

ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ ШКІДЛИВОСТІ КОМАХ-ХВОЄЛИСТОГРИЗІВ

В.Л. МЕШКОВА

*Український НДІ лісового господарства та агролісомеліорації
ім. Г.М. Висоцького*

Наведено характеристику методичних підходів до визначення зв'язків між показниками «щільність популяції комах — рівень пошкодження крон дерев (дефоліації)» та «рівень дефоліації — наслідки для дерев і насаджень». Розглянуто критерії оцінювання спроможності видів комах-хвоєлистогризів до заподіявання шкоди лісу. Визначено шляхи вдосконалення прогнозування рівнів пошкодження крон комахами-хвоєлистогризами за даними про щільність їхніх популяцій. Проаналізовано чинники, які впливають на результати оцінювання втрат приросту дерев чи змін їхнього санітарного стану внаслідок пошкодження комахами-хвоєлистогризами.

Ключові слова: комахи-хвоєлистогризи, критична чисельність, шкідливість, дефоліація, санітарний стан дерев, приріст дерев.

Подходы к оценке вредоносности хвоелистогрызущих насекомых

В.Л. Мешкова

Приведена характеристика методических подходов к определению связей между показателями «плотность популяции насекомых — уровень повреждения крон деревьев (дефолиации)» и «уровень дефолиации — последствия для деревьев и насаждений». Рассмотрены критерии оценки способности видов хвоелистогрызущих насекомых наносить вред лесу. Определены пути совершенствования прогнозирования уровней повреждения крон хвоелистогрызущими насекомыми по данным о плотности их популяций. Проанализированы факторы, влияющие на результаты оценки потерь прироста деревьев или изменения их санитарного состояния вследствие повреждения хвоелистогрызущими насекомыми.

Ключевые слова: хвоелистогрызущие насекомые, критическая численность, вредоносность, дефолиация, санитарное состояние деревьев, прирост деревьев.

Approaches to evaluation of injuriousness of foliage browsing insects

V.L. Meshkova

Methodical approaches for evaluation the relations between characteristics “insect population density — level of crown damage (defoliation)” and “defoliation level — consequences for trees and stands” are presented. Criteria of estimation for ability of foliage browsing insects to damage forest are considered. Species of foliage browsing insects, which damage trees up to economically significant level, are able to rapid increase their population and maintain it for several years. List of forest plots, where crown damage by foliage browsing insects is expected, as well as the borders of their foci of mass propagation is expedient to determine using forest inventory data and score of preference of forest plots for mass propagation of one or another insect species. Prediction of threat of crown damage by foliage browsing insects using population number is the most precise in the case of assessment of eggs (before hatch) or the youngest larvae. Factors, which influence on the results of evaluation of increment losses or sanitary condition change in result of tree damage by foliage browsing insects are analyzed. These indices depend on regional climate, weather, ecological conditions of forest plot, increment and condition of trees before beginning of outbreak, as well as from period of insect feeding, possibility and temps of crown regeneration.

Key words: foliage browsing insects, threshold population density, injuriousness, defoliation, sanitary condition of trees, increment of trees.

Вступ. Для ефективного захисту лісу важливо знати які види комах, де, коли та якою мірою можуть його пошкоджувати. Серед сотень видів лісових комах шкідливі види становлять декілька десятків, причому загроза для лісу існує лише в окремих регіонах, на окремих ділянках деревостанів і за умов, які сприятливі для швидкого зростання чисельності популяцій комах та їхньої високої життєздатності. На відміну від сільського господарства, продукцію якого одержують щорічно, основну продукцію лісу — деревину — часто одержують через десятки років після його пошкодження комахами-хвоєлистогризами, іноді неодноразового. При цьому, за сприятливих умов, санітарний стан дерев і темпи приросту деревини поступово відновлюються. У зв'язку з цим, заходи захисту лісу мають застосовуватися, якщо вони спроможні запобігти пошкодженню лісу на економічно небезпечному рівні, і не застосовуватися взагалі, якщо вони економічно або екологічно не виправдані. Згідно з цим, кількісне оцінювання шкідливості комах-хвоєлистогризів має включати визначення зв'язків між щільністю популяції та рівнем пошкодження крон (які характеризують ентоморезистентність дерев), а також — між рівнем пошкодження крон і реакцією дерев (рівнем змін санітарного стану, приросту й відпаду дерев, які характеризують їхню ентомотолерантність). Незважаючи на велику кількість досліджень, присвячених оцінюванню зазначених зв'язків, одержані висновки часто суперечливі, що пов'язане з відмінностями методичних підходів і екологічними особливостями регіонів і насаджень.

Метою наших досліджень було оцінювання методичних підходів до визначення зв'язків між показниками «щільність популяції комах — рівень пошкодження крон дерев (дефоліації)» та «рівень дефоліації — наслідки для дерев і насаджень (життєздатності та інтенсивності росту)». У цій роботі не розглядаються непрямі наслідки пошкодження крон дерев комахами для

лісової екосистеми (зміни мікроклімату, структури деревостану, циклів поживних речовин тощо).

