

УДК 575.177+632.9:635.1+575.1

## МІКРОЕВОЛЮЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В ПОПУЛЯЦІЯХ *LEPTINOTARSA DECEMLINEATA* (SAY, 1824) ПІД ВПЛИВОМ ЗАСТОСУВАННЯ ІНСЕКТИЦИДІВ. АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ 2004-2006 РОКІВ.

Ельцов А. Л., Сіренко А. Г.

Кафедра біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника,  
e-mail: Biology224444@rambler.ru

*Досліджено поширення форм виду *Leptinotarsa Decemlineata* (Say, 1824) стійких до дії піретроїдних інсектицидів на Прикарпатті, динаміку феногенетичної структури окремих популяцій Прикарпаття у 2004-2006 рр. Виявлені деякі спільні риси популяцій Прикарпаття та окремі різко відмінні популяції.*

**Ключові слова:** популяція, інсектициди, *Leptinotarsa*.

*Yeltsov A. L., Sirenko A. G. Microevolutionary process in populations *Leptinotarsa Decemlineata* (Say, 1824) under influence the employment of insecticide. The analysis of 2004-2006. Was research of spreading of pyrethroid insecticide resistant forms *Leptinotarsa Decemlineata* (Say, 1824) in Precarpathian region (Ukraine), dynamic of phenogenetic structure of separate populations in 2004-2006. Was discovered some common traits of Precarpathian populations and separate sharp distinctive populations.*

**Key words:** population, insecticide, *Leptinotarsa*.

### Вступ

Природна чутливість комах до інсектицидів – вихідна точка відліку рівня їхньої резистентності до конкретного препарату. Генетична нестабільність популяції фітофагів – це загально біологічна властивість біоресурсів агро екосистеми, реалізована через екологічну стійкість, тобто спроможність біоти протистояти дії абіотичних і біотичних стресорів. Під дією пестицидного стресу у фітофагів різко зростає внутрішньо популяційна мінливість, виникають і відбираються стійкі форми, в результаті чого відбувається формування його резистентних популяцій. Резистентність характеризується як зміна генетичної структури популяції в результаті появи і поширення стійкого біотипа внаслідок направленого добору, що викликається дією агрохімікату. Багато аспектів резистентності комах до інсектицидів залишаються не вивченими. Вважається, що інсектицид, зменшуючи чисельність популяції, індукує у ній генетичну нестабільність і резистентність до цього антропогенного стресора. Згідно сучасних уявлень резистентність будь-якого біологічного виду до абіотичних стресорів – споконвічно притаманна йому властивість реалізації адаптивного потенціалу (екологічної резистентності), вироблена в процесі тривалої еволюції [4].

*Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) (*Chrysomelidae, Coleoptera, Insecta*) – вид з триваючими процесами видоутворення, якому притаманний значний внутрішньовидовий поліморфізм і екологічна пластичність. З того часу цей вид перейшов на культурну картоплю і почав завдавати значних збитків (1855 р., м. Омаха штату Небраска) почався пошук засобів протидії цьому небезпечкому шкіднику. На сучасному етапі ця протидія відбувається у трьох напрямках – пошуку ефективних інсектицидів, виведення сортів картоплі стійких до цього шкідника і пошук, акліматизація видів які контролюють чисельність цього листоїда. *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) виявився видом, який швидко еволюціонує і пристосовується до нових стресових умов в тому числі і засобів боротьби з ним [7]. Популяції цього виду виявились надзвичайно поліморфними в тому числі морфологічно. Особливо поліморфними виявились популяції по забарвленні передньоспинки – по розташуванню і формі чорних плям. Як показали подальші дослідження багато форм цього виду по забарвленню передньоспинки стійкі до дії конкретних інсектицидів, в тому числі піретроїдних. Було виявлено, що ряд фенів по забарвленню передньоспинки, зокрема фени L, P, (AB), D, E<sub>3</sub>, E<sub>(3)</sub>, E<sub>(2)+1</sub>. V мають різну адаптивність до інсектицидів, зокрема до поліхлорпіненбоверину, хлорофосу, дилору. Зокрема, вважається, що носії фенів L, D, E<sub>3</sub>, E<sub>(3)</sub>, V проявляють резистентність до поліхлорпіненбоверину, носії фенів P, (AB) – до дилору, носії фенів (AB), D – до хлорофосу [2, 3, 5, 6].

Hawthorne D. J. Вважає, що гени, які відповідають за структуру забарвлення передньоспинки і одночасно за чутливість до піретроїдних інсектицидів зв'язані з X-хромосомою, але ці гени на сьогодні досі не ідентифіковані [8].

Вивчення мінливості генетичної структури популяцій *Leptinotarsa decemlineata* в часі і просторі дає можливість чітко визначити границі між популяціями і іншими внутрішньовидовими групами, визначити

напрямок і темп добору, що є важливим для вивчення мікроеволюції [6]. Вважається, що вивчення генوفонду і феногеографії колорадського жука перспективно для розробки ефективних методів боротьби з ним [5].

