



**BULLETIN OF POLTAVA  
STATE AGRARIAN  
ACADEMY**

ISSN: 2415-3354 (Print)  
2415-3362 (Online)

<https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk>




original article | UDC 632: 595.7 | doi: 10.31210/visnyk2020.01.04

## REPRODUCTIVE AND SPATIAL CHARACTERISTICS OF MAY BEETLES' POPULATIONS (*SCARABAEIDAE*, *MELOLONTHINAE*) IMPORTANT FOR THE OPTIMIZATION OF COMMON PINE PROTECTION

*E. V. Korenchuk*

*V. F. Drozda*

*A. V. Fokin\**

ORCID  [0000-0002-6872-0421](https://orcid.org/0000-0002-6872-0421)

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 16, Polkovnyka Potiekhina, Kyiv, 03127, Ukraine

\*Corresponding author

E-mail: [dr\\_andreyfok@ukr.net](mailto:dr_andreyfok@ukr.net)

*In recent years, there has been an increase in populations of May beetles. This is closely related to the risks of functioning nursery gardens and young pine crops. In order to optimize protection technology, it is necessary to have a clear understanding of the peculiarities of the phytophages' bio-ecology (*Melolontha melolontha* L., *Melolontha hippocastani* F., *Polyphylla fullo* L., *Anoxia pilosa* F., *Amphimallon volgensis* Fisch.), in particular as to the formation of the reproductive potential of May beetle females, the dynamics of their oviposition, egg viability, layer localization of eggs, larvae and diapause pupae in soils. That is why their research was the purpose of the work. The study was conducted under typical conditions of the central Forest-Steppe. To determine the forage value of leaves of woody crops, females were placed in screen gardens with leaves of common oak, white poplar, drooping birch, apple trees, inflorescences of common pine. Determining the depth of eggs, larvae and pupae location was performed in layers: digging out at 0–10, 11–20, 21–30, 31–40, 41–50, 51–60, 61–75, 76–90, 91, 91–130, 131–150 cm in areas of 0.25 m<sup>2</sup>. There were 50 calculation points. It has been established that oak leaves is the optimal substrate as to female fertility, and the females, which were fed with pine inflorescences are also characterized by significant reproductive potential. The dynamics of oviposition has been established. The first period lasts 5–7 days. During this period females lay from 17.8 to 29.4 % of eggs. Physiologically complete eggs of the female are laid in the period of mass oviposition, which lasts 12–14 days. During the third oviposition period of 4–7 days, females lay a significant number of physiologically defective eggs. Larvae born from eggs laid during the period of mass oviposition are the greatest threat to plantings. Depending on the depth of location, the greatest viability is shown by eggs laid in a layer up to 30 cm; in general, in the surface layers of 10 cm) and 31–40 cm eggs are most vulnerable to the influence of abiotic and biotic regulators. The distribution of larvae in the soil shows that in May the depth of 10–30 cm is the most technological for applying bio-preparations– up to 75 % of larvae are concentrated in this layer; in June – July the most appropriate application depth is up to 20 cm; at the beginning of August, it is advisable to apply preparations at a depth of 20–40 cm – the concentration of larvae is up to 88 % here; at the end of August and throughout September larvae are found in layers up to 30 cm – 60–88 %, at the end of September and in October–November the main number of larvae, up to 85 %, focuses at the wintering depth of 50–75 cm, i.e. the introduction of preparations at this depth is technologically unjustified. It has been shown that only 11.8 % of pupae population is concentrated at a depth of up to 7 cm. Their death rate for the period of spring reactivation is 65.2%. The following soil layers of 8–15, 16–24, and 25–35 cm contained 80.6 % of pupae. Their death rate was 14.3–15.4 %. In general, the viable part of May beetle populations is 84.6–85.7 %, which is a real threat to plantings.*

**Key words:** *females, trophy, oviposition dynamics, egg viability, layer localization of eggs, larvae and diapause pupae in the soil.*

**РЕПРОДУКТИВНІ ТА ПРОСТОРОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОПУЛЯЦІЙ ХРУЩІВ (SCARABAEIDAE, MELOLONTHINAE), ВАЖЛИВІ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ**