Матеріал і методи. Основою досліджень є майже 40-річний досвід автора і публікації у наукових виданнях, переважно за останні роки. Номенклатуру типів лісорослинних умов наведено за класифікацією П.С. Алексеєва-Погребняка (Погребняк, 1955), а категорії санітарного стану дерев — за «Санітарними правилами в лісах України» (Санітарні..., 1995): I — без ознак ослаблення; II — ослаблені; III — сильно ослаблені; IV — всихаючі; V — свіжий сухостій; VI — старий сухостій.

Результати досліджень. При визначенні переліку потенційно шкідливих видів комах-хвоєлистогризів (спроможних до заподіювання шкоди) беруть до уваги насамперед їхню здатність до збільшення чисельності, поширення у просторі деревостанів, особливості кормової спеціалізації (моно-, оліго-, поліфагія), вимоги до кількості та якості листя (хвої) (Надзор..., 1965; Мешкова, 2011). Водночас кількість листя (хвої), яку споживає комах за період розвитку (так звана кормова норма), варіює в окремих популяціях тих самих видів і залежить від їхньої щільності, життєздатності та якості корму (Голубев и др., 1980).

Критеріями, за якими комах можна вважати шкідливими, вважають також тривалість періоду їхнього живлення, строків майже повної втрати листя (хвої) та періоду, необхідного для розвитку непошкоджених дерев за рахунок хвої або листя поточного року (Мозолева, Долженко, 1979). Жоден із цих критеріїв сам по собі не може бути вирішальним. Так, за розрахунками зазначених авторів, шкідливість дубової чубатки (*Notodonta anceps* Goeze.) та золотуза (*Euproctis chrysorrhoea* L.), які зрідка утворюють масові розмноження в лісах України, оцінено у 69,4 та 59,1 бала, а дуже поширених зеленої дубової листокрутки (*Tortrix viridana* L.) та зимового п'ядуна (*Operophtera brumata* L.) — в 13,6 і 18 балів відповідно.

Кормова норма соснового бражника (*Sphinx pinastri* L.) сягає 12,3 г, а рудого соснового пильщика — 0,91 г (Голубев и др., 1980). Перший вид є складовим комплексу хвоєгризів у Сибіру (Пальникова и др., 2002), але в Україні не утворює осередків масового розмноження, тоді як осередки другого виду посідають провідне місце за площею, яка останнім часом росте (Мешкова, 2002; Meshkova, Davydenko, 2011). Окремі види (*Archips xylosteanus* L., *A. rosana* L., *Pandemis cerasana* Hübn., *Ptycholoma lecheana* L.) поширені в осередках раннього весняного комплексу комах-листогризів, але жоден із них неспроможний збільшити чисельність до небезпечного для лісу рівня. Інші види під час спалахів масового розмноження об'їдають листя майже на 100% (наприклад, червонохвіст *Dasychira pudibunda* L.), але вже наступного року чисельність популяції зменшується до дуже низького рівня внаслідок дії природних чинників.

При наданні бальної оцінки шкідливості комах доцільно зважати також на те, що початок і тривалість періоду живлення личинок, так само як і початок та темпи розвитку листя (хвої), залежать від температури навколишнього середовища. Ще понад 10 років тому нами було запропоновано класифікацію комах-хвоєлистогризів за типами сезонного розвитку (Мешкова, 2002), що дало змогу визначити різні підходи до прогнозування появи окремих стадій комах-хвоєлистогризів, а також обґрунтувати фенологічну теорію динаміки популяцій. Зазначена теорія пов'язує різноманіття у динаміці окремих популяцій із відмінностями дат початку і темпів розвитку кормових рослин, комах-хвоєлистогризів і ентомофагів, які залежать від співвідношення темпів прогрівання повітря та ґрунту.

Шкідливість комах, як і динаміка їхніх популяцій, залежить від особливостей сезонного розвитку видів. Шкідливість комах, які живляться весною, залежить від співвідношення термінів появи й розвитку личинок і листя і може бути як дуже низькою (якщо личинки

вилупилися за декілька днів до початку розвитку бруньок або після повного розвитку листя), так і дуже високою (якщо личинки почали живлення у бруньці, яка щойно розкрилася). Загалом види, гусінь яких живиться бруньками або листям, яке щойно розпускається, спричиняють більшу втрату листя, ніж ті, гусінь яких живиться листям повного розміру, оскільки у бруньці вона знищує майбутній пагін. Водночас у випадку пошкодження комахами бруньок і молодого листя (зокрема листокрутками та п'ядунами раннього весняного комплексу) майже завжди відразу відбувається його відновлення за рахунок сплячих і запасних бруньок (Рубцов, Уткина, 2008). Під час пошкодження хвої минулих років рудим сосновим пильщиком на початку вегетаційного періоду асиміляційний апарат також відновлюється завдяки розвитку хвої поточного року (Мешкова, Коленкіна, 2009). Ще важче оцінити шкідливість видів комах, які мають два і більше поколінь, що можуть перекриватися або перериватися літньою діапаузою особин.

Критеріями визначення найбільш небезпечних видів комах-хвоєлистогризів є також частота, інтенсивність і тривалість їхніх масових розмножень. Так, середня тривалість масових розмножень комах-хвоєлистогризів становить від 3 до 7 років, збільшуючись від західних до східних і південних регіонів України. Найбільш тривалими є спалахи комах (зокрема зеленої дубової листокрутки), для яких характерний найменший період уразливості до дії регулювальних чинників. Найменша тривалість масового розмноження в умовах України типова для соснової совки (*Panolis flammea* Schiff.), лялечки якої уразливі до дії абіотичних і біотичних чинників упродовж декількох місяців, у тому числі літніх (Мешкова, 2009).

