шкідливим організмом ялинових лісів Німеччини, які складаються в основному з норвезької ялини (*Picea abies* L. Karst.) у західних горах Харц (Нижньої Саксонії) є *Ips typographus* L. (Overbeck & Schmidt, 2012). Зміни клімату, високі значення температури, триваліші сезони росту, призвели до серйозних спалахів цього шкідливого організму. Розроблено змішану бінарну лінійну регресійну модель, яка описує вплив різних показників стійкості на ризик зараження ялинових лісів *Ips typographus*.

У лісових масивах Чехії вивчали популяційну динаміку *Ips typographus*, як реакцію на зміну клімату (Verec et al., 2013). Оцінено вплив зміни клімату на регульовану температурою фенологію цього шкідника. Враховано зміни середньої температури повітря та частоти екстремальних погодних явищ. Оскільки розвиток короїда-типографа обумовлений температурою, а низькі і високі значення її гальмують розвиток шкідника, тому, наслідки підвищення температури повітря є компенсаційними. Якщо клімат змінюватиметься і надалі, обидві ці характеристики зростатимуть, очікуються зміни у часі розвитку покоління.

Основними джерелами утворення біогенних летких органічних сполук є хвойні породи. З'ясовано, що викиди біогенних летких органічних сполук, які мають відношення до клімату, збільшуються, коли дерева хвойних лісів не уражені жуками-короїдами (Ghimire, 2016). Відомо, що деякі види стовбурових комах здатні під час додаткового живлення ослаблювати насадження, тим самим приваблюючи менш агресивних комах-ксилофагів, які у разі масового заселення дерев значною мірою можуть прискорити погіршення їхнього санітарного стану (Horn et al., 2012).

У 2004 році територією від Словаччини до Норвегії пронісся буревій, який спричинив повалення 5,3 тис. м³ деревини. В наступні роки популяція *Ips typographus* швидко зростає і впродовж 2005-2010 рр. понад 15 млн. м³ ялини є пошкодженою та знищеною. Відбувся спалах масового розмноження жуків-короїдів, у результаті чого є вирубане близько 2,5 млн м³ деревини. Результати свідчать, що ефективно видалення повалених дерев до початку наступного літа дає можливість впливати на чисельність популяції (Kupca et al., 2012). Спалахи розвитку стовбурових жуків важко передбачити, так як на їх поведінку впливає біологія та місцеві особливості лісу. Для ефективного зниження чисельності жуків короїдів потрібно видаляти повалені буревієм та ослаблені дерева (Okland et al., 2016). Дослідження (Tudoran et al., 2016), проведені в Швеції, виявили, що поточна зміна клімату може вплинути як на динаміку популяцій, так і на види комах. Хвойні дерева (сосна та ялина) були атаковані стовбуровим шкідником *Ips typographus* та *Blastophagus piniperda*. Аналіз показує, що поширення цих комах може бути пов'язане з екологічними змінами. У хвойних лісах Канади періодично спостерігаються масштабні спалахи масового розмноження стовбурових шкідників. Наслідком цього є значне зниження рівня поглинання вуглецю хвойними деревами і його накопичення в результаті гниття відмерлої деревини. Зміна клімату сприяла безпрецедентно масштабному спалаху масового розмноження шкідливих комах і може підірвати здатність північних лісів зберігати атмосферу, поглинаючи вуглець і виробляючи кисень (Kurz et al., 2008).

Стовбурові шкідники є переносниками небезпечних хвороб. Багато стовбурових шкідників під час заселення дерев переносять на тілі або у кишківнику спори дереворуйнівних і деревозабарвлювальних грибів, що призводить до додаткового ураження дерев і зниження якості деревини (Bueno et al., 2010; Six, 2010). Зокрема *B. piniperda* є переносником спор збудників синяви. Це особливо небезпечно при заселенні здорового деревостою і негативно впливає на якість лісоматеріалів (Wingfield & Gibbs, 1991).

Проблема шкодочинності стовбурових шкідників у лісах України стоїть досить гостро. Масштабне вирубування лісів сприяло масовому знищенню гніздових стацій птахів-комахоїдів, та створило досить сприятливі умови для значного розмноження короїдів. Щоб зупинити подальше винищення хвойних лісів України, важливо зменшити осередки розмноження жуків-короїдів у вигляді вирубок відмерлих дерев, та зупинити винищення лісів (Zinchenko, 2016). Останнім часом в Україні спостерігається інтенсивне всихання соснових лісів (переважно в Поліссі, локально в Лісостепу). Площі масового всихання охоплюють Черкаську, Волинську, Житомирську, Львівську, Київську, Рівненську, Чернігівську Хмельницьку області та постійно збільшуються. Періоди, коли спостерігали погіршення стану лісів, збігалися з посухами, які з'явилися у конкретні періоди циркуляції атмосфери, досить тісно пов'язані з динамікою активності сонячної інсоляції. Циклічні зміни погодних умов корелюють із зменшення кількості опадів та збільшенням температури повітря, що відмічають в останні 100 років на земній кулі. Це призвело до неконтрольованого поширення стовбурових шкідників та викликало необхідність розробки рекомендацій щодо обстеження, нагляду та моніторингу

соснових насаджень в осередках усихання, критеріїв визначення заселеності дерев короїдами, захисту свіжозаготовленої деревини, особливостей проведення оздоровче - санітарних заходів (Mjeshkova et al., 2017).

У Сумській області проблема пошкодження стовбуровими шкідниками і особливо жуками-короїдами є також актуальною. В соснових лісах області виявлено 700 га лісу, пошкодженого жуками-короїдами. З дванадцяти лісогосподарських підприємств області короїдів виявили у дев'ятьох. Найбільше постраждали насадження у Кролевецькому та Шосткинському підприємствах, де хвойні порода переважаюча. Проблема масового руйнування хвойних лісів у національному природному парку «Деснянсько-Старогутський» останнім часом загострилась і потребує нагального вирішення. Основними причинами подібних явищ є негативна дія кліматичних змін, негативна лісогосподарська діяльність людини, і як результат, неконтрольоване поширення шкідливих організмів. Прогнозовано, що в майбутньому продовжиться потепління клімату, відбудеться кардинальна зміна видового складу деревостою та біології розвитку шкідників. Якщо при цьому не зупинити масову неконтрольовану вирубку лісів і не проводити заходів щодо обмеження чисельності найшкодочинніших організмів, то наслідки можуть бути катастрофічними не лише в межах окремого регіону, а і усю планету. Найважливішим факторами, що визначають динаміку чисельності жуків-короїдів є стан хвойних лісів та гідротермічні умови року досліджень. Прогнозовано, що кліматичні зміни в сторону потепління продовжаться, лісогосподарська діяльність людини посилиться, і це сприятиме новим спалахам масового поширення жуків-короїдів.