*Є. В. Коренчук, В. Ф. Дрозда, А. В. Фокін,*

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

Останніми роками відбувається збільшення популяцій травневих хрущів. Це тісно пов'язано з ризиками функціонування розсадників та молодих культур сосни. Для оптимізації технології захисту необхідно мати чітке уявлення про особливості біоекології фітофагів (*Melolontha melolontha* L., *Melolontha hippocastani* F., *Polyphylla fullo* L., *Anoxia pilosa* F., *Amphimallon volgensis* Fisch.), зокрема щодо формування репродуктивного потенціалу самиць хрущів, динаміки їх яйцекладки, життєздатності яєць, поширеної локалізації яєць, личинок та діапauзуючих лялечок у ґрунті. Тому саме їх дослідження і було метою роботи. Дослідження проводили в типових умовах центрального Лісостепу. Для визначення кормової цінності листя деревних культур самиць розташовували в сітчастих садках з листям дубу черешчатого, тополі білої, берези повислої, яблуні, суцвіття сосни звичайної. З метою визначення глибини залягання яєць, личинок та лялечок проводили поширено: 0–10, 11–20, 21–30, 31–40, 41–50, 51–60, 61–75, 76–90, 91, 91–130, 131–150 см розкопки на ділянках 0,25 м<sup>2</sup>. Кількість точок обліку 50. Встановлено, що за плодючістю самиць листя дубу черешчатого є оптимальним субстратом, самиці ж, які жились суцвіттям сосни звичайної також характеризуються значним репродуктивним потенціалом. Встановлено динаміку яйцекладки. Перший період триває 5–7 днів. Самиці в цей період відкладають від 17,8 до 29,4 % яєць. Фізіологічно повноцінні яйця самиці відкладають у період масової яйцекладки, яка триває 12–14 днів. Третій період яйцекладки 4–7 днів – самиці відкладають значну кількість фізіологічно неповноцінних яєць. Найбільшу загрозу насадженням представляють личинки, що відродились з яєць, відкладених у період масової яйцекладки. Залежно від глибини розташування, найбільшу життєздатність мають яйця, відкладені в шарі до 30 см, загалом, у поверхневому шарі (10 см) та шарі (31–40 см) яйця найбільш уразливі до впливу абіотичних та біотичних регуляторів. Розподіл личинок у ґрунті показує, що у травні найбільш технологічною для внесення біопрепаратів є глибина 10–30 см – в цьому шарі концентрується до 75 % личинок; у червні – липні до 20 см; на початку серпня вносити препарати доцільно на глибину 20–40 см – концентрація личинок становить до 88 %; наприкінці серпня та протягом усього вересня личинки тримаються у шарах до 30 см – 60–88 %, наприкінці вересня та у жовтні–листопаді основна кількість личинок – до 85 % зосереджується на глибині зимівлі 50–75 см, тобто внесення препаратів на цю глибину технологічно невиправдане. Показано, що на глибині до 7 см концентрувалося тільки 11,8 % популяції лялечок. Рівень їх загибелі на період весняної реактивації становить 65,2%. Наступні прошарки ґрунту 8–15, 16–24 та 25–35 см містили 80,6 % лялечок. Рівень їх загибелі 14,3–15,4 %. Загалом, життєздатна частина популяцій хрущів становить 84,6–85,7 %, яка і є реальною загрозою насадженням.

**Ключові слова:** самиці, трофіка, динаміки яйцекладки, життєздатність яєць, поширена локалізація яєць, личинок та діапauзуючих лялечок у ґрунті.

**РЕПРОДУКТИВНЫЕ И ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОПУЛЯЦИЙ ХРУЩЕЙ (SCARABAEIDAE, MELOLONTHINAE), ВАЖНЫЕ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ**

*Е. В. Коренчук, В. Ф. Дрозда, А. В. Фокин,*

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, Украина

Представлены результаты изучения репродуктивных и пространственных характеристик популяций комплекса хрущей (*Melolontha melolontha* L., *Melolontha hippocastani* F., *Polyphylla fullo* L., *Anoxia pilosa* F., *Amphimallon volgensis* Fisch.). Установлено, что листья дуба черешчатого являются оптимальным субстратом для питания самок; динамика яйцекладки характеризуется тремя периодами, наиболее физиологически полноценные яйца (до 30 % от общего количества яиц) отк-

ладываються в період масової яйцекладки, довільністю 5–7 днів; найбільш життєспособними являються яйця, отложенные на глибині 11–30 см; розподілення личинок – в травні на глибині 10–30 см концентрується до 75 %, в початку августу на глибині 20–40 см знаходиться 88 % личинок, в кінці сентябрю до 85 % личинок концентрується на глибині зимівки 50–75 см; більше 80 % куколок розміщалося на глибині 8–35 см. Життєспособна частина популяції хрущів складає 84,6–85,7 % і являється реальною угрозой насажденням.

**Ключевые слова:** самки, трофіка, динаміка яйцекладки, життєспособність яєць, послійная локалізація яєць, личинок і діапаузіруючих куколок в ґрунті.

### Вступ

Раціональні технології захисту рослин взагалі й лісостанів зокрема потребують вичерпної інформації з біології та екології домінуючих видів фітофагів. Така інформація висвітлює критичні періоди в онтогенезі фітофагів, їх реакцію до дії різноманітних стресових факторів біологічного та антропогенного походження. Зважаючи ці фактори, можливо перейти від наявної винищувальної стратегії часто з високою господарською ефективністю, але з не передбачуваними наслідками, до реалізації сучасних екологічно-безпечних технологій. Однією з особливостей останніх є врахування природних регуляторних чинників: від очевидних – популяцій ентомофагів, та ентомопатогенів до неочевидних – біоценотичних, що інтегрують процеси стійкості екосистем. Сказане має безпосереднє відношення до проблем розсадників. Відомо, основна загроза функціонуванню розсадників та молодих культур сосни надходить від комплексу ґрунтових фітофагів, з яких найбільш проблемними є хрущі. Їхні личинки становлять перешкоду для отримання необхідних стандартних саджанців. Тому дослідження особливостей формування репродуктивного потенціалу самиць хрущів, динаміки їхньої яйцекладки, життєздатність яєць, поширеної локалізації яєць, личинок та діапаузіруючих лялечок у ґрунті є актуальними.