#### Матеріали і методи

Збір комах проводився на території західних областей України - Івано-Франківської, Тернопільської, Львівської, Закарпатської, Волинської, Чернівецької у серпні 2004 – 2007 рр. Було проаналізовано вибірки з 65 популяцій *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824), в тому числі з 55 популяцій з Івано-Франківської області. Перелік досліджених популяцій та число досліджених екземплярів наведені в табл. 1.

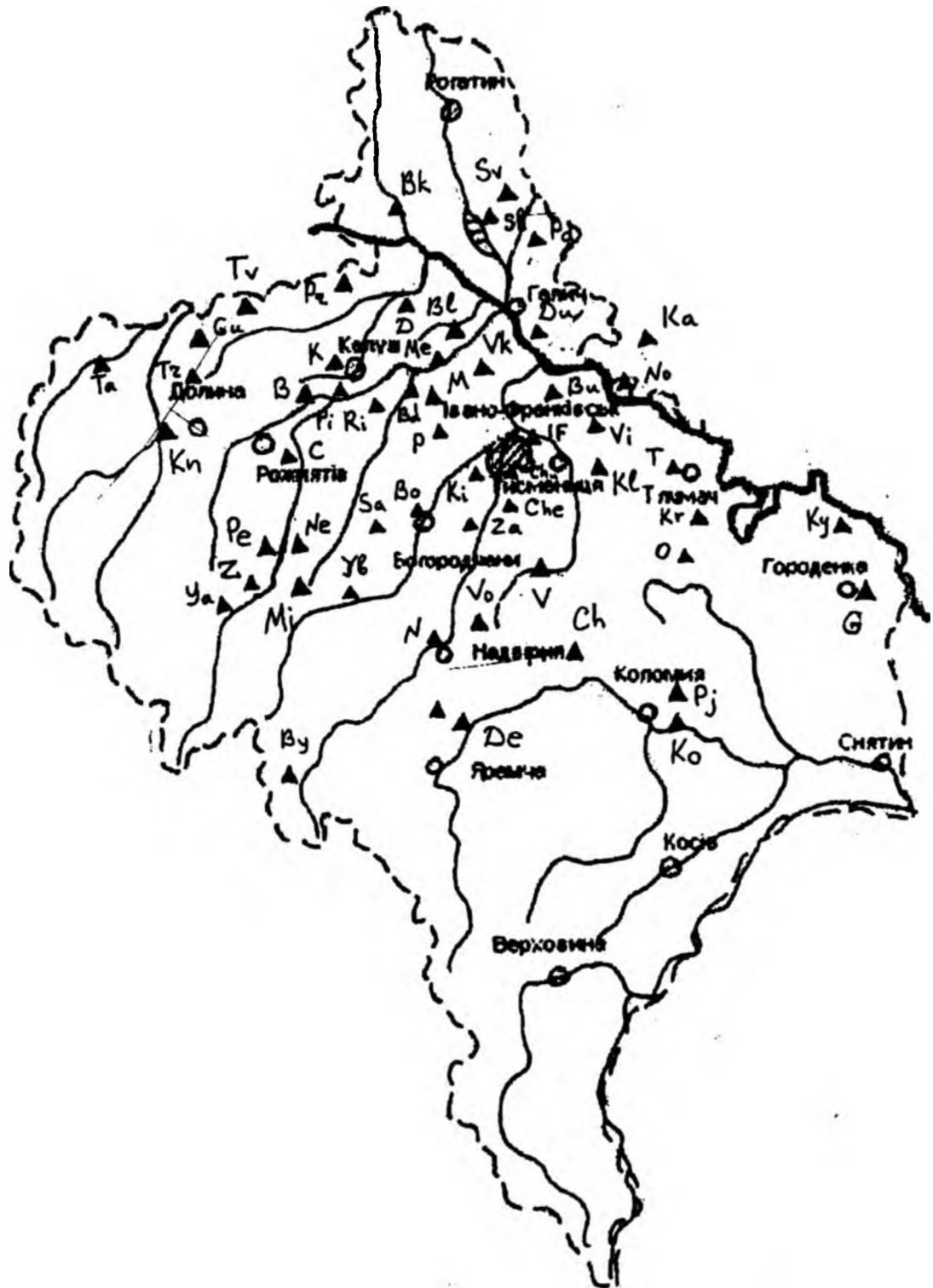


Рисунок 1. Локалізація досліджених популяцій колорадського жука в Івано-Франківській області у 2004-2006 рр. Позначення популяцій як в табл. 1.

Таблиця 1. Популяції виду *Leptinotarsa decemlineata* Say. Івано-Франківської області. Вказана кількість досліджених екземплярів комах в різні роки досліджень.