Мета цієї статті – встановити видову структуру стовбурових шкідників родини *Ipidae* на ділянках ослаблених природними чинниками, розрахувати чисельність окремих шкідливих видів, визначити екологічні показники стану популяції найпоширеніших видів шкідників на хвойних деревах.

Матеріал та методи досліджень

Визначення чисельності жуків-короїдів проводили в період 2015-2017 рр. умовах Улицького природоохоронного науково-дослідного відділення НПП «Деснянсько-Старогутський» у північній його частині (52°18'32" п.ш., 33°36'59" с.д.). На площі 2 га обрано дві пробних ділянки площею по 0,5 га ялинового і соснового лісу, ослаблених буревієм. Ділянки мали типові умови зростання та вік. В дослідженні використовували методикю «ловчі (модельні) дерева», яка базується на створенні привабливих умов для жуків-короїдів. На кожній ділянці закладали по 10 ловчих (модельних) дерев. У якості модельних дерев застосували вітровальну деревину поточних років та зрубані і викладені з кроною дерева. Таксаційні показники модельних дерев на дослідних ділянках хвойного лісу такі: довжина стовбура 13,5±0,7 м, діаметр стовбура на висоті 1,3 м від поверхні землі 23,5±0,5 см, для ялин довжина стовбура складала 8,8±0,4 м, діаметр стовбура на відстані 1,3 м від поверхні землі 20,5±0,5 см. Викладку ловчих дерев починали за місяць до початку льоту короїдів: з кінця лютого та в березні – проти першого покоління, в червні та липні – проти сестринського (другого). Перед викладкою модельних дерев провели ретельний огляд території проведення дослідження, визначили стан насаджень та видовий склад стовбурових шкідників. На дослідних ділянках розділили дерева по категоріях залежно від санітарного стану (I - здорові, II - ослаблені, III - дуже ослаблені, IV - усихаючі, V - сухостій свіжий, VI - сухостій старий). На заселених модельних деревах визначили видовий склад шкідників родини короїдів, відносну та екологічну щільність популяцій короїдів методом ентомологічного аналізу. На кожній ділянці ретельно оглядали модельні дерева, обрубували сучки, потім на стовбурі сокирою зробили пролиску на ширину долоні. На ній з'ясовували видовий склад шкідників за знайденими ходами, лінійкою вимірювали протяжність ходів, при цьому для встановлення кожного виду звертали увагу на характер їх розташування. Для визначення щільності короїдів закладали по 10 палеток на однаковій відстані одна від одної поздовж стовбура. На палетці, завчасно відміченій зарубками, пошарово знімали кору та луб і підраховували кількість маточних ходів та шлюбних камер, чисельність молодого покоління. За результатами розрахунків визначали чисельність шкідника (Mjeshkova et al, 2011).

Розраховували такі показники: зустрічність (частка вибіркової одиниці обліку з шкідником від усієї вибірки), відносна щільність (кількість особин визначеного виду жука на одиницю обліку (кількість оглянутих модельних дерев)), екологічна щільність (кількість екземплярів на одиницю об'єму кормового субстрату: 1 м² лубу, 1 м³ кори, 1 м³ деревини). Об'єм кормового субстрату визначали за методикою Goroshko & Rjabchuk (2001).

Одержані дані аналізували загальноприйнятими методами статистичного аналізу з використанням перевірки вибірки на нормальність розподілу та однорідність дисперсій. При розрахунку статистичних показників використовували 5-відсотковий рівень значущості, оцінювання коефіцієнтів кореляції проводили стандартними методами.

Результати досліджень

У результаті проведених досліджень встановлено, що заселеність жуками-короїдами залежала від категорії санітарного стану дерев на досліджуваних ділянках лісу. Провели розподіл деревостою на категорії в залежності від санітарного стану на досліджуваних ділянках: I - здорові дерева, II - ослаблені дерева, III - дуже ослаблені, IV - усихаючі, V - сухостій свіжий, VI - сухостій старий. Розподіл деревостою по категоріям санітарного стану дерев залежав від умов року та типу досліджуваної екосистеми (Рис. 1).