У ретроспективі спектр проведених досліджень, що стосуються біології західного та східного травневих, мармурового, червненого та волохатого хрущів досить значний. З найбільш важливих робіт минуло сторіччя варто відмітити праці З. Головянко [6], В. Березіної [2], П. Трошаніна [13], М. Гілярова [4], присвячені трофіці травневих хрущів, їх популяційній структурі і розподілу у стаціях лісових біоценозів, особливостям застосування засобів регулювання чисельності, пов'язаних з екологічними аспектами міжвидових та міжпопуляційних взаємовідносин. Монографічна робота З. Головянко [5] по мармуровому хрущу залишається єдиним у світовій літературі зведенням з біології та екології цього виду. Варто вказати й на фундаментальну працю С. Медведева [11, 12], яка містить великий обсяг інформації щодо біології та екології пластинчастовусих фітофагів. Окремо потрібно взяти до уваги роботу Я. П. Циновського [14], яка за масштабністю проведених досліджень з фенології та фізіології західного та травневого хрущів, що дають змогу побудувати прогнозні тренди заляльковування їх личинок, не має аналогів, ані у світовій, ані у вітчизняній літературі. Важливими висновками з цієї роботи стало чітке визначення глибини зимівлі личинок різного віку та заляльковування. Автор встановив, що личинки західного травневого жука зимують на глибині: перший вік – 16–35 см, другий вік – 11–50 см, третій вік – 16–75 см, а заляльковується на глибині 6–45 см. Для східного травневого хруща: личинки першого віку – 11–40 см, другого – 11–50 см, третього – 5–107 см, заляльковування відбувається на глибині 10–50 см. Тобто істотна різниця стосується лише зимівлі личинки третього віку східного хруща – вони зимують значно глибше ніж личинки західного.

Останніми роками істотно зросла кількість повідомлень про спалахи масового розмноження комах-фітофагів у лісових екосистемах. Не є виключенням і пластинчастовусі – відбувається відчутне збільшення популяцій травневих хрущів у таких країнах: Німеччина (Гессен, Баварія), Австрія, Італія (райони Трентіно, Південний Тіроль) [15, 20–23], насамперед унаслідок зменшення антропогенного навантаження, тому новітні дослідження екології пластинчастовусих тісно пов'язані з питаннями популяційної динаміки. Відомо три стратегічних підходи до опису змін чисельності популяцій лісових комах: перший – базується на аналізі чисельності популяцій, враховуючи впливи різних екологічних факторів (кліматичних, ландшафтно-екологічних тощо); другий – полягає у встановленні взаємовідносин між комахами на міжпопуляційному рівні залежно від трофічної бази та природних регуляторів чисельності (хижаки, паразитоїди) [10]; третій – ґрунтується на використанні методу фазових портретів і виявленні параметрів, що віддзеркалюють взаємозв'язки в системі лісового біоценозу, при цьому досліджуються не окремі форми регуляції чисельності, а регуляторні механізми всієї екологічної системи [9]. Останніми дослідженнями спростовано гіпотезу щодо максимального навантаження на рос-

лини фітофагами (щільність на одиницю маси рослини) на ділянках монокультури, без інших рослин. Встановлено, що фітофаги, дійсно, частіше трапляються на ділянках з основною кормовою рослиною, але при цьому спостерігається сильна від'ємна кореляція між навантаженням на рослини і їхньою кількістю, тобто спостерігається ефект розведення, а не ефект концентрації. Збільшення видового різноманіття рослин дає порівняно слабкий від'ємний ефект на навантаження [18]. Встановлено, що основною ланкою трофічного ланцюга є рослина, яка визначає як джерело живлення певної якості фізіологічний стан і життєздатність наступної ланки – комах-фітофагів, своєю чергою рівень резистентності комах, що залежить від їхньої життєздатності, визначає чутливість фітофага до патогенів і паразитоїдів [1, 16–17, 19]. З іншого боку, властивості бур'янів як екологічної групи вторинних місцеперебувань, нерозривно пов'язані з умовами їхнього існування в порушуваних (антропогенні зміни) місцях [3] і безпосередньо впливають на чисельність ентомофагів.

Водночас поза увагою дослідників залишилися такі важливі елементи екології хрущів, як формування репродуктивного потенціалу, а проблема просторового розподілу преімагінальних стадій потребує перегляду й уточнення порівняльно до досліджень, проведених у 40–50-х роках минулого століття, насамперед, через істотні кліматичні зміни та відмінності для ґрунтів різних типів.

Мета роботи полягала в дослідженні репродуктивної та просторової характеристики популяцій комплексу хрущів (західний *Melolontha melolontha* L. і східний *Melolontha hippocastani* F. травневі хрущі, мармуровий *Polyphyla fullo* L., сірий волохатий *Anoxia pilosa* F. та звичайний червневий *Amphimallon volgensis* Fisch.), важливі для оптимізації екологічно безпечних методів контролю їх чисельності в розсадниках сосни звичайної: формування репродуктивного потенціалу самиць, динаміки їх яйцекладки, життєздатність яєць, поширення локалізації яєць, личинок та діапаузуючих лялечок у ґрунті.

### Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили в типових умовах центрального Лісостепу 2016–2018 років у Богуславському лісництві Богуславського району Київської області.

Дослід з визначення кормової цінності листя деревних культур передбачав варіанти – листя дуба черешчатого (*Quercus robur* Z.), тополі білої (*Populus alba*), берези повислої (*Betula pendula*), яблуні, суцвіття сосни звичайної (*Pinus silvestris* Z.). Для цього самиць, зразу після відродження та спарування відбирали та розташовували у дерев'яні сітчасті садки, де розташовували букети гілок з повноцінним листям у місткостях з водою. Кожні три доби букети змінювали на свіжі. Особливістю цих досліджень було те, що в кожному садку на дні розташовували шар рихлодернини товщиною не менше 12–15 см, куди самиці відкладали яйця.