№ п/п	Популяції	Період досліджень		
		2004	2005	2006
<b>Івано-Франківська група популяцій</b>				
1	Івано-Франківськ (IF)	183	0	0
2	Павлівка (P)	254	107	139
3	Тлумач (T)	237	0	0
4	Озерни (O)	105	0	0
5	Узин (Uz)	0	0	56
6	Забережжя (Za)	0	0	65
7	Ст. Богородчани (Bo)	0	0	220
8	Чернівці (Che)	0	0	60
9	Ворона (V)	105	0	0
10	Вільшаниця (Vi)	102	0	0
11	Клубівці (Kl)	0	96	0
12	Королівка (Kr)	0	87	0
13	Красіїв (Ka)	0	101	0
14	Крихівці (Ki)	0	100	0
15	Новосілка (No)	0	104	0
16	Саджава (Sa)	0	107	0
17	Чукалівка (Chu)	0	112	0
18	Майдан (M)	193	0	0
19	Тязів (Ta)	0	0	61
<b>Галицька група популяцій</b>				
20	Блюдниці (Bl)	0	0	185
21	Вікторів (Vk)	0	0	205
22	Дубівці (Du)	0	0	123
23	Світанок (Sv)	0	0	133
24	Слобода (Sl)	0	0	109
25	Підшумляниці (Pd)	107	0	0
26	Садки (S)	110	0	0
27	Букачівці (Bk)	0	157	0
28	Медина (Me)	0	208	0
29	Яблунів (Yb)	0	0	100
<b>Надвірнянська група популяцій</b>				
30	Надвірна (N)	0	0	110
31	Бистриця (Bu)	0	0	55
32	Волосів (Vo)	0	0	78
33	Черемхів (Ch)	103	0	0
34	Делятин (De)	0	120	0
<b>Калушська група популяцій</b>				
35	Калуш (K)	0	210	0
36	Перекося (Pr)	0	0	100
37	Ріп'янка (Ri)	0	0	92
38	Дорогів (D)	104	0	0
39	Брошнів (B)	206	0	0
40	Боднарів (Bd)	0	105	0
41	Пійло (Pi)	0	109	0
<b>Долинська група популяцій</b>				
42	Гузіїв (Gu)	0	0	150
43	Тростянець (Tr)	0	0	116
44	Княжолука (Kn)	0	105	0
45	Тур'я Велика (Tv)	0	105	0
<b>Перегінська група популяцій</b>				
46	Перегінське (Pe)	101	0	106
47	Небилів (Ne)	0	0	102
48	Ясень (Ya)	53	0	0
49	Цінова (C)	61	0	0

50	Закреничне (Z)	80	0	0
51	Міжгір'я (Mi)	0	115	0
Коломийська група популяцій				
52	Коломия (Ko)	0	101	0
53	П'ядики (Pi)	0	103	0
Городенківська група популяцій				
54	Городенка (G)	0	202	0
55	Колінки (Ku)	0	103	0
Рахівська група популяцій				
56	Рахів (R)	0	131	0
57	Верхне Водяне (Ve)	0	0	21
58	Лопухів (Lo)	0	100	0
Бучачська група популяцій				
59	Зубрець (Zu)	0	102	101
Ковельська група популяцій				
60	Радошин (Ra)	0	0	53
Жидачівська група популяцій				
61	Чертіж (Chr)	0	0	95
62	Заболотівці (Zb)	0	103	0
63	Мельничці (Me)	0	100	0
64	Розгірче (Rz)	0	109	0
Вижницька група популяцій				
65	Розтоки (Ro)	0	74	0
Всього		2104	3226	2635
				7965

Всього за час виконання роботи було проаналізовано 7965 екземплярів імаго жуків досліджуваного виду. При обробці зібраного матеріалу класифікація фенів здійснювалась як описано в [5] – використовувалась видозмінена формула Тауера [9]. Найбільшу кількість популяцій було досліджено з території Івано-Франківської області – 55. Аналізувались в першу чергу фени для яких доведена резистентність до конкретних інсектицидів. Локалізацію досліджених популяцій з Івано-Франківської області показано на рис. 1. Статистичну обробку результатів здійснювали як описано в [1] та з використанням програми “Excell-7” з пакету “Microsoft office-97” та програми “Statistica 6.0 rus”.

## Результати й обговорення

### 1. Результати досліджень 2004 року.

У результаті проведених досліджень у 2004 році зокрема було встановлено відносну частоту зустрічі форм стійких до піретроїдних інсектицидів у 14 популяціях колорадського жука Прикарпаття (табл. 3). Географічні відстані між дослідженими у 2004 році популяціями колорадського жука наведені у табл. 2. Дендрограма географічних відстаней між досліджуваними популяціями наведена на рис. 2.

Таблиця 2. Відстані між дослідженими у 2004 році популяціями колорадського жука Прикарпаття (в км).