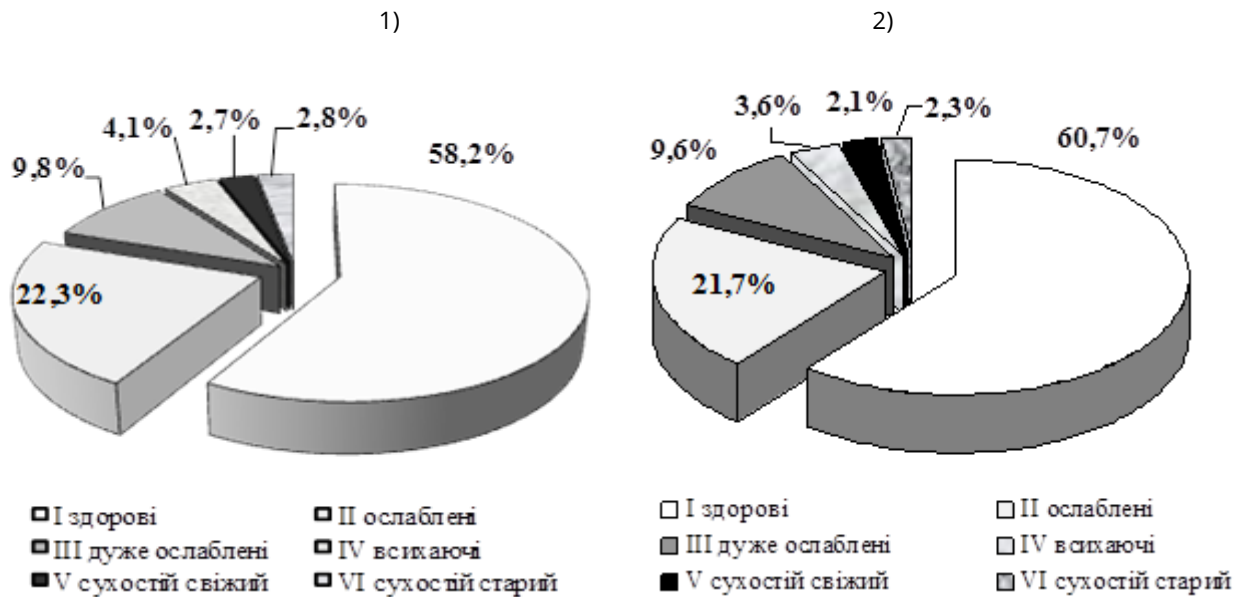


Рис. 1. Розподіл деревостою по категоріям в залежності від санітарного стану соснового лісу (1) та ялинового лісу (2) в середньому за 2015-2017 рр.

Більшість дерев досліджуваних ділянок соснового лісу належали до I категорії санітарного стану - в середньому 58,2%, 22,3% належали до категорії ослаблені дерева, 9,8% до III (дуже ослаблені), 4,1% до IV (усихаючі дерева). Найменше сосен належало до V та VI категорій, відповідно 2,7 та 2,8%. 60,7% ялин належали до I категорії санітарного стану, 21,7% належали до II категорії (ослаблені дерева), 9,6% до III (дуже ослаблені), 3,6% до IV (усихаючі дерева). Найменше ялин належали до V та VI категорій, відповідно 2,1 та 2,3%.

У результаті проведених спостережень у 2015-2017 рр. виявили 5 видів стовбурових шкідників хвойних лісів родини *Iridae*: лубоїд сосновий малий (*Blastophagus minor* Hart.), лубоїд сосновий великий (*Blastophagus piniperda* L.), верхівковий короїд (*Ips acuminatus* Gyll.), короїд-типограф (*Ips typographus* L.), стенограф, або короїд шести зубий (*Ips sexdentatus* Voern.). Малий сосновий лубоїд та шести зубий короїд надавали перевагу заселенню частин стовбурів з тонкою корою, тоді як інші види заселяли дерева переважно з товстою корою. На досліджуваних ділянках соснового і ялинового лісу домінуючими видами були *I. typographus* і *B. piniperda* (рис. 2, 3).

