

## ВПЛИВ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ НА ОСЛАБЛЕННЯ В'ЯЗОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ ЗА УМОВ РОЗВИТКУ КОМАХ-КСИЛОФАГІВ

**Н. В. ПУЗРИНА**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
<https://orcid.org/0000-0003-1645-7489>, e-mail: [npuzrina@nubip.edu.ua](mailto:npuzrina@nubip.edu.ua)  
Національний університет біоресурсів і природокористування України

**М. І. ЯВНИЙ**, кандидат сільськогосподарських наук  
e-mail: [iavniy@ukr.net](mailto:iavniy@ukr.net)

Комунальне підприємство «Дарницьке лісопаркове господарство»

Біологічна стійкість видів роду *Ulmus L.* взаємопов'язана з різними біотичними, абіотичними та антропічними чинниками, зокрема різними змінами відротермічного режиму, порушенням правил ведення рубок догляду у насадженнях за участю цих видів, пошкодженням листогазичними та стовбуровими шкідниками, які переносять і поширюють інфекцію, збудниками інфекційних хвороб, агентами невстановленої етіології тощо.

Крім цього, нерівномірний розподіл опадів за роками індукував погіршення санітарного стану в'язових деревних рослин, що спричинило їхнє ураження збудниками грибною та бактеріальною етіології і заселення комахами-ксилофагами. На підставі аналізу змін показників популяції за фазами розвитку осередків стовбурових шкідників показано, що досліджувані осередки стовбурових шкідників у динаміці за період з 2004 по 2006 р. перебували у стані розсіювання, або так званої кризи. Проте, починаючи з 2007 р., вони трансформувалися у стан власне спалаху осередку. Виявлені осередки стовбурових шкідників характеризуються високим, середнім і низьким ступенем заселення дерев. Водночас зафіксовано, що хронічним осередкам притаманні тривалий період існування, певною мірою невисокий, хоча й підвищений (порівняно із здоровими насадженнями), рівень чисельності комах і розмір поточного відпаду; для епізодичних осередків, або осередків масового розмноження – децю коротший (3–5 років) період розвитку, високий рівень чисельності й розмір поточного відпаду деревних рослин. Виявлено також, що в обох випадках можливі зворотні та незворотні реакції деревостанів, хоча за другого сценарію розвитку популяції шкідників, у разі їхнього масового розмноження, найчастіше відбувається повне руйнування лісового насадження. Зафіксовано, що поблизу осередків масового розмноження, які характеризуються надмірною щільністю популяції, зазвичай виникають міграційні осередки, куди розселяються шкодочинні комахи у пошуках нових місцеселень.

**Ключові слова:** популяція, осередки розмноження, стовбурові шкідники, максимум чисельності, популяційні показники.

**Актуальність.** Проблема погіршення санітарного стану широколистяних лісів України, а отже і насаджень за участі в'язових, зумовлює необхідність проведення наукового пошуку першопричин цього явища, чинників, які його спричиняють, і можливих негативних наслідків для лісового біоценозу (Debrunyuuk, & Skolsky, 2012). Зрозуміло, що одним із

визначальних факторів патологічного стану в'язових є метеорологічний, оскільки зміни температурного та водного режимів середовища зумовлюють відповідну реакцію на ці зміни як насаджень, так і окремих деревних рослин.

Клімат України формується під впливом глобальних змін, які прослідковуються на континенті, починаючи з другої

половин ХХ ст. Такі зміни призводять до поступового потепління, коли помітно зростає середньомісячна температура зимових та літніх місяців. Зміна температурного режиму і режиму зволоження в Євroatлантичному регіоні спричиняє зростання кількості стихійних явищ, пов'язаних зі змінами атмосферної циркуляції, які відтепер і у подальшому впливатимуть на лісові екосистеми (Buksha et al., 1998; Didukh, 2009; Polissya climate, 2018; Shvidenko et al., 2014; Shvidenko et al., 2017). Згідно з результатами моделювання за умови подвоєння вмісту CO<sub>2</sub> в атмосфері прогнозується підвищення температури повітря в усі сезони року, за всіма сценаріями збільшуватиметься і кількість опадів. За таких умов за сценаріями, побудованими на основі моделей CCCM і GISS, температура повітря зросте найбільш суттєво взимку, а за сценаріями GFDL та UKMO – навесні (Shvidenko et al., 2017). Проте тільки за останнім сценарієм потепління в Україні чітко підсилюватиметься в напрямку з півдня на північ. Підвищення середньорічної температури, величини радіаційного балансу і суми активних температур за рік призведе до збільшення інтенсивності вивітрювання, синтезу органічної маси та активізації життєдіяльності тварин і мікроорганізмів (Didukh, 2009).