Серед комах, які пошкоджують у лісах України листя дуба звичайного (*Quercus robur* L.), найбільше значення мають представники ранньовесняного комплексу листокруток (Tortricidae) і п'ядунів (Geometridae). Комплекс лис-

товійок представлений наступними видами: глодовою (*Archips crataegana* Hübn.), строкато-золотистою (*Archips xylosteanus* L.), розанною (*Archips rosana* L.), кривовусою смородиною (*Pandemis cerasana* Hübn.), зеленою дубовою (*Tortrix viridana* L.), свинцевосмугастою (*Ptycholoma lecheana* L.), вербовою кривовусою (*Pandemis heparana* Den. & Schiff.), димчастою (*Croristoneura diversana* Hübn.). Серед п'ядунів найбільш численними є обдирало звичайний (*Erannis defoliaria* Cl.), п'ядун-обдирало облямівковий (*Agriopsis marginaria* F. (= *Eranis marginaria* F.)), п'ядун-обдирало сірий (*Agriopsis leucophaearia* Schiff. (= *Erannis leucophaearia* Schiff.)), зимовий п'ядун (*Operophtera brumata* L.). Зрідка трапляються і п'ядуни-шовкопряди: *Lysia hirtarius* Cl. (= *Biston hirtaria* Cl.), *Apocheima hispidaria* Schiff. (= *Biston hispidaria* Schiff.), *Phigalia pedaria* F.

Меншою мірою останнім часом поширені в лісах України непарний шовкопряд *Lymantria dispar* L., золотугуз *Euproctis chrysorrhoea* L., червонохвіст *Dasychira pudibunda* L. (Lymantriidae), дубовий похідний шовкопряд *Thaumetopoea processionea* L. (Eupterotidae), дубова чубатка *Notodonta anceps* Goeze., лунка срібляста *Phalera bucephala* L. (Notodontidae).

Комахи-хвоегризи, для яких характерні масові розмноження в Україні, трофічно пов'язані переважно із сосною звичайною (*Pinus sylvestris* L.). Найбільші за площею осередки характерні для звичайного (*Diprion pini* L.) та рудого (*Neodiprion sertifer* Geoffr.) соснових пильщиків (Hymenoptera, Diprionidae), а також представників ряду Lepidoptera — соснової совки *Panolis flammea* Schiff. (Noctuidae), соснового шовкопряду *Dendrolimus pini* L. (Lasiocampidae), соснового п'ядуна *Bupalus piniarius* L. (Geometridae). Найменш поширені осередки масового розмноження шовкопряду-монашки *Lymantria monacha* L. (Lymantriidae).

Загалом потенційно шкідливі види можуть бути мало поширеними у певних регіонах і лісорослинних умовах,

що відбивається й на рівні їхньої шкідливості. На базі статистичного аналізу даних стосовно поширеності основних видів комах-хвоелистогризів нами запропоновано бальну оцінку принадності ділянок насаджень і розроблено алгоритм визначення переліку ділянок, меж і площ осередків масового розмноження за базами даних лісовпорядкування (Мешкова, 2009). При цьому беруть до уваги тип лісорослинних умов (ТЛУ) ділянки лісу, вік, склад, повноту деревостанів, а для дубових лісів — походження (насінневі чи порослеві). Підхід апробований у різних природних зонах України: Поліссі (Андреєва, 2011), Лісостепу (Мешкова, 2009), Степу (Мешкова, Назаренко, 2011).

Згідно із запропонованим підходом, балом 1 характеризують ділянки, на які комахи певного виду можуть випадково потрапити, але не виживають у зв'язку з високою стійкістю деревостанів, обумовленою для хвоегризів, наприклад, високим рівнем зволоження (ТЛУ A_4). У насадженнях, принадність яких характеризується балом 2, можуть виникати лише міграційні осередки (зокрема осередки хвоегризів у ТЛУ $B_3, C_1 - C_2$, де деревостани переважно мішані). На ділянках із ТЛУ A_3 і B_2 для хвоегризів і C_2 для листогризів (бал 3) масові розмноження починаються пізніше, ніж у первинних осередках, і швидко згасають. Інтенсивність і тривалість спалахів масового розмноження хвоегризів більші на ділянках із ТЛУ A_2 і B_1 (бал 4), а найбільші — на ділянках із ТЛУ A_1 (бал 5), а для листогризів — на ділянках із ТЛУ D_1 і D_2 (Мешкова, 2009).

Тип лісорослинних умов кожної ділянки є постійним, а інші складові, що визначають принадність ділянок для комах-хвоелистогризів, змінюються, причому на деякі з них (повноту, склад) можна впливати лісогосподарськими заходами. Зокрема у Нижньодніпров'ї на основі бальної оцінки принадності насаджень для виникнення осередків комах-хвоегризів з урахуванням змін вікової структури соснових лісів побудовано прогноз загрози поширення осе-

редків масового розмноження рудого та звичайного соснових пильщиків, соснового шовкопряда та соснової совки до 2045 року (Мешкова, Назаренко, 2011).