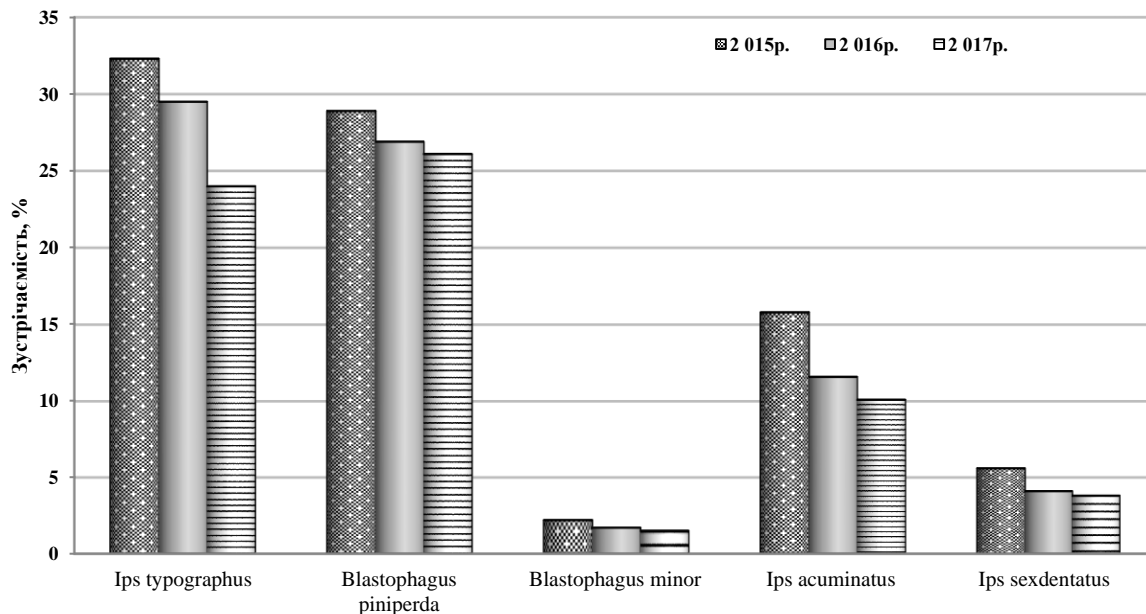


Рис. 2. Зустрічність жуків-короїдів в насадженнях соснового лісу, %

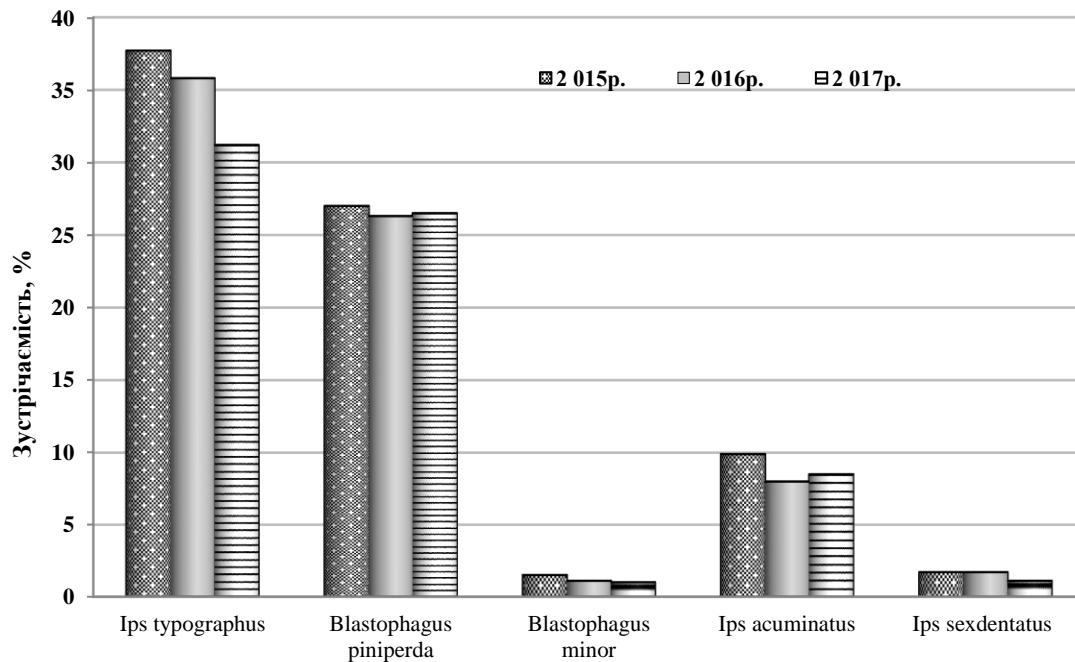


Рис. 3. Зустрічність жуків-короїдів в насадженнях ялинового лісу, %

Зустрічність *I. typographus* варіювала в межах 24,0-32,3 % залежно від умов року в соснових насадженнях і 31,2-37,7 % – в ялинових лісах. Зустрічність *B. piniperda* склала 26,1-28,9 % в соснових лісах і 26,5-28,0 % – в ялинових. *I. acuminatus* заселяв від 10,1 до 15,6 % досліджених соснових та 8,0-9,9 % ялинових дерев. Зустрічність *B. minor* і *I. sexdentatus* не перевищувала відповідно 3,8-5,6 та 1,0-1,5 %. *B. minor* на живих деревах заселяв переважно ділянки із тонкою корою, а на зрубаних деревах короїд поширювався на ділянки стовбура з перехідною і грубою корою. *B. piniperda* розвивався на відрізках дерев із перехідною корою. *I. acuminatus* заселяв відрізки гілок і стовбурів із перехідною та тонкою корою. Спостерігається зниження чисельності на ділянках соснового лісу за роками усіх видів, а найбільш помітний його рівень відбувся у *I. typographus* (з 32,3 до 24,0 %) та *I. acuminatus* (з 10,1 до 15,6 %). Те саме стосується ділянок ялинового лісу, де чисельність *I. typographus* знизилася на 6,5 % (з 37,7 до 31,2 %). Зустрічність *I. acuminatus* залишалась стабільною і незначно змінювалася в залежності від року.

Проведено визначення заселеності жуками-короїдами дерев різних категорій санітарного стану (табл. 1). В результаті встановлено, що в усі досліджувані роки дерева I категорії санітарного стану короїди не заселяли, заселеність дерев II категорії на ділянках соснового лісу склала 22,7-23,6 % в залежності від умов року, ялинового 20,7-21,9 %, заселеність III категорії склала відповідно 49,8-51,9% для соснового лісу та 42,3-46,0 % для ялинового лісу, сухостій свіжий та сухостій старий (відповідає V та VI категоріям) був заселений на 100 % кожного дослідного року для обох типів насаджень.

Таблиця 1. Заселеність дерев жуками-короїдами в залежності від категорії санітарного стану, в середньому за 2015-2017 рр., %

Тип насадження	Заселеність дерев, %					
	I категорія	II категорія	III категорія	IV категорія	V категорія	VI категорія
Сосновий ліс	0,0	23,1	50,8	68,0	100,0	100,0
Ялиновий ліс	0,0	21,2	43,7	54,5	100,0	100,0

У дослідженнях для виявлення видового складу, визначення зустрічності, відносної щільності, екологічної щільності, та прогнозу перспектив подальшого поширення комах-шкідників родини короїдів на ділянках ялинового та соснового лісу проводили аналіз модельних дерев. Для цього на стовбурі з низу до гори знімали стрічки кори шириною 10 см. За кількістю маточних ходів шкідників стовбура (на 1 дм²) на знекореній стороні стовбура встановили відносну щільність їх поселення. Щільність поселення є найважливішим параметром популяції жуків-короїдів, що визначає кормозабезпеченість і кормову норму короїдній сім'ї та регулює приріст популяції в період розвитку на дереві. Відносна щільність жуків-короїдів показує кількість екземплярів шкідника на модельне дерево і залежить від обсягів кормового субстрату (табл. 2). Низькі значення щільності поселення свідчать про достаток корму і можливості підвищення чисельності популяції, високі – про нестачу або погану якість корму і можливість зростання смертності і міграції жуків. Відносна щільність *B. piniperda* на модельних деревах соснового лісу виявилась істотно ($F_{\phi}=113,70 > F_{\kappa}=3,40$) нижчою в кожному наступному році, і є найвищою у 2015 році – 852,7 екз./дерево, а найменшою у 2017 році – 690,3 екз./дерево. Для ялинового лісу відносна щільність *B. piniperda* виявилась істотно ($F_{\phi}=5,41 > F_{\kappa}=,40$) нижчою в кожному наступному році, і є найменша у 2017 році – 147,8 екз./дерево, найвища у 2015 році – 192,6 екз./дерево. Незважаючи на виявлену високу відносну щільність *B. piniperda* на досліджених ділянках хвойного лісу упродовж періоду спостережень, помітна істотно значуща тенденція до зниження показника як для соснового, так і ялинового типів насаджень.