Останніми десятиріччями циклічні зміни погодних умов на значній частині земної кулі супроводжуються тенденціями до підвищення температури повітря, зменшення кількості опадів та зниження рівня ґрунтових вод. Вегетаційний період розпочинається у більш ранні дати, а закінчується у більш пізні. У зв'язку з останнім порушилася синхронність сезонного розвитку шкідливих організмів, пов'язаних як із кормовими рослинами, так і з природними ворогами. Зокрема, деякі комахи стали більш агресивними, а ентомофаги не в змозі їх знищувати, оскільки терміни їх розвитку не завжди

збігаються з появою уразливої стадії шкідника.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Важливими для життя лісу є аналіз та оцінка негативних видів впливу, що пов'язані з вологою та її критичними значеннями. Слід розрізняти атмосферну і ґрунтову посуху. Перша є наслідком високої температури повітря, спричиненої радіаційним нагріванням або надходженням сухих повітряних мас з інших територій та тривалою відсутністю дощів і може призвести до ґрунтової посухи. Підвищене фізичне і фізіологічне випаровування призводить до зниження рівня вологості ґрунту та запасів води у ньому. За таких умов настає ґрунтова посуха, наслідком якої є не тільки всихання дерев, а й загибель деревостанів (Yavorovsky, 2015).

Не викликає сумніву й те, що несприятливі метеорологічні чинники, зокрема їх відхилення від багаторічних середніх показників, є передумовою погіршення санітарного стану і в'язових деревостанів зокрема. Численними дослідженнями встановлено, що під впливом несприятливих метеорологічних факторів насадження ослаблюються і стають сприйнятливішими до інфекційного ураження збудниками грибною й бактеріальною етіології та заселення комахами-ксилофагами (Vorontsov, 1972). Заселення дерев представниками шкодочинної ентомофауни спричиняє пришвидшення масового відпаду та всихання листяних деревостанів. Різкі коливання температури і кількості опадів порівняно з багаторічними середніми показниками призводять до порушення життєвих функцій деревних рослин та створюють сприятливі умови для патогенної мікрофлори і комах-ксилофагів (Goychuk et al., 2004).

Останнім часом усе більше дослідників зазначають, що процес всихання широколистяних лісів має інфекційне походження. А. І. Воронцов (Vorontsov, 1972) вказував на поширення судинних хвороб-

мікозів, яким властиве закупорення судин. За його даними, більшість досліджених дерев були пошкоджені стовбуровими шкідниками, до 80 % – уражені судинним мікозом. За літературними даними (Guryanova, 1961; Gusteleva, 1980; Harrington, & McNew, 2001; Meshkova, 2019; Mozolevskaya et al., 1987), які підтверджуються результатами проведених досліджень (Yavniy, & Puzrina, 2017), область поширення голландської хвороби збігається з ареалом проживання жуків-кородів: заболонника в'язового, або струменистого *Scolytus multistriatus* Marsh., заболонника руйнівника *Scolytus scolytus* F. та заболонника пігмея *Scolytus pygmaeus* F. Дерева в'язових заражаються за умов додаткового живлення заболонників, що відбувається на тонких гілках. Тобто комахи мають можливість переносити і заносити спори безпосередньо в судини. Загибель в'язів зазвичай настає через 2–3 роки після прояву перших симптомів ураження голландською хворобою. Як зазначають науковці, періоди погіршення стану лісів збігалися з посухами, які часто реєструють у роки спаду сонячної активності, як і підвищення температури та зниження рівня ґрунтових вод. Тобто умови для росту рослин у такі роки погіршуються, і саме такий черговий період розпочався 2014 року (Meshkova, 2016).

**Мета дослідження.** Визначити залежність популяційних показників комах-ксилофагів в'язових насаджень від метеорологічних чинників.

**Матеріали і методи дослідження.** За умов дослідження пошкоджених стовбуровими шкідниками в'язових деревостанів було закладено 10 пробних площ у в'язових насадженнях комунального підприємства «Дарницьке лісопаркове господарство», в яких відібрано модельні дерева. Кожне модельне дерево очищали від сучків, встановлювали протяжність районів тонкої і товстої кори. Окремо, на сухих і всихаючих деревах визначали видовий склад і проводили облік повно-

ти поселення, тобто визначали середню кількість родин різних видів шкідливих комах на один квадратний дециметр поверхні стовбура. Для аналізу загальних тенденцій і закономірностей зміни клімату в районі розташування лісів у процесі досліджень використовували архівні дані метеоспостережень за період 14 років для Київської області. Для оцінки впливу зміни погодних умов розраховано індекс аридності за де Мортонем ( $V$ ), що визначається як частка розподілу річної суми опадів ( $R$ ) та за середньорічною температурою повітря ( $t$ ) і дає змогу оцінити ступінь вологості клімату:

$$V = R/(t + 10), \quad (1)$$

де  $R$  – річна сума опадів, см;

$t$  – середньорічна температура, °С.

