

УДК 630.4 : 595.783

В. Л. МЕШКОВА, І. М. МИКУЛІНА *

ОПТИМІЗАЦІЯ ОБЛІКУ ЧИСЕЛЬНОСТІ КАШТАНОВОГО МІНЕРА
CAMERARIA OHRIDELLA DESCHKA ET DIMIC, 1986 (LEPIDOPTERA,
GRACILLARIIDAE)

Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва

Досліджено поширеність каштанового мінера у зелених насадженнях м. Харкова. Розраховано оптимальні обсяги вибірки листків при рівномірному та агрегованому розподілі мін, залежно від рівнів рівня щільності мін, достовірності й точності обліку.

Ключові слова: *Cameraria ohridella* Deschka et Dimic, міни, обсяг вибірки.

Каштанова мінуюча міль *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae), або каштановий мінер виявлена на території України менше, ніж 10 років тому. Особливостям її біології присвячено цикл робіт науковців інституту зоології ім. І. І. Шмальгаузена і колег із Закарпаття [1]. На сході України, де ця комаха поширилася у 2007 – 2008 рр., її не вивчали.

За даними різних дослідників [1, 3, 6], каштановий мінер розвивається у 2 – 5 поколіннях на рік на листі гіркокаштана конського (*Aesculus hippocastanum* L.). Весь цикл розвитку особин (від яйця до метелика) відбувається всередині листкової пластинки. Повна дефоліація дерев відмічається вже в середині літа. Деревя втрачають естетичний вигляд, зменшується фотосинтетична поверхня, екологічна роль таких дерев і насаджень. Є відомості стосовно перенесення каштановим мінером збудників хвороб гіркокаштана кінського [6].

Для вивчення закономірностей поширення каштанового мінера в окремих зелених насадженнях необхідно розробити методи оптимального обліку, що дасть змогу з найменшими витратами праці й часу одержати найточніші результати.

Методичні розробки стосовно складання планів оптимального обліку комах стосуються переважно хвоєлистогризів [2, 4, 5]. Стосовно мінерів подібних публікацій не виявлено.

Метою цієї роботи було визначення оптимальних обсягів вибірки при обліку каштанового мінера за даними попередніх обстежень зелених насаджень м. Харкова.

Дослідження проводили у період із середини травня до кінця серпня (від розкриття листя гіркокаштана до початку його пожовтіння) 2008 року на 23 облікових пунктах у різних районах м. Харкова (парк Перемоги і дендропарк ХНАУ, парк ім. Т.Шевченка, парк ім. М. Горького, Ботанічний сад, Павлове поле).

На кожному обліковому пункті зривали по 100 складних листків гіркокаштана, вибраних рандомізовано, і вміщували в окремі пакети з ярликами. Усього проаналізовано близько 2500 листків. При камеральній обробці матеріалу визначали кількість мін, гусениць, лялечок і екзувів каштанового мінера на кожному складному листку. У цій роботі розглядаються дані лише стосовно щільності мін. Для кожного пункту й дати обліку підраховували статистичні показники стосовно кількості мін на один складний листок – середнє арифметичне та дисперсію.

Припускаючи, що розміщення мін є рівномірним, обсяг вибірки листків розраховували за формулою (1):

$$N = \frac{\sigma^2 \cdot t^2}{E^2 \cdot \bar{x}^2} \quad (1),$$

де N – необхідна кількість листків; σ^2 – дисперсія; t – нормоване відхилення при відповідному рівні достовірності; E – припустима похибка у частках одиниці (рівень точності); \bar{x} – середнє арифметичне [4].

Для виробничих обліків брали рівень достовірності 68%, при якому $t = 1$ [2], для наукових досліджень – 90% ($t = 1,64$; $t^2 = 2,7$) і 95% ($t = 1,96$; $t^2 = 3,8$). Значення припустимої

* © В. Л. Мешкова, І. М. Микуліна, 2008

похибки (E) при необхідній точності обліку 10 % становило 0,1; при 20 % – 0,2 і при 30 % – 0,3.

У випадках, коли значення дисперсії перевершувало середнє арифметичне, розміщення вважали агрегованим, і розрахунки обсягу вибірки проводили як при негативному біноміальному розподілі [4].