Таблиця 2. Відносна щільність *B. piniperda* в залежності від типу насадження, екз./дерево

Показник	Тип насадження	Рік дослідження		
		2015 р.	2016 р.	2017 р.
відносна щільність, екз./дерево (n=10)	сосновий ліс	852,7±11,9	713,3±16,9	690,3±7,0
			$F_{\phi} = 113,70 > F_{\kappa} = 3,40$	
відносна щільність, екз./дерево (n=10)	ялиновий ліс	192,6±12,5	164,4±7,8	147,8±8,4
			$F_{\phi} = 5,41 > F_{\kappa} = 3,40$	

Відомо, що *I. typographus* володіє досить широкою екологічною валентністю до комплексу чинників і тому може вважатися еврибіонтом, що дає йому можливість заселяти різноманітні місця проживання, або стації, придатні для його популяції. Про екологічну пластичність короїда-типографа свідчать його здатність виживати в широкому діапазоні температури і вологості середовища, витримуючи екстремальні їх прояви. За певних умов *I. typographus* краще розвивається на сосні при наявності ялинового кормового матеріалу. Саме це і спостерігали при проведенні наших досліджень (табл. 3). Відносна щільність *I. typographus* в сосновому лісі склала в середньому: 2015 р. – 636,4 екз./дерево, 2016 р. – 585,8 екз./дерево, 2017р. – 550,2 екз./дерево. Виявлена істотна різниця в зниженні відносної щільності за роками у ($F_{\phi} 11,09 > F_{\kappa}=3,40$). На дослідних ділянках ялинового лісу відносна щільність *I. typographus* зменшувалась не істотно в кожному наступному році ($F_{\phi}=2,04 > F_{\kappa}= 3,40$) і склала в середньому: 2015 р. – 183,8 екз./дерево, 2016 р. – 202,7 екз./дерево, 2017 р. – 203,4 екз./дерево.

Таблиця 3. Відносна щільність *I. typographus* в залежності від типу насадження, екз./дерево

Показник	Тип насадження	Рік дослідження		
		2015 р.	2016 р.	2017 р.
відносна щільність, (n=10)	сосновий ліс	636,4±14,7	585,8±21,1	522,3±17,7
			$F_{\phi}=11,09 > F_{\kappa}=3,40$	
відносна щільність, (n=10)	ялиновий ліс	183,8±2,6	202,7±2,7	203,4±1,8
			$F_{\phi}=5,64 > F_{\kappa}=3,17$	

У результаті визначення відносної щільності кожного досліджуваного виду шкідника родини короїдів значно заселеними є соснові ліси. Домінуючим видом цієї родини на ділянках соснових дерев є *B. Piniperda*.

Така відносна щільність шкідників стовбура даної родини у соснових лісах обумовлена особливістю території їх розміщення, які з усіх боків межують із ялиновими насадженнями (переважна більшість жуків-короїдів пошкоджують і ялинові, і соснові ліси). В соснових лісах відносна щільність *I. typographus* є істотно вищою ($F_{\phi}=1063,8 > F_{\kappa}=4,02$) ніж в ялинових. Відносна щільність *I. typographus* у період досліджень (2015-2017 рр.) є істотно нестабільною на ділянках соснового лісу, та істотно не змінною на ділянках ялинового лісу.

Щільність заселення стовбурових комах залежить від обсягу наявного субстрату для розмноження. Екологічна щільність показує кількість особин на одиницю об'єму кормового субстрату і залежить від заселеності ловчого дерева і від його таксаційних показників. Установлено зв'язок між чисельністю популяцій та кількістю кормового субстрату. Чим більша відносна щільність шкідливого організму і менший об'єм кормового, тим більшою є екологічна щільність виду, і навпаки, чим менша чисельність певного виду шкідника і більший об'єм субстрату (кори, лубу, деревини), тим екологічна щільність є меншою. Комахи-шкідники з високою екологічною щільністю завдають найбільшої шкоди деревам, які заселяють. Для визначення екологічної щільності короїдів хвойних насаджень визначили об'єкти кормового субстрату на кожне модельне дерево (табл. 4).

Таблиця 4. Обсяги кормового субстрату модельних дерев на досліджуваних ділянках в залежності від типу насадження

Тип насадження	Тип кормового субстрату / Рік								
	кора, м ³			луб, м ²			деревина, м ³		
	2015 р.	2016 р.	2017 р.	2015 р.	2016 р.	2017 р.	2015 р.	2016 р.	2017 р.
сосновий ліс	0,096	0,066	0,071	2,441	2,470	2,598	0,340	0,337	0,349
ялиновий ліс	0,049	0,039	0,040	1,511	1,513	1,516	0,211	0,210	0,211

Обсяги кормового субстрату визначали у об'ємі кори, деревини, та площі лубу. Проведено кореляційний аналіз по визначенню взаємозв'язку між обсягами кормового субстрату кори, деревини та лубу. Установлено, що між цими показниками існує середній прямиий кореляційний зв'язок для соснового лісу в межах $r = 0,60-0,59$; для ялинового лісу –

в межах 0,61-0,43. Установлено, що обсяги кормового субстрату залежать від породи дерева і таксаційних показників, таких як діаметр та довжина стовбура.

Показники екологічної щільності *B. piniperda* порівняно з *I. typographus*, є значно вищими (табл. 5, 6). Найбільше середнє значення показника екологічної щільності *B. piniperda* на досліджених ділянках соснових насаджень є найвищим у 2015 році і складало 12365,9 екз./м³ кори, 2541,1 екз./м³ деревини, 349,4 екз./м² лубу. Найменше середнє значення показника у 2017 році і складало 9658,5 екз./м³ кори, 2039,7 екз./м³ деревини, 265,7 екз./м² лубу. По показнику тип кормового субстрату кора спостерігається істотне суттєве зменшення екологічної щільності в залежності від року досліджень і для соснового лісу ($F_{\phi}=351,02 > F_{\kappa}=3,40$), і для ялинового ($F_{\phi}=3,25 > F_{\kappa}=3,40$). Істотно вищою є екологічна щільність *B. Piniperda* по показнику тип кормового субстрату кора в сосновому лісі, ніж в ялиновому ($F_{\phi}=1862,3 > F_{\kappa}=4,02$).