Кількісна характеристика популяції комах дає змогу встановити її стан та вплив на лісові насадження. З цією метою використовують різні показники (параметри), серед яких: чисельність, поширеність і шкодочинність комах. При дослідженні видового складу кожне модельне дерево очищали від сучків. На стовбурі від основи до верхівки знімали стрічку кори шириною 10 см. У межах фактичних районів поселення кожного виду закладали облікові палетки, на яких визначали щільність поселення та реальну плодючість (Meshkova et al., 2010). За кількістю маточних ходів стовбурових шкідників на 1 дм<sup>2</sup> на безкорій стороні стовбура визначали райони і щільність їх поселення та енергію розмноження популяції.

Для оцінки ролі типовості окремих видів та їх домінування в насадженнях було розраховано частоту трапляння видів за формулою:

$$A = \frac{B \times 100}{C} \%, \quad (2)$$

де  $A$  – частота трапляння видів;

$B$  – кількість дерев, на яких виявлено певний вид, шт.;

$C$  – загальна кількість дерев, шт.

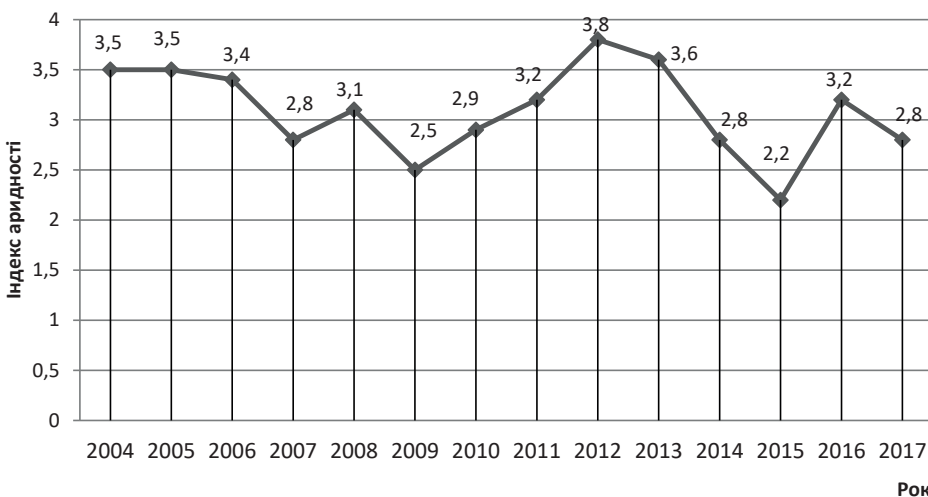
**Результати дослідження та їх обговорення.** Для аналізу загальних тенденцій і закономірностей зміни клімату в районі розташування лісів у процесі досліджень використовували архівні дані метеоспостережень за період 14 років. За аналізом основних показників погодних умов регіону дослідження, зокрема, температури повітря (мінімальна, максимальна та середньорічна) та кількості опадів (сума опадів і кількість днів з опадами), отриманих з офіційного архіву погоди, було зафіксовано стійку тенденцію до підвищення середньорічної температури регіону від 8,4 °C до 9,5 °C у 2004 та 2017 р. відповідно. Як засвідчили середні значення температури повітря за останні роки, вона коливалася в межах 8,3 °C–10,0 °C, причому максимуму досягла в 2015 р. за водночас найменшої кількості опадів за рік (442 мм). Максимум припадає на 2012 і 2013, а роками з аномально низькою для регіону сумою річних опадів були 2009 і 2015 відповідно.

Виявлено, що характерною особливістю нинішнього типу погоди є стійка тенденція до різкого коливання кількості опадів. Особливо виразно вона проявлялась упродовж останніх років. Се-

редня кількість опадів за рік і вегетаційний період 2012–2013 рр. перевищувала норму, а у 2015 р. вирізнялася різким дефіцитом атмосферної вологи. Багаторічна норма середньої температури повітря за рік украй малозмінна, фактично є сталою величиною. Відхилення від норми слугує доказом кардинальних змін теплового режиму і пов'язується з потеплінням клімату (рисунок).