З метою визначення глибини залягання яєць, личинок різного віку та лялечок пластинчастовусих фітофагів 2016–2018 рр. проводили ґрунтові розкопки. Обстеження ґрунтової ентомофауни здійснювали за класичними методиками шляхом накладання на площу розсадника сітки й на визначених ділянках у шаховому порядку проводили розкопки. Площа облікових ділянок 0,25 м<sup>2</sup>. Глибина облікових ям 60–150 см. Кількість точок обліку 50. Розкопки проводили пошарово: 0–10, 11–20, 21–30, 31–40, 41–50, 51–60, 61–75, 76–90, 91, 91–130, 131–150 см [7–8].

### Результати досліджень та їх обговорення

#### Репродуктивні характеристики

Формування репродуктивного потенціалу самиць. Вважається цілком закономірним, що основна загроза високого рівня шкідливості належить личинкам хрущів. Водночас у період масового льоту імаго спостерігається значне скупчення особин на різних деревних породах. Літературні джерела, власні дослідження показали, що для повноцінного функціонування гонад самиць та самців необхідні значні трофічні реформи. Це означає, що одразу після відродження імаго обох статей інтенсивно споживають вегетативну масу з властивою та характерною добовою ритмікою. Тобто упродовж світлового дня імаго у кронах дерев практично повністю завмирають. Відбувається інтенсивний процес травлення їжі та розподіл енергетичних ресурсів. Прийнято вважати, що понад 60 % ресурсів витрачається на процес оогенезу самиць. Самиці відроджуються з повністю сформованою морфологічною структурою гонад, проте подальший їх розвиток повністю залежить не тільки від трофічної маси, а й від її якості. Встановлено, що за наявності значного рослинного різноманіття у імаго хрущів є вибір. За умов трофічного дефіциту імаго частково мігрують або концентруються на інших листових або

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

хвойних деревостанах.

Характер живлення повністю відповідає репродуктивному потенціалу яєць, їх фізіологічними параметрам, рівню життєздатності та сприятливості до дії різноманітних стресових факторів. Очевидно, з вищенаведеного, що показники реальної плодючості самиць є досить вагомим фактором прогнозу потенційного поширення популяцій.

Саме тому було проведено лабораторно-польові дослідження, що стосуються встановлення закономірності між трофічною цінністю корму та його впливу на оогенез самиць, їх функціональну активність та реальну плодючість (табл. 1). Встановлено, що за плодючість самиць листя дубу черешчатого є субстратом, що оптимізує усі параметри та життєві функції самиць. Порівняно з іншими листовними породами реальна плодючість самиць, що живились листям дуба, перевищує у 1,5–2,5 раза. Встановлено також, що самиці, що живились суцвіттям сосни звичайної характеризуються значним репродуктивним потенціалом. Менш сприятливі умови для самиць хрущів спостерігаються при живленні листям берези повислої. Листя тополі, як трофічний субстрат, за умов живлення імаго формує переважно фізіологічно неповноцінні популяції хруща.

Практика підтверджує, що розсадники, які оточують дуби, найбільше потерпають від надмірного заселення хрущами. Спочатку це дорослі особини у кронах дерев і далі – високий рівень заселення ґрунту личинками хрущів. Очевидно, що у складі будь-яких технологій повинен бути прийом, що спрямований на масове знищення дорослих особин, хоча б у льотні роки. З погляду сьогоденського рівня техніки одна обробка крон дерев інсектицидом до початку яйцекладки самиць дасть змогу повністю розв'язати цю проблему.

### 1. Формування репродуктивного потенціалу самиць хрущів залежно від трофічної бази

Трофічна база	Вихідний біоматеріал самиці, екз.	Маса лялечок самиці, г	Фізіологічний моніторинг гонад самиць, %				Відродилось личинок, %
			повна дисфункція	часткова дисфункція	нормальні морфологічні і фізіологічні структури гонад	реальна плодючість самиць, екз.	
Листя дуба черешчатого	35	0,629	17,9	32,4	49,7	48,7	76,2
Листя тополі	30	0,463	35,2	44,6	20,2	29,8	48,3
Береза повисла	30	0,514	32,3	30,2	37,5	35,8	64,8
Суцвіття сосни звичайної	30	0,586	14,6	43,6	41,8	43,6	73,5
НІР <sub>05</sub>	–	0,25	3,4	4,0	3,8	3,6	42

Наші дослідження мали на меті детальне вивчення характеру яйцекладки самиць. Досліджували характер та ритміку яйцекладки самиць у часі та просторі. Була відпрацьована оригінальна методика досліджень. Для цього імаго після їх весняного відродження згодовували листя трьох листовних порід – дуба черешчатого, тополі та берези повислої. Крім того, передбачався варіант, де імаго хрущів згодовували суцвіттям сосни звичайної та ясена. Результати досліджень наведено в таблиці 2.