З особливостями поширення комах-хвоєлистогризів у лісових насадженнях пов'язані розрахунки їхньої критичної чисельності та прогнозування рівня пошкодження крон. Критичну чисельність цих комах зазвичай розраховують діленням маси листя (хвої) на кількість личинок і на середню кормову норму однієї особини (Надзор..., 1965). Водночас площа листків і довжина хвоїнок, їхня маса, співвідношення маси хвої різного віку залежать від віку дерев, ярусу крони, класу росту дерева, зокрема різниці у масі та розмірі листя в різних ярусах більші у зімкнених насадженнях, ніж у відкритих (Kulman, 1971; Крамер, Козловский, 1983; Мешкова, 2012). У зв'язку з цим при аналізі наслідків дефоліації важливо відбирати репрезентативні вибірки.

У зв'язку з поширеними останнім часом дослідженнями кругообігу вуглецю визначено фітомасу багатьох лісових порід у різних регіонах, доведено зв'язок фітомаси листя (хвої) з приростом деревини, який залежить від географічного регіону, лісорослинних умов, бонітету деревостанів (Швиденко и др., 2008). З урахуванням цих даних розраховано критичні значення чисельності комах-хвоєлистогризів у Росії (Методы..., 2004), проте кормову норму кожного виду комах вважали незмінною. У наших дослідженнях при визначенні кормових норм, наприкладі непарного шовкопряда, були враховані також показники якості корму, життєздатності личинок і санітарного стану дерев (Мешкова, 2010). Водночас такий підхід не враховує взаємодії між розглянутими чинниками (залежність критичної щільності личинок від маси листя та його якості, яка впливає на життєздатність особин тощо).

А. В. Голубевим із співавторами (Голубев и др., 1980) було запропоновано оцінювати загрозу пошкодження дерев на основі показника екологічної щіль-

ності популяції комах, тобто щільності особин на 100 г листя чи хвої. Такий підхід певною мірою позбавляє необхідності враховувати варіювання маси хвої чи листя у насадженнях із різними структурою чи санітарним станом. Водночас при цьому не береться до уваги географічна мінливість залежності маси листя чи хвої на гілці, дереві чи в насадженні від діаметра гілки чи стовбура, таксаційних показників деревостану, а також сезонні зміни маси листя чи хвої та вікова структура хвої.

Врахування співвідношення хвої різного віку є дуже важливим для оцінювання критичної щільності популяцій хвоєгривів. Так, личинки рудого соснового пильщика живляться хвоєю попереднього року, личинки звичайного соснового пильщика — хвоєю поточного року, гусениці соснової совки — хвоєю поточного року у період росту пагонів (Мешкова, 2009). Нами у соснових насадженнях Харківської, Херсонської, Луганської та Житомирської областей досліджено розподіл гілок різних порядків, кількості хвоїнок і маси хвої на них за ярусами крони за різних рівнів її пошкодження комахами хвоєгривами. Одержані дані свідчать про можливість застосування побудованих рівнянь регресії для прогнозування сухої маси однорічної та дворічної хвої, а також кількості хвоїнок відповідного віку на дворічній гілці за довжиною приросту попереднього року, а сухої маси однорічної та дворічної хвої — за кількістю хвоїнок відповідного віку (Мешкова, 2012).

Інший недолік, притаманний усім підходам до визначення загрози пошкодження листя чи хвої за даними обліків комах, пов'язаний з необхідністю брати до уваги смертність особин на різних стадіях і можливість міграції на стадіях личинки та імаго. Узагальнений рівень смертності основних комах-хвоєлистогризів враховано при визначенні їхніх кормових норм А.В. Голубевим із співавторами (Голубев и др., 1980). Водночас рівень смертності особин є дуже мінливим і залежить значною мірою

від лісорослинних умов і фази спалаху масового розмноження, як це було показано нами на прикладах глодової листокрутки, рудого соснового пильщика та соснового шовкопряда (Мешкова, 2009). Тому прогноз загрози пошкодження крон комахами-хвоєлистогризами за чисельністю є найточнішим у випадку проведення обліків яєць (перед початком виходу личинок) або личинок молодших віків, незважаючи на застосування статистично обґрунтованих методів обліку (Мешкова, 2006). Так, у Луганській області при аналізі даних за 2007—2011 рр. на більшості постійних пробних площ не виявлено достовірного зв'язку між кількістю коконів звичайного і рудого соснових пильщиків та рівнем пошкодження крон у попередній і наступний роки. Лише у двох вибірках даних — із насаджень у ТЛУ A_1 віком 50 років і з ТЛУ B_2 віком 20 років — статистично достовірними виявилися коефіцієнти кореляції між кількістю коконів у рік n і дефоліацією у рік $n+1$ (r 0,60 і 0,59 відповідно) та між кількістю коконів самок у рік n і дефоліацією у рік $n+1$ (r 0,35 і 0,30 відповідно). Причиною невисокої кореляції між досліджуваними показниками може бути як міграція імаго, так і внесок інших чинників в ослаблення дерев (Мешкова, Коленкіна, 2011, 2012).