За наведеними даними, розподіл опадів і показників температури за роками відбувався нерівномірно, причому найкритичніші значення для регіону цей показник набував у 2007 і 2009 роках, сягнувши мінімуму 2,2 у 2015 році. Цілком логічно, що за таких умов спостерігається погіршення санітарного стану деревостанів, також і за участі в'яза, що безперечно пов'язано з екологічними особливостями рослин згаданого роду, зокрема їхньою залежністю від вологості та родючості ґрунту.

Один з основних показників масового розмноження комах-ксилофагів – це показник енергії розмноження, що характеризує здатність популяції до збільшення поширення свого ареалу. Енергію розмноження розраховують як співвід-



**Рисунок.** Індекс аридності клімату Київського Полісся

### 1. Залежність енергії розмноження популяції стовбурових шкідників від середньої температури, кількості опадів та індексу аридності

| Рік  | Середня температура повітря, °С | Кількість опадів, мм | Індекс аридності | Енергія розмноження популяції |
|------|---------------------------------|----------------------|------------------|-------------------------------|
| 2004 | 8,4                             | 622                  | 3,5              | 1,3                           |
| 2005 | 8,3                             | 640                  | 3,5              | 1,6                           |
| 2006 | 8,0                             | 617                  | 3,4              | 1,1                           |
| 2007 | 9,6                             | 558                  | 2,8              | 2,0                           |
| 2008 | 9,5                             | 602                  | 3,1              | 1,9                           |
| 2009 | 9,0                             | 472                  | 2,5              | 2,2                           |
| 2010 | 9,0                             | 563                  | 2,9              | 2,4                           |
| 2011 | 8,7                             | 597                  | 3,2              | 1,8                           |
| 2012 | 8,7                             | 711                  | 3,8              | 1,4                           |
| 2013 | 9,2                             | 700                  | 3,6              | 1,6                           |
| 2014 | 9,0                             | 528                  | 2,8              | 1,8                           |
| 2015 | 10,0                            | 442                  | 2,2              | 2,7                           |
| 2016 | 9,2                             | 624                  | 3,2              | 1,8                           |
| 2017 | 9,5                             | 549                  | 2,8              | 2,6                           |

ношення короїдного приросту та короїдного запасу для популяції загалом, вона характеризує зміни чисельності комах від початку заселення дерев до вильоту жуків молодого покоління, тобто за період розвитку комахи в дереві (табл. 1).

Треба зазначити, що у разі, якщо енергія розмноження перевищує 1,0 – осередок матиме тенденцію до поширення, якщо менше ніж 1,0 – до зменшення своєї площі. За наведеними даними, енергія розмноження становить від 1,1 до 2,7, тобто це свідчить про постійне збільшення ареалу поширення заболонників. Тож зрозуміло, що показник енергії розмноження заболонників пов'язаний із показником аридності клімату, і тому можливий висновок, що існує висока ймовірність виникнення нових осередків усихання в'язових деревостанів у майбутньому. За аналізом зміни показників популяції за фазами розвитку осередків досліджувані насадження у динаміці з 2004 до 2006 р. перебували у стані розсіювання або так званої кризи, а починаючи з 2007 р. – у стані власне спалаху осередку.

Щорічні зміни чисельності заболонників значною мірою залежать від по-

годних умов. Найбільше значення для в'язових заболонників мають умови перезимівлі та сума позитивних температур (із травня до кінця липня – в період вильоту жуків після зимівлі молодого покоління, під час періоду інтенсивного льоту жуків, додаткового живлення і заселення дерев). У спекотне літо заболонники встигають пройти розвиток повністю і йдуть на зимівлю у фазі молодого жука (імаго). Це, своєю чергою, збільшує життєздатність заболонників під час зимівлі та вильоту навесні наступного року. Така закономірність підтверджується і проведеними спостереженнями. Зокрема за нестачі або зниження кількості опадів стостерігається тенденція до підвищення енергії розмноження заболонників, що чітко простежується за показниками 2007, 2009 і, особливо, посушливого для регіону 2015 р., які відповідно становлять 2,0, 2,2 і 2,7.

Видовий склад короїдів на в'язі представлений осередками масового розмноження *Scolytus multistriatus* Marsh., *S. pygmaeus* F. та *S. scolytus* F. Для виявлення видового складу і перспектив розмноження стовбурових шкідників на типових пробних площах проведено ана-