	IF	P	T	O	V	Vi	M	Pd	S	Ch	D	B	Pe	Ya	C	Z
IF	-	10	22	32	19	12	14	37	22	33	30	38	41	45	41	43
P		-	29	39	28	17	7	31	16	42	21	34	40	44	38	43
T			-	11	19	14	35	46	35	21	47	59	59	62	61	61
O				-	23	24	45	55	45	18	57	69	67	68	70	68
V					-	22	33	56	41	15	48	50	45	46	50	45
Vi						-	24	35	22	31	34	49	52	55	52	54
M							-	32	16	47	17	28	36	41	33	40
Pd								-	16	65	23	54	67	74	62	70
S									-	53	15	42	53	59	49	56
Ch										-	61	65	59	58	64	58
D											-	31	45	53	39	50
B												-	19	26	10	24
Pe													-	9	11	6
Ya														-	18	4
C															-	16
Z																-

Таблиця 3. Відносні частоти трапляння фенів стійкості до піретроїдних інсектицидів в різних досліджених популяціях *Leptinotarsa decemlineata* Say на Прикарпатті у 2004 р.

№ п/п	Популяція	Частоти фенів							
		(AB)	D <sub>1</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>(3)</sub>	E <sub>(2)+1</sub>	V	P	L
Івано-Франківська група популяцій									
1	Івано-Франківськ (IF)	0,423	0,847	0,003	0,850	0,063	0,076	0,743	0,115
2	Павлівка (P)	0,374	0,825	0,002	0,854	0,071	0,009	0,248	0,075
3	Тлумач (T)	0,373	0,945	0,011	0,804	0,158	0,063	0,464	0,004
4	Озеряни (O)	0,290	0,490	0,005	0,819	0,138	0,019	0,657	0,171
5	Ворона (V)	0,357	0,400	0,010	0,852	0,114	0,048	0,600	0,210
6	Вільшаниця (Vi)	0,260	0,377	0,005	0,814	0,172	0,049	0,461	0,118
7	Майдан (M)	0,363	0,896	0,003	0,860	0,111	0,052	0,684	0,073
Галицька група популяцій									
8	Підшумляниці (Pd)	0,397	0,481	0,005	0,820	0,120	0,009	0,561	0,196
9	Садки (S)	0,205	0,322	0,027	0,791	0,155	0,045	0,436	0,055
Надвірнянська група популяцій									
10	Черемхів (Ch)	0,311	0,417	0,005	0,864	0,097	0,019	0,602	0,136
Калуська група популяцій									
11	Дорогів (D)	0,337	0,452	0,005	0,870	0,106	0,067	0,692	0,231
12	Брошнів (B)	0,282	0,544	0,008	0,820	0,158	0,020	0,510	0,068
Перегінська група популяцій									
13	Перегінське (Pe)	0,366	0,411	0,000	0,817	0,124	0,040	0,604	0,208
14	Ясень (Ya)	0,368	0,415	0,000	0,802	0,047	0,019	0,679	0,170
15	Цінова (C)	0,508	0,730	0,000	0,779	0,107	0,033	0,590	0,131
16	Закреничне (Z)	0,500	0,775	0,006	0,888	0,088	0,050	0,650	0,150