Реакція насаджень на пошкодження крон комахами виявляється переважно у зміні категорії санітарного стану, інтенсивності росту у висоту та за діаметром, а також відпаду. Оскільки пошкодження комахами відбуваються на тлі дії сукупності абіотичних, біотичних і антропогенних чинників, то зміни стану та показників росту дерев залежать не тільки від рівня дефоліації та її термінів, але й від екологічних умов регіону (зокрема клімату), лісорослинних умов і структури насаджень (що визначає мікроклімат) та початкових показників санітарного стану й темпів росту дерев. Так, після пошкодження комахами, приріст дерев у висоту або інтенсивність росту пагонів може знизитися на 26—63% (Kulman, 1971), раді-

альний приріст — на 20—84% (Austara et al. 1987), приріст об'єму стовбурів — на 33—50% (Austara et al., 1987).

Залежність змін інтенсивності росту дерев внаслідок пошкодження хвої чи листя від термінів заподіювання шкоди обумовлена тим, що приріст деревини весною відбувається за рахунок продуктів фотосинтезу, накопичених минулого сезону. Водночас літній приріст деревини, а у хвойних і подовження хвоїнок, переважно відбуваються за рахунок продуктів фотосинтезу, накопичених у поточному році (Крамер, Козловский, 1983).

Реакцію дерев на пошкодження крон комахами вивчали у багатьох регіонах шляхом реєстрації відповідних показників як безпосередньо в осередках комах-хвоєлистогризів, так і після штучної дефоліації дерев. Переваги штучної дефоліації полягають у можливості мати точну інформацію про її терміни та інтенсивність. Водночас при штучній дефоліації людина зриває або зрізує листя цілком, а при живленні комах залишаються черешки, жилки, частково листові пластинки, частини хвоїнок в основі пучків, пагони (Kulman, 1971). У більшості досліджень, присвячених оцінюванню наслідків пошкодження крон комахами-хвоєлистогризами, втрати приросту наведені у відсотках, що, з одного боку, зручно для порівняння результатів, одержаних у різних регіонах і насадженнях, а з іншого, не надає об'єктивної оцінки втрат приросту деревини.

Для оцінювання впливу дефоліації на приріст деревини як контроль вибирають дерева:

- непошкоджені тієї самої породи;
- іншої породи на тій самій ділянці;
- заселені шкідливим комахами, але обприскані інсектицидами до початку їхнього живлення.

У четвертому випадку контролем є середній приріст пошкоджених дерев за 5—10 років до пошкодження.

Усі ці контролю не є досконалыми. Непошкоджені дерева тієї самої породи можуть бути непошкодженими вна-

слідок дії певних локальних чинників, які несприятливі для розвитку комах або сприятливі для підвищення стійкості дерев. Такими чинниками можуть бути, зокрема, особливості мікроклімату, пов'язані з розташуванням дерев на узліссі або усередині масиву, розміщенням дерев чи кущів певних порід тощо. Підвищений рівень освітлення дерев із розрідженою кроною також може обумовити відмінності у прирості пошкоджених і непошкоджених дерев, тим більше різних порід. Деревя порід, які не пошкоджує досліджуваний шкідник, можуть відрізнятися також типом росту та порогоми реакції на вплив чинників середовища, а іноді — позитивно реагувати на дефоліацію дерев інших порід, які ростуть поряд (Kulman, 1971).

Використання як контролю дерев, обприсканих інсектицидами, технічно можливе лише у порівняно невисоких і доволі розріджених насадженнях, але при цьому препарат може потрапити й на сусідні дерева. Зіставлення темпів росту дерев до і після дефоліації є ефективним для оцінювання впливу пошкодження крон різної інтенсивності. Зазначений підхід також не дає змоги визначити втрати запасу деревини.

При оцінюванні втрат приросту деревини за запасом, унаслідок пошкодження комахами-хвоєлистогризами, слід брати до уваги відмінності реакції приросту дерев на вилучення листя (хвої):

- за діаметром і висотою;
- за діаметром на різній висоті стовбура;
- у різні періоди сезону (раннього та пізнього приростів).

Оцінювання втрат радіального приросту ускладнюється у зв'язку з тим, що внаслідок дефоліації деякі кільця приросту неповні або пропущені (Kulman, 1971).

На жаль, при оцінюванні впливу дефоліації на радіальний приріст дерев більшість вимірювань проводили на висоті 1,3 м від поверхні ґрунту, як це прийнято при лісівничих дослідженнях (Моисеєнко, Кожевников, 1976). Вод-

ночас показано (Kulman, 1971; Иерусалимов, 1984), що після вилучення хвої поточного року приріст верхньої частини стовбура знижується більшою мірою, ніж нижньої, а при вилученні хвої минулих років — навпаки. У панівних дерев хвойних порід радіальний приріст деревини стовбура найбільший у тій частині живої крони, де зосереджена максимальна частка листя, знижується вище і нижче цієї частини та знову зростає біля основи стовбура. У пригнічених дерев відрізняються як значення річного приросту, так і їхні зміни з висотою стовбура (Крамер, Козловский, 1983).