## 2. Ступені заселення дерев стовбуровими шкідниками

| Склад деревостану | Вид  |          |  |          |   |          |
|-------------------|--|----------|--|----------|---|----------|
|                   | заболонник руйнівник<br><i>Scolytus scolytus</i> |          | заболонник в'язовий<br><i>Scolytus multistriatus</i> |          | заболонник пігмей<br><i>Scolytus pygmaeus</i> |          |
| 7Брс1Дз2Влч       | 1,9±0,6  | високий  | 2,5±1,3  | високий  | 2,7±0,6                                       | високий  |
| 4Бп3Ос1Брс1Сз1Акб | 0,7±0,2  | низький  | 1,1±0,9  | низький  | 1,3±0,7                                       | середній |
| 5Дз2Т62Брс1Бп     | 1,5±0,4  | середній | 1,5±0,5  | середній | 1,8±0,6                                       | високий  |
| 9Врб1Брс          | –  | –        | –  | –        | 0,1±0,2                                       | низький  |
| 6Сз3Дз1Брс        | –  | –        | 0,8±0,8  | низький  | –   | –        |
| 3Бп3Брс2Сз1Дз1Ос  | 1,6±0,3  | середній | 1,7±0,7  | середній | –   | –        |
| 7Дз2бп1Брс+Ос     | –  | –        | –  | –        | 1,8±0,9                                       | високий  |
| 8Дз2Брс+Бп        | 1,6±0,6  | середній | 0,9±0,6  | низький  | –   | –        |
| 8Ос2Брс           | 0,6±0,3  | низький  | 0,9±0,4  | низький  | –   | –        |
| 3Дз3Брс1Бп3Сз     | 1,5±0,8  | середній | 0,2±0,3  | низький  | 1,4±0,4                                       | середній |

ліз модельних дерев, де з цією метою використано вітровальні та сухостійні дерева (табл. 2).

Отримані результати порівнювали з табличними показниками, за якими і визначали ступені заселення дерев на пробних площах (Mozolevskaya et al., 1987).

Частота трапляння видів заболонників становить: в'язового – 68,2 %, пігмея – 36,4 % і руйнівника – 31,8 %. Вивчення додаткового живлення заболонника у кронах показало, що вони інтенсивно ушкоджують однорічні та дворічні пагони. Як уже зазначено, у спекотне літо заболонники встигають пройти розвиток повністю і йдуть на зимівлю у фазі молодого жука, що своєю чергою посилює їхню життєздатність під час зимівлі й вильоту навесні наступного року. Наприклад, у весняно-літні періоди 2015 і 2016 рр. з квітня до вересня зафіксовано перевищення багаторічних значень середньомісячних температур, що призвело до вильоту другого покоління заболонників на початку серпня в ці роки. За умов додаткового живлення на тонких гілках заболонники не можуть доставити інфекцію безпосередньо в основні провідні канали. При цьому, за проведеними спостереженнями, заражається менше ніж 50 % гілок. Інтенсивніше інфікуються листові рубці на тонких гілках, куди також часто вточуються за-

болонники під час додаткового живлення. Різноманітність умов і екологічна пластичність заболонників забезпечують постійну присутність у насадженнях переносників інфекції, які проходять додаткове живлення. Причому літ основної маси жуків синхронізований із періодом найбільшої сприйнятливості в'язів – кінець травня – червень, коли сокорух сприяє швидкому рознесенню спор збудника всередині дерева. За наведеними даними, осередки стовбурових шкідників характеризуються високим, середнім і низьким ступенем заселення дерев. Для виявлення видового складу та перспектив розмноження стовбурових шкідників на типових пробних площах було проведено аналіз модельних дерев. Під час проведення досліджень виявлено осередки поселення таких видів заболонників: *Scolytus scolytus*, *S. multistriatus* та *S. pygmaeus*.

Для кожної фази розвитку осередків масового розмноження характерні свої значення показників стану популяції комах і деревостану. Встановлено тісний зв'язок поширення графіозу з осередками розмноження та поширення стовбурових шкідників, оскільки гриби, якими короїди інфікують дерева, допомагають їхнім личинкам перетравлювати деревину і тому перебувають у взаємопов'язаному симбіозі. Зокрема, при дослі-

## 3. Частота трапляння заболонників на пробних площах

| Вид                           | Частота трапляння видів на пробних площах, % |       |       |      |       |      |       |      |      |       |
|-------------------------------|--|-------|-------|------|-------|------|-------|------|------|-------|
|                               | 1  | 2     | 3     | 4    | 5     | 6    | 7     | 8    | 9    | 10    |
| <i>Scolytus scolytus</i>      | 34,70  | 11,60 | –     | –    | –     | 21,0 | –     | 26,0 | 6,50 | –     |
| <i>Scolytus multistriatus</i> | 32,50  | 8,71  | 15,10 | 5,04 | 25,60 | –    | –     | 5,50 | 4,58 | 1,65  |
| <i>Scolytus pygmaeus</i>      | 18,50  | 16,90 | 20,80 | 7,88 | –     | –    | 17,50 | –    | –    | 18,20 |