Tree Diagram for Variables  
Single Linkage  
Euclidean distances

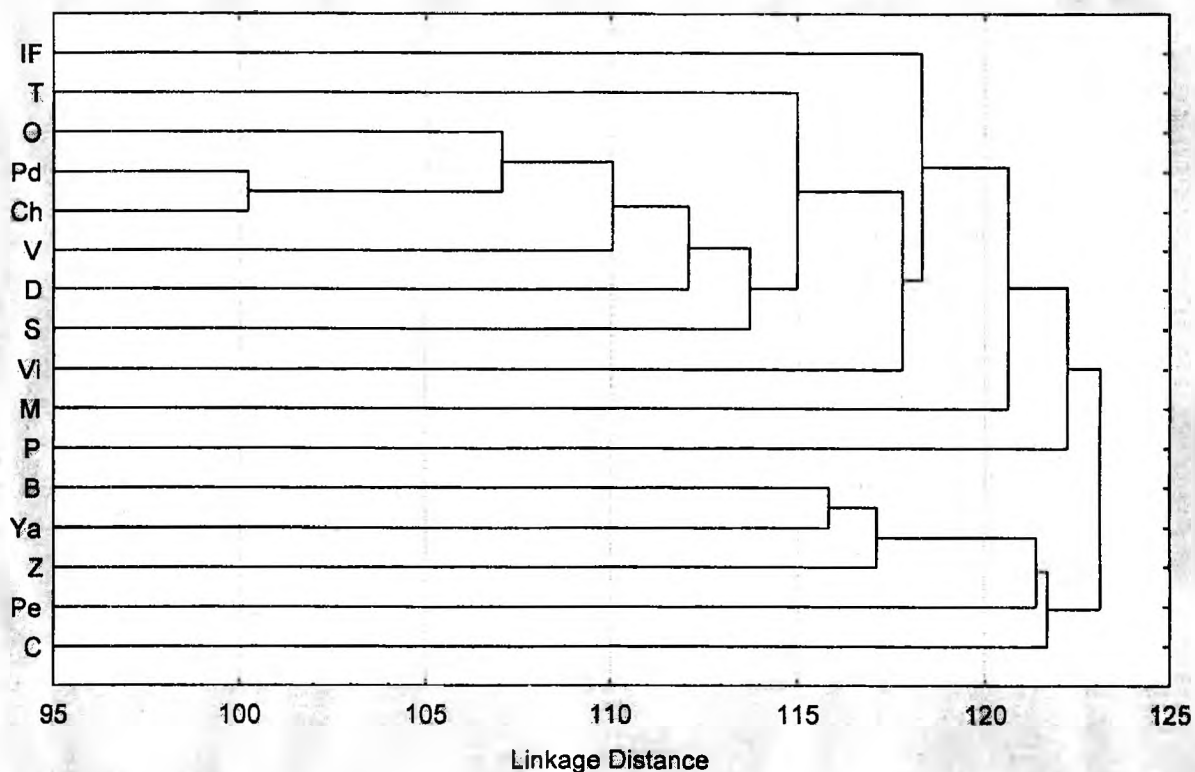


Рисунок 2. Дендрограма географічних відстаней між дослідженими у 2004 р. популяціями колорадського жука Прикарпаття. Якби мікроеволюційні процеси визначалися виключно географічною віддаленістю популяцій – дендрограма між популяційних відстаней виглядала саме так.

Статистичний аналіз показав, що переважна більшість популяцій статистично високовірогідно відрізняються одна від одної - при 69 випадках порівнянь популяцій колорадського жука Прикарпаття по частоті зустрічі форм стійких до піретроїдних інсектицидів досліджені популяції у 2004 році статистично достовірно відрізняються ( $P < 0,05$ ) (табл. 4). Найбільш сильно відрізняються від інших популяцій популяція з с. Підшумлянци – населеного пункту, що розташований безпосередньо біля Бурштинської ТЕС – ця популяція статистично достовірно відрізнялась від всіх інших популяцій без винятку. Різкі відмінності від інших популяцій по досліджуваній структурі виявлено для популяції с. Павлівка (населений пункт розташований поблизу заводу Тонкого органічного синтезу (ТОС) та популяції з м. Івано-Франківська. Як бачимо, виявлено певну специфічність фенотипічних структур популяцій колорадського жука по фенах, що корелюють зі стійкістю до інсектицидів в популяціях, що локалізовані в місцях посиленого антропогенного тиску в формі забруднення середовища хімічними полутантами. У багатьох випадках порівнянь (51 порівняння популяцій) між дослідженими популяціями колорадського жука Прикарпаття у 2004 році не виявлено статистично високовірогідних відмінностей ( $P > 0,05$ ) – простежуються спільні закономірності у частоті трапляння фенів стійкості до інсектицидів – навіть між популяціями віддаленими на відстань більшу за 100 км (табл. 2, 3). Крім того було виявлено групу популяцій – Перегінська група популяцій – в якій між популяціями не виявлено статистично вірогідних відмінностей. Очевидно, мала місце аналогічна дія антропогенного тиску в формі застосування інсектицидів в цій групі населених пунктів.

Найбільша статистична відмінність виявлена між популяціями з с. Підшумлянци і м. Глумача ( $\chi^2 = 52,492$ ;  $P < 0,01$ ) – популяції віддалені на відстань 46 км. Найменш відмінними статистично виявились популяції с. Ворона і с. Дорогів ( $\chi^2 = 1,126$ ;  $P > 0,95$ ) – відносно віддалені популяції локалізовані на відстані 48 км. Як бачимо кореляції між відстанню і статистичними відмінностями між популяціями практично не простежується – визначальним фактором в мікроеволюційних процесах був антропогенний тиск, а не фактор ізоляції (табл. 5).