У такому випадку визначали параметри рівняння зв'язку між середнім і дисперсією:

$$\sigma^2 = a \bar{x} + b \bar{x}^2 \quad (2)$$

Необхідний обсяг вибірки для досягнення заданої точності обліку визначали, замінюючи дисперсію у формулі (1) на її вираз із формули (2):

$$N = \frac{t^2 * \left(b + \frac{a}{x} \right)}{E^2} \quad (2)$$

Звідси мінімальний обсяг вибірки

$$N''' = \frac{t^2 * b}{E^2} \quad (3)$$

При аналізі сукупної вибірки даних за різні дати обліку видно, що середня кількість мін каштанового мінера зростала від 0,005 шт./листок 29 травня до 8,43 шт./листок 22 липня (табл. 1). В пізніші дати обліку частина листя з мінами опадала, метелики нового покоління відкладали яйця на нові листки. Тому після зниження середньої щільності мін 1 серпня до 6,46 шт./листок новий підйом значень цього показника відбувся 13 серпня (15,06 мін./листок). Другий період зниження щільності мін відмічено наприкінці серпня (5,5 мін./листок).

Таблиця 1

Статистичні показники щільності мін каштанового мінера у різні дати обліку та розрахунок обсягу вибірки при їх рівномірному розподілі

| Дати обліку | Щільність мін/листок, X | Дисперсія, σ^2 | $\frac{\sigma^2}{x}$ | Обсяг вибірки при заданих рівні достовірності (tp) і точності (E) | | | | | |
|-------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|---|------------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| | | | | $t_{0,32} = 1$ E = 0,1 | $t_{0,05} = 1,96$ E = 0,1 | $t_{0,32} = 1$ E = 0,2 | $t_{0,05} = 1,96$ E = 0,2 | $t_{0,32} = 1$ E = 0,3 | $t_{0,05} = 1,96$ E = 0,3 |
| 29.05 | 0,005 | 0,005 | 1,0 | 20000 | 76832 | 5000 | 19208 | 2222 | 8537 |
| 6.07 | 0,4 | 0,5 | 1,2 | 294 | 1128 | 73 | 282 | 33 | 125 |
| 15.07 | 2 | 12,6 | 6,3 | 315 | 1210 | 79 | 303 | 35 | 134 |
| 22.07 | 8,4 | 80,0 | 9,5 | 113 | 436 | 28 | 109 | 13 | 48 |
| 1.08 | 6,5 | 38,0 | 5,8 | 90 | 346 | 22 | 86 | 10 | 38 |
| 13.08. | 15,1 | 402,8 | 26,7 | 178 | 682 | 44 | 171 | 20 | 76 |
| 21.08 | 5,5 | 32,8 | 6,0 | 108 | 417 | 27 | 104 | 12 | 46 |

Наведені дані свідчать, що агрегованість популяції мінера збільшувалася у міру зростання щільності мін. Наприкінці травня розподіл мін був майже рівномірним (співвідношення дисперсії й середнього дорівнює 1), а вже через тиждень стало агрегованим. Максимальна агрегованість заселення листя каштановим мінером спостерігалася в середині серпня – під час розвитку третього покоління, коли доступне листя було щільно заселене, а частина його вже впала. Аналіз розрахованих обсягів вибірок свідчить, що у міру збільшення щільності мін необхідне проведення їх обліку на меншій кількості дерев при будь-якому рівні точності (див. табл. 1).

Для виробничого обліку (t = 1; E = 0,3) достатньо підрахувати кількість мін на 10 – 35 листках залежно від їхньої щільності. У той же час, для підвищення точності обліку до 30 % і достовірності до P = 0,05 (t = 1,96; E = 0,1) має бути обліковано від 346 до 1210 листків.

Дані, наведені в першому рядку табл. 1, не варто брати до уваги, оскільки при майже нульовій щільності мін обсяг вибірки зростає до безкінечності.