Наведені результати експериментально підтверджують закономірність, що стосується енергетичної цінності корму. Дослідження свідчать, що оптимальним харчовим раціоном для самиць хрущів є листя дуба черешчатого та яблуні. Досить добре розвиток статеві системи та оогенезу загалом спостерігається також внаслідок живлення самиць суцвіттями сосни звичайної. Водночас самиці хрущів зовсім не споживали листя ясена звичайного й гинули, не відкладаючи яєць.

Фактично вперше детально досліджено характер яйцекладки самиць хрущів. Встановлено ритміку яйцекладки, притаманну для кожного виду.

Інтервал між прийомами яйцекладки становив 5–7 днів. Як видно з таблиці 2, у першому прийомі яйцекладки нараховується від 29,3 до 38,1 % яєць з усього запасу. Тоді як за другий прийом яйцекладки вони відкладали від 49,4 до 62,3 % яєць. Тільки 8,4 та 14,2 % яєць від усього запасу припадав на третій період.

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

### 2. Репродуктивний потенціал та характер яйцекладки самиць західного травневого хруща (лабораторно – польові дослідження 2015–2018 рр.)

Трофічна база	Вихідний біоматеріал, самиці, екз.	Плодючість самиць, екз.	Характер яйцекладки, <i>прийоми</i>			Біотопи	Характеристика яйцекладки	
			<i>перший</i> %	<i>другий</i> %	<i>наступні</i> %		яєць у кладці, екз.	глибина розташування у ґрунті, см
Листя дуба черешчатого	35	53,6	30,8	55,1	14,1	освітлені задернілі ділянки	17–24	16–32
Листя яблуні	32	49,4	38,1	49,4	12,5	лісосмуги по периметру кварталу	22–33	14–27
Листя берези повислої	30	38,7	34,2	51,6	14,2	задернілі затінені осередки	19–23	15–18
Суцвіття сосни	30	47,3	29,3	62,3	8,4	осередки різнотрав'я, освітлені	12–23	15–21
НІР <sub>05</sub>	–	3,6	3,8	4,2	2,1	–	–	–

Також встановлено, що рівень життєздатності яєць, а відтак ембріонів відрізняється і це залежить від періоду яйцекладки, а також від живильного раціону самиць. Найбільш життєздатними були яйця та личинки хрущів, що відкладались у період другого прийому яйцекладки. Найбільший рівень загибелі яєць та личинок першого віку спостерігався в популяціях, що розвивались після першого прийому яйцекладки. Найвищий рівень смертності спостерігався в популяціях, що розвивались після третього періоду яйцекладки. Цю закономірність певною мірою показують матеріали таблиці 2, де представлені біотопи, яким віддавали перевагу самиці в період вибору на яйцекладки. Освітлені задернілі ділянки – це оптимальні ніші для збереження яєць з оптимальним планом відродження личинок.

Наведені результати – важлива інформація практичного характеру. Штучна руйнація оптимальних ніш для яйцекладки, знищення бур'янів, насамперед пирію, фактично єдиного трофічного ресурсу для личинок першого та другого віків. З іншого боку, штучне облаштування оптимальних осередків у межах розсадників для масової яйцекладки самиць, з подальшим їх знищенням механічним способом, або спрямоване внесення біологічних препаратів на основі хижих нематод та ентомопатогенних грибів.

*Характеристика яйцекладок.* Матеріали таблиці 3 ілюструють визначальні критерії процесу яйцекладки чотирьох видів хрущів. Наведені матеріали ілюструють три, що ми виділили експериментально, періоди яйцекладки самиць.

Перший період триває 5–7 днів. Самиці в цей період відкладають від 17,8 до 29,4 % яєць з усього запасу. Їхня життєздатність незначна і понад 45 % їх гине. Фізіологічно повноцінні яйця самиці відкладають у період масової яйцекладки, яка триває 12–14 днів. Третій період яйцекладки триває 4–7 днів, самиці відкладають значну кількість фізіологічно неповноцінних яєць. Отже, найбільшу загрозу насадженням представляють личинки, які відродились з яєць, відкладених у період масової яйцекладки. Отже, наведені матеріали певною мірою є основою для часової локалізації застосування різних методів, що призводять до загибелі яєць.

#### **Просторові характеристики**

*Розподіл яєць у ґрунті.* Оцінка життєздатності яєць за рівнем відродження личинок західного травневого хруща (табл. 4), залежно від глибини розташування показало, що найбільшу життєздатність показують яйця відкладені в шарі до 30 см, але загалом, у поверхневому шарі (10 см) та шарі (31–40 см) яйця більш уразливі до впливу абіотичних та біотичних регуляторів – низька вологість ґрунту, хижаки, паразити та надмірне зволоження та ентомопатогени відповідно.

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

### 3. Ритміка яйцекладки самиць хрущів (Богуславський лісгосп, 2015–2018 рр.)

Види	Ритміка яйцекладки, період / тривалість, дні			Глибина відкладання яєць у ґрунті, см	Абіотичні фактори	
	початок льоту	масовий льот	кінець льоту		температура повітря, °С	вологість ґрунту, %
Травневий східний хрущ	24 – 30•04; 5 – 7	3 – 15•05; 12 – 14	17 – 21•05; 4 – 5	19–31	16–18	7–9
Травневий західний хрущ	29•04 – 5•05; 7 – 9	7 – 14•05; 10–12	20 – 26•05; 5 – 6	21–34	14–17	9–10
Червневий хрущ	2•06 – 7•06; 5 – 7	10•06 – 21•06; 12–14	23•06 – 1•07; 6 – 7	24–38	17–19	8–10
Мармуровий хрущ	3•05 – 10•06; 7 – 9	13•05 – 23•06; 10–13	28•07 – 5•08; 5 – 7	29–46	13–16	11–13