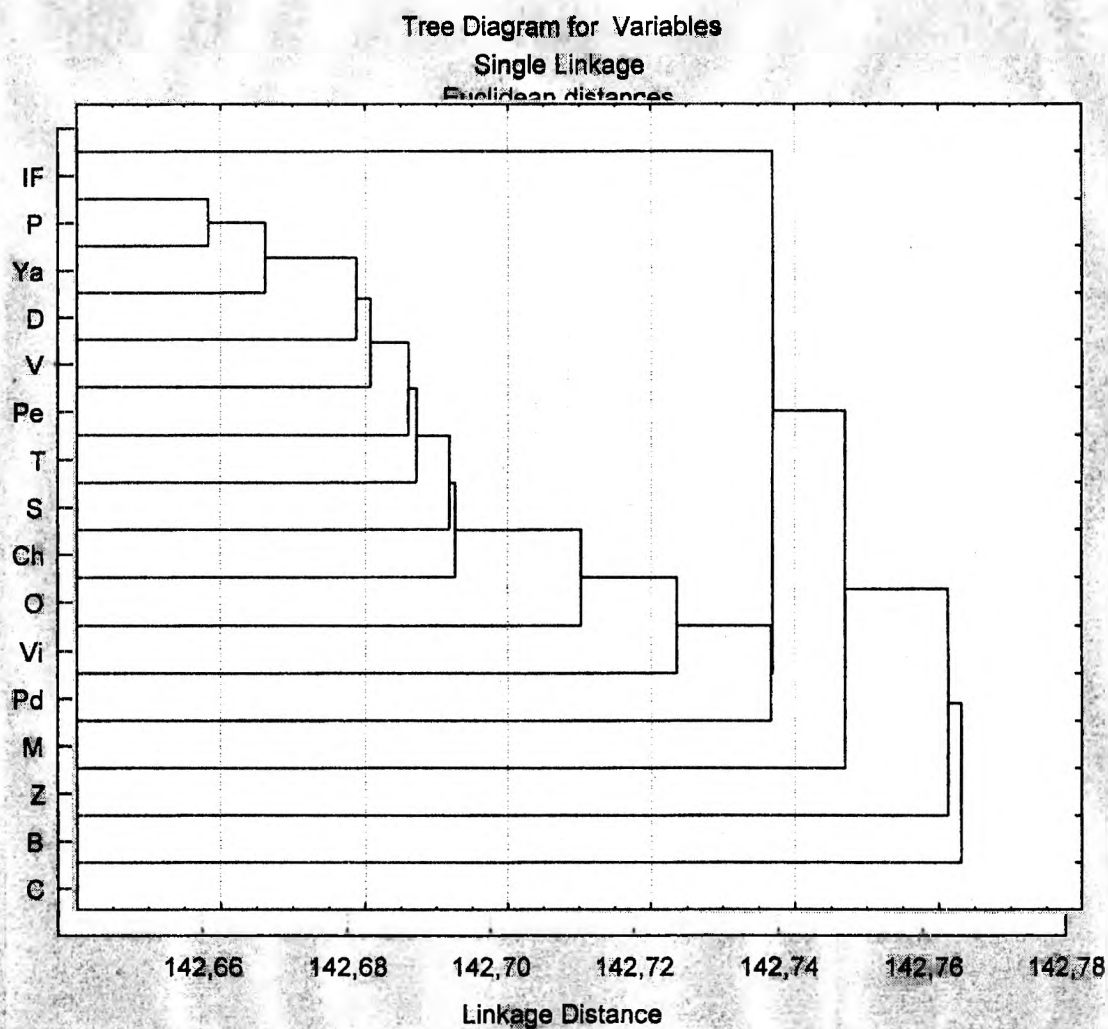


Рисунок 3. Дендрограма міжпопуляційних дистанцій між деякими популяціями *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) Прикарпаття по відносній частоті форм стійкості до піретроїдних інсектицидів у 2004 році. Позначення популяцій як в табл. 1.

Таблиця 4. Порівняльний аналіз деяких досліджених популяцій *Leptinotarsa decemlineata* Say Прикарпаття по відносній частоті зустрічі фенів стійкості до піретроїдних інсектицидів у 2004 р. Показано значення критерію Пірсона ( $\chi^2$ ). Допустиме значення критерію Пірсона  $\chi^2 = 14,067$  (для P = 0,05). Статистично вірогідні відмінності виділені (P < 0,05).

	IF	P	T	O	V	Vi	M	Pd	S	Ch	D	B	Pe	Ya	C	Z
IF	-	23,725	21,002	15,157	18,620	20,969	3,460	19,182	26,445	15,368	16,135	14,701	17,959	14,962	5,982	3,176
P		-	19,460	34,217	39,669	32,480	18,650	33,937	36,746	31,382	43,673	20,254	38,455	38,460	17,543	18,448
T			-	36,525	43,840	31,625	11,306	52,492	29,043	37,097	45,463	17,122	43,453	48,239	21,288	21,861
O				-	3,977	5,480	15,130	16,484	11,628	1,759	4,202	6,158	3,473	6,423	11,440	10,306
V					-	5,134	23,107	15,147	11,770	3,116	1,126	12,369	1,208	5,987	15,272	11,489
Vi						-	18,512	26,087	3,981	5,420	6,997	5,556	5,697	14,902	16,019	14,842
M							-	28,121	21,074	15,801	21,875	7,516	21,804	21,054	7,135	6,143
Pd								-	34,380	14,895	15,841	25,003	15,535	7,462	17,497	14,145
S									-	9,961	14,684	6,573	14,353	22,006	24,172	22,095
Ch										-	4,234	6,460	3,387	3,738	11,318	9,274
D											-	14,457	1,846	5,694	15,491	11,961
B												-	12,211	16,320	9,900	9,894
Pe													-	4,960	11,570	10,990
Ya														-	12,184	10,312
C															-	1,532
Z																-

Примітка: позначення популяцій як в табл. 1.