Проаналізуємо подібним чином дані обліку мін каштанового мінера в окремих районах міста Харкова, за якими сгруповані дані облікових пунктів (табл. 2)

Таблиця 2

Статистичні показники щільності мін каштанового мінера у різних районах м. Харкова та розрахунок обсягу вибірки при їх рівномірному розподілі

| Райони | Щільність мін/лист-ток, \bar{x} | Дисперсія, σ^2 | $\frac{\sigma^2}{\bar{x}}$ | Обсяг вибірки при заданих рівні достовірності (tp) і точності (E) | | | | | |
|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------|----------------------------|---|------------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| | | | | $t_{0,32} = 1$ E = 0,1 | $t_{0,05} = 1,96$ E = 0,1 | $t_{0,32} = 1$ E = 0,2 | $t_{0,05} = 1,96$ E = 0,2 | $t_{0,32} = 1$ E = 0,3 | $t_{0,05} = 1,96$ E = 0,3 |
| Парки ХНАУ | 3,4 | 19,4 | 5,7 | 168 | 645 | 42 | 161 | 19 | 72 |
| п. Шевченка | 5,2 | 31,6 | 6,1 | 117 | 449 | 29 | 112 | 13 | 50 |
| п. Горького | 6,9 | 105,8 | 15,3 | 222 | 854 | 56 | 213 | 25 | 95 |
| Ботсад (ХНУ) | 8,4 | 80,0 | 9,5 | 113 | 436 | 28 | 109 | 13 | 48 |
| Павлове поле (вулиці) | 0,3 | 0,3 | 1,0 | 333 | 1281 | 83 | 320 | 37 | 142 |

Аналіз даних табл. 2 свідчить, що каштановий мінер у 2008 році був більшою мірою поширений у ботанічному саду Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна, а найменшою – на вулицях у районі Павлова поля. Проте, зважаючи на те, що обліки в різних районах були проведені в різні дати, неможливо зробити висновки стосовно переважання каштанового мінера в тому чи іншому районі за даними обліків одного року. Дані табл. 2 також свідчать, що поселення каштанового мінера було агрегованим, за винятком Павлова поля, де обліки проводили на початку сезонного розвитку мінера при низькій щільності мін.

Розрахунки обсягу вибірки при припущенні рівномірного розподілу мін свідчать, що для виробничого обліку ($t = 1$; $E = 0,3$) достатньо підрахувати кількість мін на 19 – 37 листках залежно від їхньої щільності. У той же час, для підвищення точності обліку до 30 % і достовірності до $P = 0,05$ ($t = 1,96$; $E = 0,1$) має бути обліковано від 436 до 1281 листка.

Зважаючи на те, що розподіл мін каштанового мінера протягом переважної частки сезону був агрегованим, ми розраховували обсяг вибірки за ф. (2) і мінімальний обсяг вибірки – за ф. (3) (табл. 3).

Як свідчать дані табл. 3, мінімальний обсяг вибірки при обліку каштанової молі становить, залежно від рівнів достовірності й точності обліку, від 3 до 95 листків. При середній щільності 5 мін/листок обсяг вибірки листків має становити від 12 до 395 листків, а при середній щільності 10 мін/листок – від 7 до 245 листків.

На рис. 1 наведено графік послідовного обліку мін каштанового мінера на складних листках гіркокаштана, побудований згідно з публікаціями [2, 5] за нашими розрахунками при $t = 1$. Після проведення обліку мін на попередній вибірці листків гіркокаштана на графік наносять точку (позначено квадратом), координати якої відповідають значенню сумарної чисельності мін (y) на відповідній кількості оглянутих листків (x). Розмір частини вибірки, якої не вистачає, можна визначити, якщо з'єднати цю точку з початком координат і продовжити пряму до перетину із графіком залежності сумарної кількості мін від кількості оглянутих листків при відповідному рівні точності. При опусканні перпендикуляра з точки перетину на вісь абсцис, одержуємо значення обсягу вибірки, необхідного для забезпечення заданого рівня точності.

Так, якщо при обліку на 40 листках виявлено 650 мін, точність обліку 20 % дотримано. Проте для одержання такої точності достатньо було б нарахувати 200 мін на 12 листках (див. координати точки перетину лінії, яка з'єднує початок координат і визначену точку А, із графіками залежності сумарної кількості мін від кількості оглянутих листків), а для

одержання точності 30 % – 100 мін на 5 листках. Для забезпечення точності обліку 10 %, слід нарахувати 800 мін на 50 листках.