Таблиця 5. Екологічна щільність *Blastophagus piniperda* в залежності від типу кормового субстрату

Тип кормового субстрату / Тип насадження	Рік дослідження		
	2015 р.	2016 р.	2017 р.
сосновий ліс			
кора, екз./м ³	12365,9±98,3	10330,7±89,5	9658,5±346,3 $F_{\phi}=351,02 > F_{\kappa}=3,4$
деревина, екз./ м ³	2541,1	2116,3	2039,7
луб, екз./м ²	349,4	279,5	265,7
ялиновий ліс			
кора, екз./м ³	4589,4±214,4	4233,9±137,0	3779,4±84,8 $F_{\phi}=13,25 > F_{\kappa}=3,40$
деревина, екз./ м ³	914,4	780,9	700,7
луб, екз./м ²	127,2	108,9	97,7

Екологічна щільність *I. typographus* на досліджених ділянках соснового та ялинового лісу варіювала за роками досліджень з істотно значущим зниженням у 2016 і 2017 роках. При цьому екологічна щільність шкідника для показника тип кормового субстрату «кора» є істотно більшою в сосновому лісі ($F_{\phi}=236,16 > F_{\kappa}=4,02$), ніж в ялиновому. Найвище середнє значення показника екологічної щільності на дослідних ділянках ялинових насаджень спостерігали у 2015 році: 4715,2 екз./м³ кори, 877,3 екз./ м³ деревини, 124,5 екз./м² лубу, а найменше у 2017 році: 5224,9 екз./м³ кори, 972,2 екз./ м³ деревини, 134,5 екз./м² лубу. Спостерігали істотно значуще зменшення екологічної щільності *I. typographus* по показнику тип кормового субстрату «кора» кожного наступного року як у сосновому ($F_{\phi}=11,01 > F_{\kappa}=3,40$), так і ялиновому лісу ($F_{\phi}=7,99 > F_{\kappa}=3,40$). Зниження екологічної щільності поселення свідчить про достаток корму, наявність вільної території для розселення та розширення ареалу, і прогнозовано, до можливого зростання чисельності популяції *I. typographus*.

Таблиця 6. Екологічна щільність *Ips typographus* в залежності від типу кормового субстрату

Тип кормового субстрату / Тип насадження	Рік дослідження		
	2015 р.	2016 р.	2017 р.
сосновий ліс			
кора, екз./м ³	9224,5	8520,2	7610,4 $F_{\phi}= 35,18 > F_{\kappa} = 3,40$
деревина, екз./ м ³	1895,5	1743,2	1545,4
луб, екз./м ²	260,7	229,4	201,1
ялиновий ліс			
кора, екз./м ³	4705,3±40,0	5163,9±108,7	5097,3±19,7 $F_{\phi}= 7,99 > F_{\kappa} = 3,40$
деревина, екз./ м ³	877,3	961,4	972,2
луб, екз./м ²	124,5	133,9	134,5

Жуки-короїди заселяють свіжий вітровал, бурелом, а також хворі і ослаблені іншими чинниками окремі дерева, їх групи в глибині лісу. В цих же умовах формуються і розвиваються осередки масового розмноження короїда-типографа і часто значного, аж до суцільного всихання дерев. Зменшення загальної заселеності хвойних лісів короїдами, а також зменшення показників їх відносної та екологічної щільності на територіях дослідження, в першу чергу пов'язані з кліматичними змінами умов території. Зима 2014-2015 років була досить м'якою, з достатньою кількістю снігу, а літо вологе і тепле. За таких сприятливих умов відбувається активне розмноження жуків-короїдів. Зима 2015-2016 рр. характеризувалася заниженими температурами і засніженістю, а літній період був сухий і жаркий. Це викликало певне зниження щільності жуків-короїдів, зменшення активності їх розселення по хвойних біоценозах.

Висновки

Кліматичні зміни та активна лісогосподарська діяльність людини призвели до зміни структури і складу лісів, неконтрольованого поширення шкідливих організмів, і масового руйнування хвойних насаджень. Установлено, що в середньому 58,2 % дерев досліджуваних ділянок соснового лісу належали до I категорії санітарного стану, 22,3% належали до II, 9,8% до III, 4,1% до IV, 2,7% до V, 2,8% до VI, для ялинового лісу показники такі: до I категорії належали 60,7%, до II - 21,7%, до III - 9,6%, до IV - 3,6%, до V та VI відповідно 2,1 та 2,3% дерев. В усі роки досліджень дерева I категорії санітарного стану короїди не заселяли, заселеність дерев II категорії на ділянках соснового лісу склала 22,7-23,6 % в залежності від умов року, ялинового 20,7-21,9 %, заселеність III категорії склала відповідно 49,8-51,9% та 42,3-46,0 %, сухостій свіжий та сухостій старий (відповідає V та VI категоріям) був заселений на 100 % для обох досліджуваних екосистем. Виявлено 5 видів стовбурових шкідників хвойних насаджень досліджуваного регіону з родини короїдів (*Ipidae*): лубоїд сосновий малий (*Blastophagus minor* Hart.), лубоїд сосновий великий (*Blastophagus piniperda* L.), верхівковий короїд (*Ips acuminatus* Gyll.), короїд-типограф (*Ips typographus* L.), короїд шестизубий, або стенограф (*Ips sexdentatus* Voern.). Зустрічність *I. typographus* варіювала в межах 24,0-32,3 % залежно від умов року в соснових насадженнях і 31,2-37,7 % – в ялинових лісах, Зустрічність *B. piniperda* склала 26,1-28,9 % в соснових лісах і 26,5-28,0% в ялинових, *I. acuminatus* заселяв 10,1-15,6 % сосен та 8,0-9,9 % ялин, Зустрічність *B. minor* і *I. sexdentatus* не перевищувала відповідно 3,8-5,6 та 1,0-1,5 %. Установлено, що домінуючим видом на ділянках соснового лісу є *B. piniperda*, а в ялинових лісах найбільш численним видом є *I. typographus*,. Відносна щільність *B. piniperda* та *I. typographus* варіювала в залежності від умов року та типу насадження. Установлено зв'язок між щільністю популяції та кількістю кормового субстрату: чим вища відносна щільність певного виду короїда і менша кількість кормового субстрату (кори, лубу, деревини), тим екологічна щільність виду є вищою. Між показниками кора, деревина та луб існує середній прямиий кореляційний зв'язок: для соснового лісу $r=0,60-0,59$, для ялинового $r=0,61-0,43$. Показники екологічної щільності для *I. typographus* порівняно з *B. piniperda* є значно вищими. Найбільше середнє значення показника екологічної щільності *I. typographus* на досліджених ділянках соснових насаджень спостерігали у 2015 році, відповідно 9224,5 екз./м³ кори, 260,7 екз./м³ лубу, 1895,5 екз./м² деревини. На досліджених ділянках ялинового лісу найбільше значення показника екологічної щільності спостерігали також у 2015 році: 4715,2 екз./м³ кори, 943,4 екз./м³ деревини, 134,5 екз./м² лубу. Встановлено зниження екологічної щільності з роками, що свідчить про достаток корму і можливості зростання чисельності популяції лубоїда *B. piniperda*, а високі показники екологічної щільності *I. typographus* свідчать про нестачу або погану якість корму і можливості підвищення смертності та міграції жуків.