У наших дослідженнях в осередку соснових пильщиків у Луганській області річний радіальний приріст деревини мав тенденцію до збільшення з висотою стовбура, причому в роки пошкодження крон сосновими пильщиками (2007—2010 рр.) зв'язок приросту з висотою був менш інтенсивним ($r = 0,55$), ніж до початку спалаху ($r = 0,83$). Зменшення радіального приросту у верхній частині стовбурів дерев I категорії санітарного стану зареєстровано на три роки пізніше, ніж дерев III категорії санітарного стану (Мешкова та ін., 2011). Подібно до цього, у Житомирській області радіальний приріст старших деревостанів і панівних дерев в осередках соснових пильщиків зменшувався пізніше, ніж молодших насаджень і пригнічених дерев (Андреева, 2011). За однакового рівня пошкодження крон сосновими пильщиками (50%) у Луганській області радіальний приріст дерев у свіжому бору (A_2) був достовірно меншим, ніж у свіжому суборі (B_2). (Мешкова, Колєнкіна, 2011). В осередку рудого соснового пильщика у Херсонській області середній багаторічний радіальний приріст сосни звичайної зменшувався у міру погіршення санітарного стану та класу Крафта дерев.

Більшість публікацій свідчать про наявність прямої залежності між рівнем пошкодження крон комахами-хвоєлистогризами та втратами приросту (Kulman, 1971; Austara et al. 1987;

Luutikäinen-Saarenmaa, Tomppo, 2002; Пальникова, 2002; Иерусалимов, 2004; Рубцов, Уткина, 2008; Мешкова та ін., 2011). Водночас виявлено залежність втрат приросту від термінів пошкодження крон, особливостей регіону, погодних умов тощо. Так, у Житомирській області максимальні втрати радіального приросту в осередках рудого соснового пильщика, який живиться хвоєю минулого року у травні — на початку червня, не перевищували 30%, а в осередках звичайного соснового пильщика, який живиться хвоєю поточного року у I поколінні у червні та у II поколінні у серпні—вересні, становили 33 та 50% при пошкодженні крон на 50 і 80% (Андреева, 2011).

Як свідчать дослідження, листяні породи (Турчинская, 1963; Мозолевская и др., 2004; Рубцов, Уткина, 2008) і модрина (Плешанов, 1982), зазвичай відразу починають відновлювати листя, якщо пошкодження крон комахами відбувається до закінчення росту пагона або формування кільця приросту. Тому листяні породи витримують повторне об'їдання листя протягом декількох років. Хвойні породи зазвичай витримують повне об'їдання хвої минулих років, яке спричиняється рудим сосновим пильщиком весною до початку росту хвої поточного року, а також пошкодження сосною совкою до 60% хвої поточного року, спричинене у період росту пагонів (Трофимов, Трофимова, 1987). Пошкодження хвої поточного року у пізніші терміни (зокрема звичайним сосновим пильщиком) призводить до більших втрат приросту та частіше до загибелі дерев. Так, у Фінляндії унаслідок помірної пошкодження крон сосни звичайної рудим і звичайним сосновими пильщиками приріст стовбура за об'ємом знизився на 21 і 86%, а в результаті сильного пошкодження — на 38 і 94% відповідно (Luutikäinen-Saarenmaa, Tomppo, 2002).

Найчастіше втрати деревини за рахунок зниження темпів приросту та збільшення відпаду дерев розраховують за даними обліків, проведених у перші

роки після пошкодження крон комахами (Лебедев, Прокопенко, 1988), що дає завищену оцінку шкідливості комах. Як свідчать дослідження у Красноярському краї, протягом перших років після максимального пошкодження крон гусінню соснового п'ядуна, темпи росту дерев у висоту й за діаметром зменшувалися і відпад дерев зростав. У наступні 5—9 років відбулося відновлення крон і темпів радіального росту до середнього рівня, а за сприятливих умов — до максимального (Пальникова и др., 2002). Дослідження у Житомирській області свідчать, що на ділянках, де сосновими пильщиками було пошкоджено понад 80% хвої, відновлення радіального приросту дерев сосни звичайної відбулося протягом одного року унаслідок відпаду частини дерев і поліпшення умов для росту решти дерев (Андреева, 2011). Інтенсивність приросту дерев у висоту зазвичай відновлюється пізніше, ніж приросту за діаметром (Демаков, 2000). Зважаючи на це, правомірно оцінювати наслідки пошкодження комахами крон лише після завершення процесів їхнього відновлення, темпи яких залежать від інтенсивності, часу та тривалості пошкодження, а також породи, віку, повноти насаджень, погодних умов тощо (Рубцов, Уткина, 2008).

Санітарний стан дерев будь-якої категорії, за винятком сухостою, протягом їхнього життя може поліпшуватися чи погіршуватися. У роки із сприятливішими для росту лісу погодними умовами та на ділянках із типовими для росту лісу ґрунтовими умовами ймовірність покращення стану дерев зростає (Мешкова, Коленкіна, 2011). Так, за матеріалами досліджень у Луганській області, нами визначено коефіцієнти для розрахунку очікуваного відпаду дерев за період спалаху масового розмноження рудого соснового пильщика для окремих типів лісорослинних умов з урахуванням початкового санітарного стану дерев.

Відпад дерев — нормальне явище у лісі, оскільки чисельність дерев на одиниці площі зменшується з віком.