### 4. Характеристики життєздатності яєць західного травневого хруща (Богуславський лісгосп, 2016–2018 рр.)

Глибина ґрунту, см	Виявлено яєць		Рівень життєздатності та рівень відродження личинок, %	Загинуло ембріонів, % від			
	екз.	%		хижка-ків	паразитів	синоптичних аномалій	всього %
0–10	16	15,5	70,2	11,4	6,1	12,3	29,8
11–20	54	51,9	77,3	9,7	3,2	9,8	22,7
21–30	27	25,9	60,6	16,8	1,4	18,2	39,3
31–40	7	6,7	28,3	11,9	–	59,9	71,7
41–50	–	–	–	–	–	–	–
51–60	–	–	–	–	–	–	–

*Розподіл личинок у ґрунті.* Одним із питань технології, яке розв'язувалося, було визначення глибини внесення препаратів, тому протягом 2016–2018 років проводили розкопки з метою виявлення глибини найбільшої концентрації личинок (табл. 5).

Розподіл личинок у ґрунті показує (у табл. 5 три найвищі значення поспіль виділені напівжирним шрифтом), що у травні (у квітні личинки ще знаходяться досить глибоко – 90 % на 50–75 см глибині) найбільш технологічною для внесення біопрепаратів є глибина 10–30 см – в цьому шарі концентрується до 75% личинок; у червні – липні глибину можна зменшити до 20 см – майже 100 % фітофаги знаходяться в поверхневих горизонтах; на початку серпня за посушливої погоди личинки мігрують у глибину, у більш вологі шари ґрунту, тому вносити препарати доцільно дещо глибше на 20–40 см – їх концентрація становить до 88 %, але наприкінці серпня та протягом усього вересня личинки за достатньої вологості ґрунту, знову тримаються в поверхневих шарах до 30 см – 60–88 % від загальної кількості, наприкінці вересня та у жовтні–листопаді основна кількість личинок – до 85 %, зосереджується на глибині зимівлі 50–75 см, тобто внесення препарату на цю глибину технологічно невиправдане.

*Розподіл лялечок у ґрунті.* Зважаючи на надзвичайно високий адаптивний потенціал хрущів, встановлення критеріїв життєздатності лялечок, їх реакцію до стресових факторів особливо актуально. Упродовж чотирьох років проводили лабораторні та польові дослідження з пошаровими розкопками ґрунту, вилученням та видовою ідентифікацією хрущів. За визначальними тестовими показниками оцінювали рівень життєздатності та причини загибелі лялечок. Встановлено просторову структуру концентрації лялечок хруща в шарах ґрунту. Очевидно, що нерівномірність їх розподілу має певні досить важливі закономірності, щонайперше екологічного та фізіологічного характеру.

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

### 5. Розподіл личинок пластинчастовусих за ґрунтовими профілями (Богуславський лісгосп, 2016–2018 рр.)

Профіль ґрунту, см	Концентрація личинок, %																
	20.04	10.05	20.05	30.05	15.06	30.06	10.07	20.07	10.08	20.08	30.08	15.09	25.09	10.10	20.10	15. IX	5.X
1–10	–	–	3	6	19	79	42	50	4	24	30	32	1	–	–	–	–
11–20	–	–	5	18	57	19	51	31	26	16	22	26	3	6	2	1	–
21–30	6	8	16	16	19	2	7	19	42	20	16	17	21	6	3	3	5
31–40	11	4	31	41	5	–	–	–	22	11	19	16	31	28	5	7	11
41–50	21	17	34	16	–	–	–	–	6	17	8	9	18	37	36	44	29
51–60	19	42	11	3	–	–	–	–	–	9	5	–	17	21	42	31	31
61–75	24	29	–	–	–	–	–	–	–	3	–	–	6	2	12	14	16
76–90	16	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	–	–	–	8
91–130	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
131–150	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
личинок на 5 рослин	46	54	42	51	39	31	18	21	27	21	15	50	34	26	24	49	27

Показано, що з усього загалу на глибині до 7 см концентрувалося тільки 11,8 % популяції лялечок. Рівень їх загибелі на період весняної реактивації становить 65,2 %. Причиною загибелі були хижакі 42,1 %, а це переважно туруни, а також ентомопатогени 16,7 % переважно грибної етології – мускардині гриби. Своєю чергою, серед мускардиозів домінував гриб білої мускардини – 79,7 %. Траплялися лялечки, уражені зеленою та рожевою мускардиною – 13,8 % та 6,5 % відповідно. Отримані матеріали свідчать про доцільність у технології захисту розсадників агроценозів використовувати біопрепарати на основі цих грибів. Синоптичні аномалії в цьому прошарку ґрунту стали причиною смертності 6,4 % лялечок (табл. 6).