Таблиця 5. Порівняльний аналіз деяких досліджених популяцій *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) Прикарпаття досліджених у 2004 році по відносній частоті зустрічі фенів стійкості до піретроїдних інсектицидів. Показано значення коефіцієнта фенетичної подібності (I) та значення міжпопуляційних фенетичних відстаней (D).

	IF	P	T	O	V	Vi	M	Pd	S	Ch	D	B	Pe	Ya	C	Z
IF	-	0,9441	0,9745	0,9737	0,9559	0,9472	0,9968	0,9720	0,9326	0,9614	0,9632	0,9778	0,9607	0,9651	0,9921	0,9947
P	0,0575	-	0,9812	0,9036	0,8948	0,9150	0,9573	0,9239	0,9002	0,9031	0,8870	0,9486	0,8961	0,8820	0,9555	0,9570
T	0,0258	0,0190	-	0,9252	0,9016	0,9171	0,9867	0,9238	0,9031	0,9124	0,9031	0,9612	0,9065	0,8995	0,9735	0,9727
O	0,0266	0,1013	0,0778	-	0,9933	0,9868	0,9668	0,9862	0,9785	0,9955	0,9965	0,9885	0,9945	0,9929	0,9691	0,9773
V	0,0451	0,1111	0,1036	0,0068	-	0,9903	0,9440	0,9911	0,9810	0,9968	0,9977	0,9795	0,9995	0,9944	0,9607	0,9692
Vi	0,0543	0,0888	0,0865	0,0133	0,0097	-	0,9451	0,9759	0,9965	0,9928	0,9848	0,9896	0,9883	0,9761	0,9519	0,9617
M	0,0032	0,0436	0,0134	0,0337	0,0577	0,0565	-	0,9599	0,9324	0,9532	0,9507	0,9803	0,9487	0,9499	0,9876	0,9903
Pd	0,0284	0,0792	0,0793	0,0139	0,0090	0,0244	0,0410	-	0,9634	0,9900	0,9892	0,9781	0,9914	0,9922	0,9771	0,9841
S	0,0698	0,1051	0,1019	0,0217	0,0192	0,0035	0,0700	0,0373	-	0,9882	0,9752	0,9840	0,9773	0,9673	0,9331	0,9454
Ch	0,0393	0,1019	0,0917	0,0045	0,0032	0,0073	0,0480	0,0100	0,0118	-	0,9954	0,9873	0,9959	0,9942	0,9610	0,9709
D	0,0375	0,1200	0,1019	0,0035	0,0023	0,0153	0,0505	0,0109	0,0252	0,0046	-	0,9780	0,9980	0,9963	0,9608	0,9701
B	0,0224	0,0527	0,0396	0,0115	0,0207	0,0105	0,0199	0,0221	0,0161	0,0128	0,0223	-	0,9802	0,9735	0,9774	0,9841
Pe	0,0401	0,1097	0,0981	0,0055	0,0005	0,0118	0,0527	0,0086	0,0230	0,0042	0,0020	0,0200	-	0,9953	0,9660	0,9732
Ya	0,0356	0,1256	0,1059	0,0071	0,0056	0,0242	0,0514	0,0078	0,0333	0,0058	0,0037	0,0269	0,0047	-	0,9640	0,9718
C	0,0080	0,0455	0,0268	0,0314	0,0401	0,0493	0,0125	0,0232	0,0693	0,0397	0,0399	0,0229	0,0346	0,0367	-	0,9986
Z	0,0053	0,0440	0,0276	0,0230	0,0312	0,0391	0,0097	0,0160	0,0562	0,0296	0,0303	0,0160	0,0272	0,0286	0,0014	-

Примітка: позначення популяцій як в табл. 1.



Визначення коефіцієнтів фенетичної подібності (I) та значення міжпопуляційних фенетичних відстаней (D) та побудова на основі цих результатів дендрограми міжпопуляційних дистанцій (табл. 4, рис. 1) показало, що по міжпопуляційним відстаням найбільш близькі популяції з с. Цінева та с. Закреничне ( $I = 0,9986$ ;  $D = 0,0014$ ), що належать до однієї групи популяцій і розташовані поруч (на відстані 16 км). Ми припустили на цьому етапі досліджень, що, імовірно, ці дві вибірки можуть становити одну популяцію у досліджуваний період часу. Найбільш віддаленими по досліджуваній популяційній структурі виявились популяції з с. Павлівка і с. Ясень ( $I = 0,8820$ ;  $D = 0,1256$ ) – популяції локалізовані на відстані 44 км (табл. 5, рис. 3).

Таблиця 6. Відносні частоти зустрічей фенів стійкості до інсектицидів в різних популяціях *Leptinotarsa decemlineata* Say на Прикарпатті у 2005 р.