дженні модельних дерев із початковою стадією всихання виявлено маточні й личинкові ходи згаданих стовбурових шкідників, які характеризуються високою щільністю заселення, та встановлено досить високу кількість молодих особин, що вилітають із вихідних льотних отворів у корі. З'ясовано, що для *S. pygmaeus* це становить у середньому 24 особини на 1 дм<sup>2</sup>, для *S. multistriatus* – 3 особини відповідно, що є ознакою незворотного патологічного процесу для заселених деревостанів. Коефіцієнт енергії розмноження для згаданих видів шкідників становить у середньому 2,6, що відповідає II фазі спалаху (власне спалах, тобто період, який характеризується максимальними показниками розвитку популяції). Порушення стійкості насаджень часто відбувається під впливом кількох чинників та взаємодії численних представників гетерокомплексу лісових деревних рослин, що трофічно і топічно пов'язані з ними. У такому випадку не завжди буває просто виділити найважливіші з них або встановити їх пріоритетність. У досліджуваних насадженнях має місце дуже сприятлива комбінація чинників для розвитку голландської хвороби: наявність потужного інфекційного фону; висока чисельність в'язових заболонників – найбільш небезпечних переносників захворювання; велика кількість дерев найбільш чутливого віку; зараження порослі; значна густина деяких куртин, яка робить можливим передачу інфекції через корені. Унаслідок сталося стрибкоподібне наростання темпів всихання майже на всіх ділянках в'язових деревостанів незалежно від їхнього віку, й у молодих посадках також,

де хвороба перебігає в гострій формі й рівень ураженості дерев сягає 33 %. Решта осередків графіозу перебувають на більш ранніх стадіях, характеризуються накопиченням рівня інфекції та зростанням чисельності її переносників.

У процесі дослідження розраховано частоту трапляння видів заболонників у деревних рослинах в'язових на пробних площах (табл. 3).

Встановлено, що найчастіше в осередках голландської хвороби в'язових трапляється заболонник в'язовий *S. multistriatus*, проте його популяції формують осередки, що характеризуються середнім і низьким ступенем заселення дерев. Це вказує на хронічність осередків, яким притаманні тривалий період існування, невисокий, хоча й підвищений (порівняно зі здоровими насадженнями), рівень чисельності комах і розмір поточного відпаду. Епізодичні осередки, або осередки масового розмноження, де було закладено пробні площі № 1, 3 і 7 з перевагою у популяції *Scolytus pygmaeus*, вирізняються порівняно коротким (3–5 років) періодом розвитку, високим рівнем чисельності й розміром поточного відпаду. В обох випадках можливі зворотні та незворотні реакції деревостанів, хоча в другому, за умов масових розмножень, найчастіше відбувається повне руйнування насадження.

Під час статистичного оброблення отриманих результатів встановлено залежність між кліматичними показниками та енергією розмноження короїдів (табл. 4).

У проведених дослідженнях перевіряли наявність і тісноту зв'язку між се-

## 4. Залежність між кліматичними показниками та енергією розмноження

| Коефіцієнт кореляції | Показник                        | Середня температура повітря, °С | Кількість опадів, 10 мм | Індекс аридності | Енергія розмноження популяції |
|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------|-------------------------------|
| Пірсона              | Середня температура повітря, °С | 1                               | -0,498                  | -0,669**         | 0,787**                       |
|                      | Кількість опадів, 10 мм         | -0,498                          | 1                       | 0,972**          | -0,739**                      |
|                      | Індекс аридності                | -0,669**                        | 0,972**                 | 1                | -0,838**                      |
|                      | Енергія розмноження популяції   | 0,787**                         | -0,739**                | -0,838**         | 1                             |
| Тау-в Кендалла       | Середня температура повітря, °С | 1                               | -0,352                  | -0,468*          | 0,640**                       |
|                      | Кількість опадів, 10 мм         | -0,352                          | 1                       | 0,904**          | -0,596**                      |
|                      | Індекс аридності                | -0,468*                         | 0,904**                 | 1                | -0,705**                      |
|                      | Енергія розмноження популяції   | 0,640**                         | -0,596**                | -0,705**         | 1                             |
| Ро Спірмена          | Середня температура повітря, °С | 1                               | -0,478                  | -0,615*          | 0,765**                       |
|                      | Кількість опадів, 10 мм         | -0,478                          | 1                       | 0,967**          | -0,773**                      |
|                      | Індекс аридності                | -0,615*                         | 0,967**                 | 1                | -0,855**                      |
|                      | Енергія розмноження популяції   | 0,765**                         | -0,773**                | -0,855**         | 1                             |

\* Кореляція є значущою на рівні 0,05.