Таблиця 3

Обсяг вибірки листків для обліку мін каштанового мінера

| Щільність мін /листок | Обсяг вибірки листків при різних рівнях достовірності і точності: | | | | | | | | |
|---------------------------|---|-------|-------|------------------|-------|-------|-------------------|-------|-------|
| | $t_{0,32} = 1$ | | | $t_{0,1} = 1,64$ | | | $t_{0,05} = 1,96$ | | |
| | E=0,1 | E=0,2 | E=0,3 | E=0,1 | E=0,2 | E=0,3 | E=0,1 | E=0,2 | E=0,3 |
| 0,1 | 3973 | 993 | 441 | 10727 | 2682 | 1192 | 15098 | 3774 | 1678 |
| 0,5 | 815 | 204 | 91 | 2200 | 550 | 244 | 3096 | 774 | 344 |
| 1 | 420 | 105 | 47 | 1134 | 283 | 126 | 1596 | 399 | 177 |
| 2 | 223 | 56 | 25 | 601 | 150 | 67 | 846 | 211 | 94 |
| 3 | 157 | 39 | 17 | 423 | 106 | 47 | 595 | 149 | 66 |
| 4 | 124 | 31 | 14 | 334 | 84 | 37 | 470 | 118 | 52 |
| 5 | 104 | 26 | 12 | 281 | 70 | 31 | 395 | 99 | 44 |
| 6 | 91 | 23 | 10 | 245 | 61 | 27 | 345 | 86 | 38 |
| 7 | 82 | 20 | 9 | 220 | 55 | 24 | 310 | 77 | 34 |
| 8 | 74 | 19 | 8 | 201 | 50 | 22 | 283 | 71 | 31 |
| 9 | 69 | 17 | 8 | 186 | 47 | 21 | 262 | 66 | 29 |
| 10 | 65 | 16 | 7 | 174 | 44 | 19 | 245 | 61 | 27 |
| 20 | 45 | 11 | 5 | 121 | 30 | 13 | 170 | 43 | 19 |
| 30 | 38 | 10 | 4 | 103 | 26 | 11 | 145 | 36 | 16 |
| 50 | 33 | 8 | 4 | 89 | 22 | 10 | 125 | 31 | 14 |
| 100 | 29 | 7 | 3 | 78 | 20 | 9 | 110 | 28 | 12 |
| Мінімальний обсяг вибірки | 25 | 6 | 3 | 68 | 17 | 8 | 95 | 24 | 11 |