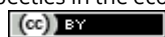
References

- Berec, L., Dolehal, P., Hais, M. (2013). Population dynamics of *Ips typographus* in the Bohemian Forest (Czech Republic): Validation of the phenology model PHENIPS and impacts of climate change. *Forest Ecology and Management*, 292, 1-9. doi:[10.1016/j.foreco.2012.12.018](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.12.018).
- Bright, B., Hicke, J.A., Hudak, A. (2012). Landscape-scale analysis of aboveground tree carbon stocks affected by mountain pine beetles in Idaho. *Environ Res Lett*, 7(4), 1-6. doi:[10.1088/1748-9326/7/4/045702](https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/4/045702).
- Brygadyrenko, V. V. (2016). Effect of canopy density on litter invertebrate community structure in pine forests. *Ekológia (Bratislava)*, 35(1), 90-102. doi:[10.1515/eko-2016-0007](https://doi.org/10.1515/eko-2016-0007).
- Ghimire, B., Williams, C.A., Collatz, G.J., Vanderhoof, M.E., Rogan, J., Kulakowski, D., Masek, J.G. (2015). Large carbon release legacy from bark beetle outbreaks across western United States. *Global Change Biology*, 21(8), 3087-3101. doi: [10.1111/gcb.12933](https://doi.org/10.1111/gcb.12933).
- Ghimire, R.P., Kivimäenpää, M., Blomqvist, M., Holopainen, T., Lyytikäinen-Saarenmaa, P., Holopainen, J.K. (2016). Effect of bark beetle (*Ips typographus* L.) attack on bark VOC emissions of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) trees. *Atmospheric Environment*, 126, 145-152 (in Finnish). doi:[10.1016/j.atmosenv.2015.11.049](https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.11.049).
- Goroshko, M.P., Rjabchuk, V.P. 2001. Lisova taksacija [Forest tax]. UkrDLTU, L'viv (in Ukrainian).
- Hicke, J.A., Johnson, M. C., Hayes, J.L., Preisler, H.K. (2012). Effects of bark beetle-caused tree mortality on wildfire. *Forest Ecology and Management*, 271, 81-90. doi:[10.1016/j.foreco.2012.02.005](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.02.005).
- Horn, A., Kerdelhué, C., Lieutier, F. and Rossi, J.-P. (2012). Predicting the distribution of the two bark beetles *Tomicus destruens* and *Tomicus piniperda* in Europe and the Mediterranean region. *Agricultural and Forest Entomology*, 14, 358-366. doi: [10.1111/j.1461-9563.2012.00576.x](https://doi.org/10.1111/j.1461-9563.2012.00576.x).
- Jönsson, A.M., Appelberg, G., Harding, S., Barring, L. (2008). Spatio-temporal impact of climate change on the activity and voltinism of the spruce bark beetle, *Ips typographus*. *Global Change Biology*, 15(2), 486-499. doi: [10.1111/j.1365-2486.2008.01742.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2008.01742.x).
- Kurz, W.A., Dymond, C.C., Stinson, G., Rampley, G.J., Neilson, E.T., Carroll, A.L., Ebata, T., Safranyik, L. (2008). Mountain pine beetle and forest carbon feedback to climate change. *Nature*, 452, 987-990. doi:[10.1038/nature06777](https://doi.org/10.1038/nature06777).
- Lausch, A., Fahse, L., Heurich, M. (2011). Factors affecting the spatio-temporal dispersion of *Ips typographus* (L.) in Bavarian Forest National Park: A long-term quantitative landscape-level analysis. *Forest Ecology and Management*, 261(2), 233-245. doi: [10.1016/j.foreco.2010.10.012](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.10.012).
- Lausch, A., Heurich, M., Fahse, L. (2013). Spatio-temporal infestation patterns of *Ips typographus* (L.) in the Bavarian Forest National Park, Germany. *Ecological Indicators*, 31, 73-81. doi:[10.1016/j.ecolind.2012.07.026](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.07.026).