Наступні прошарки ґрунту містили лялечок на глибині 8–15, 16–24 та 25–35 см. Тут концентрувалися 80,6 % лялечок від їх загалу. Рівень їх загибелі 14,3–15,4 %. На частку хижаків припадало тільки 2,1–6,7 %. Синоптичні аномалії стали причиною загибелі 0,8–2,8 % лялечок. Саме в цьому прошарку ґрунту складаються найбільш сприятливі умови для загибелі лялечок. Хижі туруни та стафілініди практично не проникають на таку глибину, тим більше що ґрунт, де ростуть молоді культури, не розпушуються. Крім того фізіологічно повноцінні популяції лялечок облаштовують для діапазування специфічні печерки, стіни яких цементуються секретом. Це є перешкодою, котру можуть зруйнувати тільки дорослі особини окремих видів хижих жужелиць. Отже, життєздатна частина популяцій хрущів становить 84,6–85,7 %, яка і є реальною загрозою насадженням.

З вищенаведеного видно, що синоптичні аномалії відіграють порівняно незначну регуляторну роль у регулюванні динаміки чисельності хрущів. Більш суттєвою є ефективність хижаків-



## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

ентомофагів та збудників хвороб щодо яйцекладок та личинок хрущів. Щодо лялечок, то внаслідок їхньої неактивності, навпаки, роль ентомофагів і хижаків є зовсім незначною.

### 6. Пошаровий розподіл діапазуючих лялечок східного травневого хруща у профілі ґрунту (Богуславський лісгосп, 2014–2017 рр.)

Структура розподілу лялечок у ґрунті, см.	Виявлено личинок хруща восени		Фізіологічний моніторинг популяцій лялечок у період весняної реактивації, %				Частина життєздатної популяції, %
	екз/м <sup>2</sup>	%	загинуло всього	ентомопатогени	хижаки	синоптичні аномалії	
0–7	23	11,8	65,2	16,7	42,1	6,4	34,8
8–15	63	32,1	15,4	7,9	6,7	0,8	84,6
16–24	39	20,0	14,3	8,8	2,7	2,8	85,7
25–35	56	28,5	15,1	10,2	2,1	2,8	84,9
36–45	23	6,6	38,3	13,8	–	24,5	61,7
≥46	2	1,0	–	–	–	–	–
Усього:	196	100,0	–	–	–	–	–

Наведені матеріали свідчать про адаптивні властивості популяції хрущів. Детальний аналіз специфіки та характеру діапазування лялечок свідчить про відсутність очевидних критичних періодів їх розвитку.

Отже, на стадії лялечок не доцільно використовувати прийоми як винищувального, так і регуляторного характеру. Актуальними є традиційні прийоми агротехнічного та лісівничого характеру: оранка та розпушування ґрунту в розсадниках та молодих культурах сосни. Умовно ефективними є прийоми, що передбачають використання ентомофагів.

### Висновки

Встановлено, що за плодючістю самиць хрущів листя дубу черешчатого та суцвіття сосни звичайної є оптимальним субстратом; встановлено ритміку яйцекладки хрущів: перший період триває 5–7 днів, у цей період самиці відкладають від 17,8 до 29,4 % яєць незначної життєздатності (понад 45 % гине); масова яйцекладка – 12–14 днів, відкладаються фізіологічно повноцінні яйця; третій період – 4–7 днів, самиці відкладають значну кількість фізіологічно неповноцінних яєць. Найбільшу загрозу насадженням представляють личинки, які відродилися з яєць, відкладених у період масової яйцекладки; найбільшу життєздатність мають яйця, відкладені в шарі до 30 см, але загалом, у поверхневому шарі (10 см) та шарі (31–40 см) яйця більш уразливі до впливу абіотичних та біотичних регуляторів; встановлено розподіл личинок у ґрунті: у квітні 90 % личинок знаходяться на глибині 50–75 см, у травні 75 % личинок – 10–30 см, у червні – липні майже 100 % фітофаги знаходяться в поверхневих горизонтах (20 см), на початку серпня за посушливої погоди личинки мігрують на глибину на 20–40 см – до 88 %, але наприкінці серпня та протягом усього вересня личинки у разі достатньої вологості ґрунту тримаються в шарах до 30 см – 60–88 % від загальної їх кількості, наприкінці вересня та у жовтні–листопаді основна кількість личинок – до 85 % зосереджується на глибині зимівлі 50–75 см; встановлено просторову структуру розподілу лялечок хруща в шарах ґрунту: на глибині до 7 см концентрувалося 11,8 % лялечок, рівень їх загибелі на період весняної реактивації становить 65,2 %. У шарах 8–15, 16–24 та 25–35 см концентрувалося 80,6 % лялечок, рівень загибелі 14,3–15,4 %. Отже, життєздатна частина популяцій хрущів становить 84,6–85,7 %, яка і є реальною загрозою насадженням.

### References

1. Bakhvalov, S. A., Bakhvalova, V. N., & Martemyanov, V. V. (2006). Rol troficheskogo faktora v dinamike chislennosti nasekomyh: analiz problemy. *Uspеhi Sovremennoj Biologii*, 126 (1), 49–60 [In Russian].
2. Berezina, V. M. (1957). Lichinochnoe pitanie vostochnogo majskogo hrusha. *Trudy VIZR.*, 8, 37–74 [In Russian].
3. Borysenko, V. I. (2018). Vydovyi sklad roslynnykh uhrupovan na zemliakh, vyvedenykh iz silskohospodarskoho vykorystannia. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 11–12, 22–24 [In Ukrainian].
4. Gilyarov, M. S. (1965). *Zoologicheskij metod diagnostiki pochv*. Moskva: Nauka [In Russian].