У певних випадках відпад вважають патологічним, визначаючи його з певними критеріями (співвідношенням дерев за категоріями санітарного стану, діаметром загиблих і живих дерев тощо) (Мешкова, Коленкіна, 2010). Ослаблені одним чинником дерева стають сприйнятливими до дії інших чинників, зокрема стовбурових комах і збудників хвороб (Мозолевская и др., 2004). Достовірне оцінювання залежності рівня відпаду дерев до початку пошкодження крон можливо лише у випадку, якщо на відповідних ділянках ведуть тривалі дослідження на постійних пробних площах. Це є реальним, беручи до уваги, що зазвичай осередки масового розмноження комах-хвоелистогризів виникають через певні інтервали часу на тих самих ділянках (Мешкова, 2002).

Висновки. Види комах-хвоелистогризів, які спроможні пошкоджувати дерева до економічно значущого рівня, здатні швидко збільшувати чисельність і підтримувати її упродовж декількох років.

Перелік ділянок лісу, де очікується

пошкодження крон комахами-хвоелистогризами, а також межі осередків їхнього масового розмноження, доцільно визначати за матеріалами лісовпорядкування з використанням бальної оцінки принадності ділянок для розмноження тих або інших видів комах.

Прогноз загрози пошкодження крон комахами-хвоелистогризами за чисельністю є найточнішим у випадку проведення обліків яєць (перед початком вилуплення личинок) або личинок молодших віків.

Кількісне оцінювання втрат приросту дерев чи змін їхнього санітарного стану внаслідок пошкодження комахами-хвоелистогризами ускладнюється тим, що ці показники залежать від кліматичних умов регіону, погоди, екологічних умов ділянки насаджень, рівнів значень показників росту та стану дерев до початку масового розмноження комах, а також від періоду живлення комах, можливостей і темпів відновлення крон дерев.

Література

- Андреева О.Ю. Особенности поширения сосновых пильщиков та наслідки їх впливу на деревостани Центрального Полісся : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.03.03 — «лісознавство і лісівництво» / О.Ю. Андреева. — К., 2011. — 20 с.
- Голубев А.В. Математические методы в лесозащите (Учет, прогноз, принятие решений) // А.В. Голубев, Г.Э. Инсаров, В.В. Страхов. — М. Лесн. пром-сть, 1980. — 101 с.
- Демаков Ю.П. Диагностика устойчивости лесных экосистем (методологические и методические аспекты) : Научное издание / Ю.П. Демаков. — Йошкар-Ола, 2000. — 416 с.
- Иерусалимов Е.Н. Зоогенная дефолиация и лесное сообщество / Е.Н. Иерусалимов. — М.: Тов. науч. знаний КМК, 2004. — 263 с.
- Крамер П.Д. Физиология древесных растений / П.Д. Крамер, Т.Т. Козловский / Пер. с англ. — М.: Лесн. пром-сть, 1983. — 464 с.
- Лебедев В.Е. Экономическая эффективность защиты леса от вредителей / В.Е. Лебедев, Н.И. Прокопченко // Обзорная информ. Экономика и организация лесохоз. производства. — М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1988. — Вып. 1. — 36 с.
- Методы мониторинга вредителей и болезней леса // Болезни и вредители в лесах России. Справочник / ред. В.К. Тузов. Т. 3. — М.: ВНИИЛМ, 2004. — 200 с.
- Мешкова В.Л. Сезонное развитие хвоелистогрызущих насекомых / В.Л. Мешкова — Х.: Новое слово, 2009. — 396 с.
- Мешкова В.Л. Количественная оценка влияния вредных насекомых на состояние деревьев и древостоев / В.Л. Мешкова // Болезни и вредители в лесах России: век XXI. Материалы Всероссийской конференции с международным участием и V ежегодных