- Lieutier, B.F., Day, K.R., Battisti, A., Gregoire, J.-C., Evans, H.F., Faccoli, M., Knížek, M., Beaver, R., Sauvard, D., Byers, J. A., Kenis, M., Wermelinger, B., Nordlander, G., Kenis, M., Halldorson, G., Wegensteiner, R., Griffin C. T., Moraal, L.G., Pajares, J.A., Hilszczanski, J. (2004). Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis. *Integrated Natural Resources Modelling and Management*, 570. doi:[10.1007/978-1-4020-2241-8](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2241-8).
- Ljal'ko, V. I., Jelistratova, L. O., Kul'bida, M. I., (2015). Parnykovyj efekt i zminy klimatu v Ukraini: ocinky ta naslidky [Greenhouse effect and climate change in Ukraine: estimates and implications *Ukrainian Earth Remote Sensing Journal*]. *Ukrain's'kyj zhurnal dystancijnogo zonduvannja Zemli*, 6, 64-84 (in Ukrainian).
- Lovynska, V.M., Sytnyk, S.A. Maslikova, K.P., Gritsan, Y.I. (2017). Osobennosti produktivnosti sosnovyh drevostoev v lesonasazhdenijah Severnoj Stepi Ukrainy [Peculiarities of productivity of pine stands in plantations of the northern steppe of Ukraine]. *Biosystems Diversity*, 25(1), 39-44. doi:[10.15421/011706](https://doi.org/10.15421/011706).
- Maslov, A.D., Komarova, I.A., Kotov, A.S., (2014). Dinamika rozmnozhenija koroeda-tipografa v central'noj Rossii v 2010-2013 gg. i prognoz na 2014 g [Dynamics of reproduction of bark beetle in Central Russia in 2010-2013 and the forecast for 2014]. *Ohrana i zashhita lesa*, 1, 38-42 (in Russian).
- Mjeshkova V.L., Vysoc'ka N.Ju., Orlov O.O., Borodavka V.O., Zhezhkun A.M., Usc'kyj I.M., 2017. Tymchasovi rekomendacii' shhodo provedennja pershochergovyh zahodiv u sosnovyh lisah, poshkodzhenyh koroj'damy [Provisional recommendations for the taking priority measures in pine forests damaged by bark beetles]. Harkiv (in Ukrainian).
- Mjeshkova, V.L. Gamajunova, S.G., Novak, L.V., Kukina, O.M., Skryl'nyk, Ju.Je., Sokolova, I.M., Nazarenko, S.V., Koljenkina, M.S., Galiv, G.M., Kucherjavenko, V.I., Davydenko, K.V., Chudak, V.V., Malic'kyj, I.V. 2011. Metodychni rekomendacii' shhodo obstezhennja osередkiv stovburovyh shkidnykiv lisu [Methodical recommendations for the survey of stem pest cells in the forest]. *UkrNDILGA*, Harkiv (in Ukrainian).
- Okland, B., Nikolov, C., Krokene, P., Vakula, J. (2016). Transition from windfall- to patch-driven outbreak dynamics of the spruce bark beetle *Ips typographus*. *Forest Ecology and Management*, 363, 63-73. doi:[10.1016/j.foreco.2015.12.007](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.12.007).
- Overbeck, M., Schmidt M. (2012). Modelling infestation risk of Norway spruce by *Ips typographus* (L.) in the Lower Saxon Harz Mountains (Germany). *Forest Ecology and Management*, 266, 115-125. doi:[10.1016/j.foreco.2011.11.011](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.11.011).
- Pahomov, O.Je., Brygadyrenko, V.V. (2005). Konceptcija systemy zahodiv z ohorony navkolyshn'ogo pryrodnogo seredovyssha Dnipropetrovs'koi' oblasti na 2005–2015 roky [Concept of the system of environmental protection measures of Dnipropetrovsk region for 2005-2015]. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, Ekology*, 13(1), 214-224 (in Ukrainian). doi: [10.15421/010538](https://doi.org/10.15421/010538).
- Ponel, P., Ponel, V.A., Bouiron, M. (2014). Vegetation and landscape from 14th to 17th century AD in Marseille city centre, reconstructed from insect and pollen assemblages. *Quaternary International*, 341, 152-171. doi:[10.1016/j.quaint.2014.04.034](https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.04.034).
- Raffa, K.F., Aukema, B.H., Bentz, B.J., Carroll, A.L., Hicke J.A., Turner, M.G., Romme W.H. (2008). Cross-scale Drivers of Natural Disturbances Prone to Anthropogenic Amplification: The Dynamics of Bark Beetle Eruptions. *BioScience*, 58(6), 501-517. doi:[org/10.1641/B580607](https://doi.org/10.1641/B580607).
- Scheller, R.M., Kretchun, A.M., Loudermilk, E.L., Hurteau, M.D., Weisberg, P.J., & Skinner, C. (2017). Interactions Among Fuel Management, Species Composition, Bark Beetles, and Climate Change and the Potential Effects on Forests of the Lake Tahoe Basin. *Ecosystems*, 8, 1-14. doi: [10.1007/s10021-017-0175-3](https://doi.org/10.1007/s10021-017-0175-3).
- Schwalter, T. D. (2013). Ecology and Management of Bark Beetles. *International Symposium on Forest Health Management*, 33(3-4), 167-187. doi:[10.6661/TESE.2013013](https://doi.org/10.6661/TESE.2013013).
- Six, D.L., Wingfield, M.J. (2011). The Role of Phytopathogenicity in Bark Beetle – Fungus Symbiosis: A Challenge to the Classic Paradigm. *Annual Review of Entomology*, 56, 255–272. doi:[10.1146/annurev-ento-120709-144839](https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120709-144839).
- Speckman, H.N., Frank, J.M., Bradford, J. B., Miles, B.L., Massman, W.J., Parton, W.J., Ryan, M.G. (2014). Forest ecosystem respiration estimated from eddy covariance and chamber measurements under high turbulence and substantial tree mortality from bark beetles. *Global Change Biology*, 21(2), 708-721. doi:[10.1111/gcb.12731](https://doi.org/10.1111/gcb.12731).
- Tudoran, M.M., Marquer, L., Jonsson, A.M. (2016). Historical experience (1850-1950 and 1961-2014) of insect species responsible for forest damages in Sweden: influence of environmental and land management changes, 381, 347-359. doi: [10.1016/j.foreco.2016.09.044](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.09.044).
- Wingfield, M.J., Gibbs, J.N. (1991). *Leptographium* and *Graphium* species associated with pine-infesting bark beetles in England. *Mycological Research*, 95, 1257–1260. doi:[10.1016/S0953-7562\(09\)80570-4](https://doi.org/10.1016/S0953-7562(09)80570-4).
- Zinchenko, O.V., (2016). Chastota vyjavlennja ta osoblyvosti zaselennja derev stovburovymy komahamy v oslablenyh riznyh chynnykamy sosnovyh derevostanah Lisostepovoi' chastyny Harkivs'koi' oblasti [Frequency of detection and peculiarities of the settlement of trees by stem-insects in the weakened by various factors in the pine tree stands of the forest-steppe part of the Kharkiv region]. *Lisivnyctvo i agrolisomelioracija*, Harkiv: UKRNDILGA, 129, 162-168 (in Ukrainian).

Citation:

Burdulanyuk, A.O., Tatarynova, V.I., Vlasenko, V.A., Demenko, V.M., Rozhkova, T.O., Bakumenko, O.M. (2018). Dynamics of the number of bark beetles in the ecosystemis of Polissya coniferous forests (Sumy oblast, Ukraine). *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(2), 95–104.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0. License