5. Golovyanko, Z. S. (1951). *Mramornyj hrush, kak vreditel lesnyh, vinogradnyh i sadovyh kultur na peskah*. Kiev: AN USSR [In Russian].
6. Golovyanko, Z. S. (1949). *Prichiny usyhaniya sosnovykh nasazhdenij*. Kiev: Izdatelstvo Akademiya nauk Ukrainskoj SSR [In Russian].
7. Znamenskij, A. V. (1927). *Posobie dlya proizvodstva obsledovaniya entomofauny pochvy*. Kiev: CUP. VSNH. SSSR [In Russian].
8. Ivanov, S. P., Belanovskij, I. D., Efimenko, M. S., Zhitkevich, E. N., Prihodkina, T. D., Sirotin, N. F., & Savchenko, E. N. (1937). *Rukovodstvo k obsledovaniyu vrednoj entomofauny pochvy*. Kiev–Poltava: Derzhavne vydavnytstvo kolhosnoi i radhosnoi literatury USSR [In Russian].
9. Isaev, A. S., Palnikova, E. N., Suhovolskij, V. G., & Tarasova, O. V. (2015). *Dinamika chislenosti lesnyh nasekomyh–fillofagov: modeli i prognozy*. Moskva: Tovarishestvo nauchnyh izdanij KMK [In Russian].
10. Koltunov, E. V., Bahvalov, S. A., Bahvalova, V. N., & Zhimerikin, V. N. (2014). Rol parazitoidov i virusnyh infekcij v populyacionnoj dinamike massovyh vidov lesnyh nasekomyh–fillofagov. *Uspehi sovremennoj biologii*, 134 (3), 270–284 [In Russian].
11. Medvedev, S. I. (1952). *Plastinchatousye (Scarabaeidae) podsem. Melolonthinae, ch. 2 (hrushi)*. Fauna SSSR. *Zhestkokrylye*: Tom X, vyp. 2. Moskva–Leningrad: Izdatelstvo AN SSSR [In Russian].
12. Medvedev, S. I. (1951). *Plastinchatousye (Scarabaeidae) podsem. Melolonthinae, ch. 1 (hrushi)*. Fauna SSSR. *Zhestkokrylye*: Tom X, vyp. 1. Moskva–Leningrad: Izdatelstvo AN SSSR [In Russian].
13. Troshanin, P. G. (1966). *Hrushi i borba s nimi v lesnom hozyajstve*. Moskva: Lesnaya promyshlennost SSSR [In Russian].
14. Cinovskij, Ya. P. (1958). *Biologicheskie osnovy ustanovleniya prognoza okuklivaniya lichinok majskih zhukov*. Riga: Izdatelstvo AN Latvijskoj SSR [In Russian].
15. Benker, U., & Leuprecht, B. (2004). Bekämpfungserfahrungen im Spessart und Vorkommen von Maikafern und verwandten Scarabaeiden in Bayern. *Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienst*, 56 (5), 95–98.
16. Kula, E., Pešlová, A., Martinek, P., & Mazal, P. (2014). Effects of nitrogen on bionomics and food consumption of *Cabera pusaria* (Lepidoptera: Geometridae). *Entomologica Fennica*, 25 (1), 6–15. doi: 10.33338/ef.41465.
17. Low, P. A., McArthur, C., Fisher, K., & Hochuli, D. F. (2014). Elevated volatile concentrations in high-nutrient plants: do insect herbivores pay a high price for good food? *Ecological Entomology*, 39 (4), 480–491. doi:10.1111/een.12124.
18. Otway, S. J., Hector, A., & Lawton, J. H. (2005). Resource dilution effects on specialist insect herbivores in a grassland biodiversity experiment. *Journal of Animal Ecology*, 74 (2), 234–240. doi: 10.1111/j.1365-2656.2005.00913.x.
19. Reilly, J. R., Hajek, A. E., Liebhold, A. M., & Plymale, R. (2014). Impact of Entomophaga maimaiga (Entomophthorales: Entomophthoraceae) on Outbreak Gypsy Moth Populations (Lepidoptera: Erebidae): The Role of Weather. *Environmental Entomology*, 43 (3), 632–641. doi: 10.1603/en13194.
20. Schweigkofler, W. (2004). Occurrence of the cockchafer *Melolontha* spp. and other noxious scarabaeid beetles in Northern Italy and strategies for their control: An overview. *Laimburg Journal*, 1 (2), 176–178.
21. Strasser, H. (2004). Assessment of scarab infestation in Austria. *Laimburg Journal*, 1 (2), 171–175.
22. Zimmermann, G. (2004). Auftreten und Bekämpfung von Feld- und Waldmaikafer in Deutschland: Current Situation. *Laimburg Journal*, 1 (2), 165–170.
23. Zimmermann, G. (2004). Vorkommen und Bekämpfung der Maikafer in Deutschland: Ein historischer Rückblick. *Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienst*, 56 (5), 85–87.

Стаття надійшла до редакції 12.02.2020 р.

**Бібліографічний опис для цитування:**

Коренчук Є. В., Дрозда В. Ф., Фокін А. В. Репродуктивні та просторові характеристики популяцій хрущів (*Scarabaeidae, Melolonthinae*), важливі для оптимізації системи захисту сосни звичайної. *Вісник ПДАА*. 2020. № 1. С. 44–53.

© Коренчук Євген Володимирович, Дрозда Валентин Федорович, Фокін Андрій Володимирович, 2020