\*\* Кореляція є значущою на рівні 0,01.

редньою температурою, кількістю опадів та індексом аридності, енергією розмноження. Як виявилось, майже всі досліджувані показники мають тісний кореляційний зв'язок із рівнем значущості 0,01. Це означає, що в середньому лише в 1 % випадків можлива помилка при перевірці гіпотези.

Враховуючи наявність зв'язку, було вирішено змоделювати залежність енергії розмноження від температури повітря та кількості опадів з метою прогнозування енергії розмноження популяцій комах-ксилофагів.

Попередній аналіз виявив алометричну залежність між досліджуваними величинами. В результаті багатоваріантного пошуку було отримано таке рівняння:

$$E_p = 1,900 \cdot t^{2,186} \cdot R^{-0,759}, \quad (3)$$

де  $E_p$  – енергія розмноження популяції;  
 $t$  – середня температура повітря, °С;  
 $R$  – кількість опадів, 10 мм.

У практиці ведення лісового господарства досить широко застосовують біоме-

тричний метод оцінки адекватності розробленої моделі на основі множинного коефіцієнта детермінації ( $R^2$ ), що являє собою множинний коефіцієнт кореляції у квадраті та характеризує, яка частка варіації результуючої ознаки зумовлена зміною факторних ознак, що входять до багатоваріантної регресійної моделі (Shmoilova et al., 2005). Іншими словами, множинний коефіцієнт детермінації вказує, яка частка вихідної мінливості пояснюється цією моделлю. Для отриманої моделі він становив 0,753, отже, отримана модель описує 75 % емпіричних значень.

На підставі проведених робіт виявлено певну закономірність виникнення осередків усихання в'язових, а також чітке приурочення ареалу поширення відповідних видів стовбурових шкідників до причин ослаблення в'язових деревостанів на окремих територіях.

**Висновки і перспективи.** Аналіз загального фітосанітарного стану в'язових деревостанів Київської області засвідчив



чітку картину деградації в'язових деревостанів від шкодочинної дії спалаху масового розмноження стовбурових шкідників та поєднаних із ними офіостомових грибів. Зважаючи на наведене вище, можна зробити висновок, що кінцевою причиною всихання дерев є дія комплексу негативних факторів, а саме розмноження та поширення стовбурових шкідників, зокрема *S. scolytus*, *S. multistriatus* та *S. rugmaeus*, та збудників судинного мікозу (офіостомових грибів) в умовах спалаху масового розмноження перших. Це підтверджує ситуація, за якої переважна більшість осередків всихання в'яза зосереджена в лісових насадженнях із найбільш сприятливими умовами для розвитку та розширення кормової бази популяції комах-ксилофагів.

Як засвідчив аналіз кліматичних показників регіону, в районі розташування лісів Київського Полісся впродовж тривалого часу спостерігаються посушливі явища. Через значний вплив на стан деревостанів аномально високих температур протягом вегетаційного періоду і зневоднення лісорослинних умов, насаджень в'язових втратили біологічну стійкість, перебувають на різних стадіях ослаблення і розладу та стали потенційно уразливішими щодо негативного впливу комплексу шкідників і збудників хвороб. За підсумковими оцінками, у прогнозуванні всихань доцільно виходити з того, що площа деревостанів, уражених патогенними комплексами, у майбутньому тільки зростатиме.