- чений пам'яті О.А. Катаєва. Екатеринбург, 20—25 вересня 2011 г. — Красноярськ: ИЛ СО РАН, 2011. — С. 123—126.
- Мешкова В.Л.* Биометрические показатели крон сосны обыкновенной в очагах обыкновенного соснового пилильщика / В.Л. Мешкова / Структурно-функциональные изменения в популяциях и сообществах на территориях с разным уровнем антропогенной нагрузки: материалы XII Международной научно-практической экологической конференции (Россия, Белгород, 9—12 октября 2012 года). — Белгород, 2012. — С. 137—138.
- Мешкова В.Л.* Історія і географія масових розмножень комах-хвоєлистогризів / В.Л. Мешкова. — Харків: Майдан, 2002. — 244 с.
- Мешкова В.Л.* Методологія проведення обліків чисельності лісових комах / В.Л. Мешкова // Вісник ХНАУ. Серія «Ентомологія і фітопатологія». — Х., 2006. — № 12. — С. 50—60.
- Мешкова В.Л.* Чинники мінливості критичної чисельності комах-хвоєлистогризів / В.Л. Мешкова // Вісник ХНАУ (Серія «фітопатологія та ентомологія»). — 2010. — №1. — С. 85—90.
- Мешкова В.Л.* Особливості пошкодження крон сосновими пильщиками в насадженнях Луганської області / В.Л. Мешкова, М.С. Коленкіна // Лісівництво і агролісомеліорація. — Х.: УкрНДЛІГА, 2009. — Вип. 115. — С. 276—280.
- Мешкова В.Л.* Відпад дерев сосни в осередках соснових пильщиків у Луганській області / В.Л. Мешкова, М.С. Коленкіна // Лісівництво і агролісомеліорація. — 2010. — Вип. 117. — С. 278—283.
- Мешкова В.Л.* Санітарний стан дерев сосни в осередках соснових пильщиків у Луганській області / В.Л. Мешкова, М.С. Коленкіна // Тези доповідей учасників міжнародної конференції науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та молодих вчених. — К.: НУБіП У, ННІ лісового і садово-паркового господарства, 2011. — С. 157—158.
- Мешкова В.Л.* Вплив пошкодження крон рудим сосновим пильщиком на санітарний стан дерев у сухому борі / В.Л. Мешкова, М.С. Коленкіна // Захист рослин у ХХІ столітті: проблеми та перспективи розвитку: Матеріали міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 80-річчю з дня заснування факультету захисту рослин ХНАУ ім. В.В. Докучаєва (14 вересня 2012 р.). — С. 61—64.
- Мешкова В.Л.* Радіальний приріст дерев сосни в осередках соснових пильщиків у Луганській області / В.Л. Мешкова, М.С. Коленкіна, О.В. Зінченко // Біологічне різноманіття і сучасна стратегія захисту рослин: матеріали міжнарод. наук.-практ. конференції до 90-річчя з дня народження д.б.н. проф. Б.М. Літвінова. — Х.: ХНАУ, 2011. — С. 83—84.
- Мешкова В.Л.* Прогнозування поширення осередків комах-хвоєгризів у Дослідному лісництві Степового філіалу УкрНДЛІГА / В.Л. Мешкова, С.В. Назаренко // Лісовий журнал. — 2011. — №2. — С. 40—47.
- Мозолевская Е.Г.* Оценка вредоносности хвое- и листогрызущих насекомых / Е.Г. Мозолевская, Е.Г. Долженко // Защита леса. Межвуз. сборник науч. трудов. — Л., 1979. — Вып.4. — С. 85—88.
- Мозолевская Е.Г.* Оценка роли дендрофильных насекомых в лесных биогеоценозах / Е.Г. Мозолевская, В.В. Рубцов, И.А. Уткина // Насекомые в лесных биогеоценозах. XX чтения памяти акад. В. Н. Сукачева. — М.: КМК, 2004. — С. 5—31.
- Моисеенко Ф.П.* Прирост сосновых насаждений, поврежденных пилильщиками / Ф.П. Моисеенко, А.М. Кожевников // Лесн. хоз-во. — 1976. — №2. — С. 79—82.
- Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых в лесах СССР* / А.И. Ильинский, И.В. Тропин. — ред. — М.: Лесн. пром-сть, 1965. — 525 с.
- Пальникова Е.Н.* Сосновая пяденица в лесах Сибири / Е.Н. Пальникова, И.В. Свидерская, В.Г. Суховольский. — Новосибирск: Наука, 2002. — 232 с.
- Плешанов А.С.* Насекомые — дефолианты лиственничных лесов Восточной Сибири / А.С. Плешанов. — Новосибирск: Наука, СИФИБР СО АН СССР, 1982. — 209 с.
- Погребняк П.С.* Основы лесной типологии / П.С. Погребняк. — К.: Изд-во АН УССР, 1955. — 456 с.

- Рубцов В.В. Адаптационные реакции дуба на дефолиацию / В.В. Рубцов, И.А. Уткина. — М.: Ин-т лесоведения, 2008. — 302 с.
- Санітарні правила в лісах України. — К.: ДКЛГ України, 1995. — 19 с.
- Трофимов В.Н. Влияние степени объедания на прирост насаждений, поврежденных сосновой совкой / В.Н. Трофимов, О.В. Трофимова // Экология и защита леса. — Л.: ЛТА, 1987. — С. 70—74.
- Турчинская И.Я. Влияние объедания листьев непарным шелкопрядом и другими листогрызущими вредителями на рост дуба / И.Я. Турчинская // Зоологический журнал, 1963. — Вып.42. — С. 258—255.
- Швиденко А.З. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород Северной Евразии (нормативно-справочные материалы) изд. второе, дополн. / А.З. Швиденко [и др.]. — М.: Федер. агентство лесн. хоз-ва. Междунар. ин-т прикладного системного анализа, 2008. — 886 с.
- Austara O. Growth loss and economic consequences following two year defoliation of *Pinus sylvestris* by the pine sawfly *Neodiprion sertifer* in West-Norway / O. Austara, A. Orlund, A. Svendsrud, A. Weidahl // Scandinavian Journal of Forest Research. — 1987. — Vol. 2. — Pp. 111—119.
- Kulman H.M. Effects of Insect Defoliation on Growth and Mortality of Trees // H.M. Kulman // Annual Review of Entomology. — 1971. — Vol. 16. — P. 289—324.
- Lyytikäinen-Saarenmaa P. Impact of sawfly defoliation on growth of Scots pine *Pinus sylvestris* (Pinaceae) and associated economic losses / P. Lyytikäinen-Saarenmaa, E. Tomppo // Bulletin of Entomological Research. — 2002. — Volume 92, Issue 02. — Pp. 137—140.
- Meshkova V. Foliage browsing insects outbreaks in Ukraine before and after global warming / V. Meshkova, K. Davydenko // 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. Berichte Freiburger Forstliche Forschung. — FVA, 2011. — Heft 89. — P. 18—25.