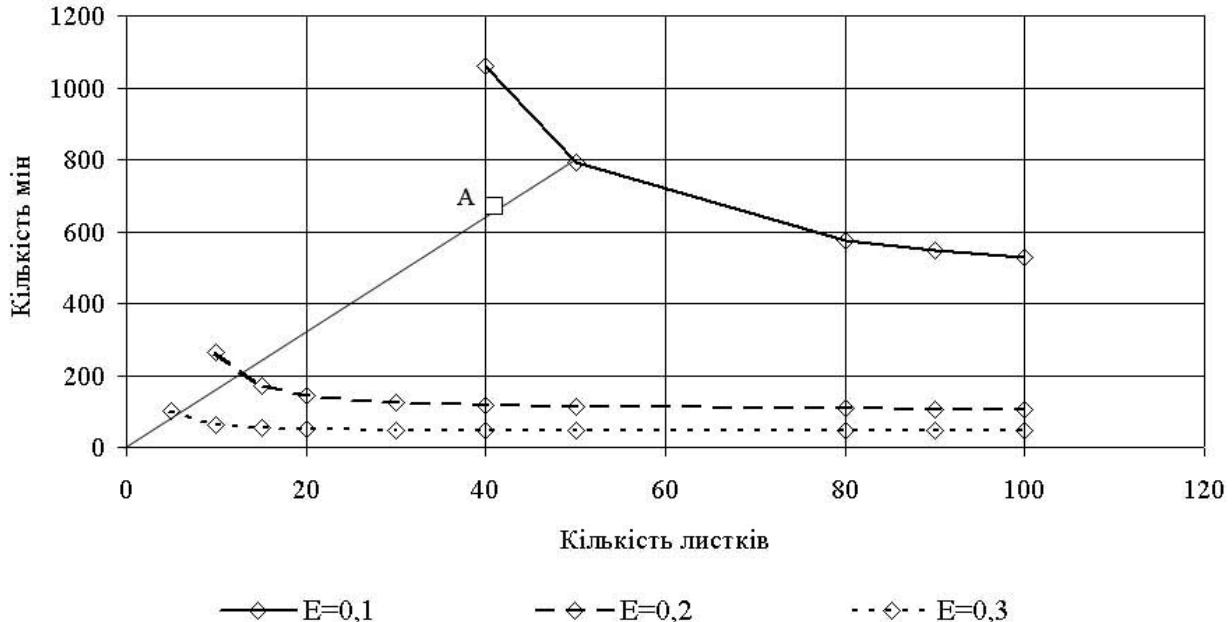


Рис. 1 – План послідовного обліку мін каштанового мінера (t = 1)

Висновки. Виявлено дві хвилі зростання щільності мін каштанового мінера у зелених насадженнях м. Харкова протягом сезону. Мінімальна щільність мін становила 0,005 шт./листок, максимальна – 15,1 шт. /листок. Каштановий мінер у 2008 році був більшою мірою поширений у ботанічному саду Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна. Розраховано оптимальні обсяги вибірки листків при рівномірному та агрегованому їх розподілі, залежно від рівнів достовірності, точності обліку та рівня

щільності мін. Побудовано графік послідовного обліку мін каштанового мінера на складних листках гіркокаштана, який дає змогу за результатами попередньої вибірки визначити необхідний обсяг вибірки при заданому рівні точності обліку.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Акимов И. А., Зерова М. Д., Нарольский Н. Б., Никитенко Г. Н., Свиридов С. В., Коханец А. М., Бабидорич М. М. Биология каштановой минирующей моли, *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae), в Украине. Сообщение 2 // Вестник зоологии. – 2006. – Том 40, № 4 – С. 321 – 332.
2. Воронцов А. И., Голубев А. В., Мозолевская Е. Г. Современные методы учета и прогноза хвое-листогрызущих насекомых // Лесная энтомология: Тр. ВЭО, т. 65. – Л.: Наука, 1983. – С. 4 – 19.
3. Гниненко Ю. И., Орлинский А. Д., Голосова М. А. Охридский минёр, минирующая моль листьев конского каштана *Cameraria ohridella* – угроза для России // Вестник лесного карантина. – 2002. – № 3. – С. 134 – 138.
4. Голубев А. В., Инсаров Г. Э., Страхов В. В. Математические методы в лесозащите (учет, прогноз, принятие решений). – М.: Лесн. пром-сть, 1980. – 101 с.
5. Мешкова В. Л. Методологія проведення обліків чисельності лісових комах // Вісник ХНАУ. Серія "Ентомологія і фітопатологія". – Х., 2006. – № 12. – С. 50 – 60.
6. Орлинский А. Д. Анализ фитосанитарного риска в России: Автореф. дисс. ...докт. биол. наук: 06.01.11 – защита растений / Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – М., 2006. – 47 с.

Meshkova V. L., Mikulina I. M.

OPTIMIZATION OF ASSESSMENT OF *CAMERARIA OHRIDELLA* DESCHKA ET DIMIC, 1986 (LEPIDOPTERA, GRACILLARIIDAE) MINES

Kharkiv National Agrarian University named after V. V. Dokuchajev

Spread of *Cameraria ohridella* was investigated in the green belt of Kharkov. Optimal sample size was calculated at even and aggregate distribution of mines depending on population density, reliability and precision.

Key words: *Cameraria ohridella* Deschka et Dimic, mines, sample size.

Мешкова В. Л., Микулина И. Н.

ОПТИМИЗАЦИЯ УЧЕТА ПЛОТНОСТИ МИН КАШТАНОВОГО МИНЕРА *CAMERARIA OHRIDELLA* DESCHKA ET DIMIC, 1986 (LEPIDOPTERA, GRACILLARIIDAE)

Харьковский национальный аграрный университет

Исследовано распространение каштанового минера в зеленых насаждениях г. Харькова. Рассчитаны оптимальные объемы выборки листьев при равномерном и агрегированном распределении мин, в зависимости от плотности мин, уровня достоверности и точности учета.

Ключевые слова: *Cameraria ohridella* Deschka et Dimic, мины, объем выборки.

Одержано редколегією 2.09.2008 р.