### Список літератури

- Buksha, I. F., Gozhik, P. F., & Emelianova, J. L. (1998). *Ukraine and the global greenhouse effect. Vulnerability and adaptation of environmental and economic systems to climate change*. Kyiv: Published by the Agency for Rational Use of Energy and Ecology [in Ukrainian].
- Debrynyuk, Y. M., & Skolsky, I. M. (2012). Features of cultivation of plantations with the participation of species of the genus *Ulmus* L. in the Western Forest-Steppe of Ukraine. *Science. Proceedings: Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 10, 94–103 [in Ukrainian].
- Didukh, Y. P. (2009). Environmental aspects of global climate change: causes, consequences, actions. *Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 2, 34–44 [in Ukrainian].
- Goychuk, A. F., Gordienko, M. I., Gordienko, N. M., et al. (2004). *Pathology of oakery*. Kyiv: Published by NNCIAE [in Ukrainian].
- Guryanova, T. M. (1961). On the role of stem pests in the development of Dutch disease. *Proceedings of the Khopersky Reserve*, 4, 13–18 [in Russian].
- Gusteleva, L. A. (1980). Microflora of a weakened tree and its role in the life of xylophagous insects. *The reaction of the tree to insect*, 3 (6), 75–82 [in Russian].
- Harrington, T. C., & D. McNew, J. (2001). Steinelatall. Phylogeny and taxonomy of the *Ophiostoma piceae* complex and the Dutch elm disease fungi. *Mycologia*, 93 (1), 111–136.
- Meshkova, V. L. (2016). A pine-tree withers. Who is guilty? *Forest announcer*, 2 (53), 8–10 [in Ukrainian].
- Meshkova, V. L. (2019). Vascular diseases of trees. Dutch elm disease. *Forest herald*, 4–5, 8–11 [in Ukrainian].
- Meshkova, V. L., Gamayunova, S. G., Novak, L. V., et al. (2010). *Methodical recommendations for the survey of the centers of stem pests of the forest*. Kharkiv: URIF [in Ukrainian].
- Mozolevska, E. G., Belova, N. K., Krylova, N. V., & Osipov, I. N. (1987). Ecology of sap-carriers of the Dutch disease. *Plant protection*, 7, 37–40 [in Russian].
- Polissya climate: research of scientists and long-term weather forecast for Polissya (2018). Available at <http://www.polissya.eu/2012/01/wetlandsclimate-polissya-projekt-es.html> [in Ukrainian].
- Shmoilova, R. A., Minashkin, V. G., Sadovnikova, N. A., & Shuvalova, E. B. (2005). *Theory of statistics*. Moscow: Finance and statistics [in Russian].
- Shvidenko, A., Buksha, I., Krakovska, S., & Lakyda, P. (2017). Vulnerability of Ukrainian forests to climate change. *Sustainability* [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.3390/su9071152>
- Shvidenko, A., Lakida, P., Shchepachenko D., et al. (2014). *Carbon, climate and land man-*

- agement in Ukraine: forest sector. Korsun-Shevchenkivskiy: FOP Gavrilenko [in Ukrainian].
- Vorontsov, A. I. (1972). The role of forest pathological factors in the drying out of oak forests on the Russian Plain. *On measures to improve the condition of oak forests in the European part of the RSFSR: abstracts of scientific and technical reports. Meeting, 2* (3), 9–13 [in Russian].
- Yavniy, M. I., & Puzrina, N.V. (2017). Analysis of the population indicators of stem pests in the center of *Graphium ulmi*. *Scientific Bulletin of NULE of Ukraine. Series: Forestry and Ornamental Horticulture, 198*, 109–114 [in Ukrainian].
- Yavorovsky, P. P. (2015). Impact of climate change on forest ecosystems. *Forest and landscape gardening, 6*. Available at [http://nbuv.gov.ua/UJRN/licgoc\\_2015\\_6\\_14](http://nbuv.gov.ua/UJRN/licgoc_2015_6_14) [in Ukrainian].
- 

**Puzrina, N. V., Yavniy, M. I. (2020). Influence of meteorological factors on weakening of elm trees under conditions of development of insect-xylophages. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science, 11* (3) 45–54. <https://doi.org/10.31548/forest2020.03.005>**

*The biological resistance of species of the genus Ulmus L. is interrelated with various biotic, abiotic and anthropic factors, in particular, abrupt changes in the hydrothermal regime, failure to comply with the rules of intermediate cutting management in the stands with these species, damage by leaf and stem insect pests that transmit and spread the infection, infectious agents, agents of undetermined etiology, etc. It has been discovered that the uneven distribution of rainfall over the years (the least rain in the research area fell in 2007, 2009 and 2015) induced deterioration of the sanitary state of elm woody plants, which caused them being affected by pathogens of mushroom and bacterial etiology and their settlement by xylophagous insects. On the basis of the analysis of changes in the population parameters in the phases of the development of the hotbeds of these pests it was shown that the studied plantations in the dynamics during the period from 2004 to 2006 were in a state of dispersion or the so-called crisis, but, starting from 2007, transformed into a state of the actual outbreak of the hotbed. Detected hotbeds of stem pests are characterized by high, medium and low degree of settlement of trees. At the same time, it was recorded that chronic hotbeds are characterized by a long period of existence, relatively low, although elevated (in comparison with healthy plantings), the number of insects and the size of the current dead trees; for episodic hotbeds, or hotbeds of mass reproduction, – a relatively short (3 to 5 years) period of development, a great number and size of the current dead trees. It has also been found that in both cases there are possible inverse and irreversible reactions of tree stands, although in the second scenario of the development of the population of pests, in the conditions of their mass reproduction, the full destruction of the forest plantation is most often observed. It was recorded that, near the hotbeds of mass reproduction, which are characterized by excessive population density, migration centers usually appear, where harmful insects migrate in search of new settlements.*

**Keywords:** population, breeding centers, stem pests, maximum number, population indicators.

---

Отримано: 2020-05-21