№ п/п	Популяція	Частоти фенів							
		(AB)	D <sub>1</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>(3)</sub>	E <sub>(2)+1</sub>	V	P	L
<b>Івано-Франківська група популяцій</b>									
1	Павлівка (P)	0,248	0,743	0,014	0,743	0,210	0,065	0,617	0,131
2	Клубівці (Kl)	0,266	0,505	0,005	0,818	0,135	0,052	0,625	0,094
3	Королівка (Kr)	0,259	0,420	0,017	0,770	0,178	0,011	0,586	0,149
4	Красів (Ka)	0,277	0,629	0,010	0,743	0,223	0,000	0,416	0,089
5	Крихівці (Ki)	0,390	0,715	0,000	0,915	0,040	0,030	0,760	0,080
6	Новосілка (No)	0,385	0,601	0,000	0,865	0,111	0,087	0,548	0,029
7	Саджава (Sa)	0,355	0,556	0,009	0,813	0,131	0,028	0,617	0,112
8	Чукалівка (Chu)	0,313	0,625	0,004	0,902	0,063	0,045	0,634	0,116
<b>Галицька група популяцій</b>									
9	Букачівці (Bk)	0,481	0,538	0,003	0,892	0,092	0,025	0,586	0,025
10	Медина (Me)	0,248	0,508	0,010	0,789	0,170	0,048	0,462	0,053
<b>Надвірнянська група популяцій</b>									
11	Делятин (De)	0,421	0,713	0,004	0,842	0,129	0,025	0,517	0,092
<b>Калуська група популяцій</b>									
12	Калуш (K)	0,313	0,544	0,000	0,754	0,165	0,025	0,644	0,108
13	Боднарів (Bd)	0,271	0,433	0,000	0,781	0,195	0,029	0,619	0,124
14	Пійло (Pi)	0,229	0,564	0,014	0,807	0,147	0,028	0,339	0,055
<b>Долинська група популяцій</b>									
15	Княжолука (Kn)	0,329	0,548	0,014	0,810	0,124	0,029	0,524	0,143
16	Тур'я Велика (Tv)	0,214	0,643	0,005	0,781	0,248	0,048	0,362	0,048
<b>Перегінська група популяцій</b>									
17	Міжгір'я (Mi)	0,452	0,704	0,017	0,826	0,152	0,009	0,687	0,052
<b>Коломийська група популяцій</b>									
18	Коломия (Ko)	0,213	0,634	0,015	0,782	0,188	0,050	0,396	0,030
19	П'ядики (Pj)	0,311	0,675	0,029	0,762	0,204	0,010	0,650	0,055
<b>Городенківська група популяцій</b>									
20	Городенка (G)	0,260	0,782	0,015	0,817	0,153	0,030	0,634	0,099
21	Колінки (Ku)	0,175	0,476	0,010	0,806	0,175	0,049	0,379	0,049
<b>Популяції за межами Прикарпаття</b>									
22	Рахів (R)	0,435	0,542	0,004	0,885	0,073	0,023	0,550	0,137
23	Лопухів (Lo)	0,425	0,630	0,000	0,700	0,160	0,070	0,760	0,130
24	Зубрець (Zu)	0,368	0,608	0,000	0,804	0,167	0,059	0,510	0,039
25	Заболотівці (Zb)	0,233	0,539	0,005	0,801	0,141	0,049	0,534	0,058
26	Мельничці (Me)	0,360	0,590	0,010	0,840	0,115	0,010	0,620	0,100
27	Розгірче (Rz)	0,271	0,568	0,008	0,797	0,153	0,068	0,661	0,102
28	Розтоки (Ro)	0,291	0,581	0,000	0,878	0,088	0,011	0,541	0,135

Простежується абсолютне неспівпадіння між дендрограмами географічних відстаней і між популяційних дистанцій (рис. 2, 3). Географічно віддалені популяції іноді виявляються близькими по фенотипічній структурі і навпаки – географічно близькі виявляються по між популяційним дистанціям віддаленими. Винятком з цієї закономірності була Перегінська група популяцій – тут вибірки близькі як статистично так і популяційно, що можливо пояснюється однаковим антропогенним тиском в період досліджень. У більшості популяцій простежувались і спільні тенденції поширення фенів стійкості до інсектицидів в різних популяціях Прикарпаття. Так у 2004 році простежувалась висока частота трапляння фену E<sub>(3)</sub> – фену стійкості до поліхлорпіненбоверину в усіх досліджених популяціях Прикарпаття. Частота зустрічі цього фену коливалась від 0,743 до 0,915.

## 2. Результати досліджень 2005 року.

У результаті проведених досліджень у 2005 році зокрема було встановлено відносну частоту зустрічі форм стійких до піретроїдних інсектицидів у 28 популяціях колорадського жука західних областей України в тому числі у 21 популяції Прикарпаття (табл. 6). Географічні відстані між дослідженими у 2005 році популяціями колорадського жука наведені у табл. 7. Дендрограма географічних відстаней між досліджуваними популяціями наведена на рис. 4.

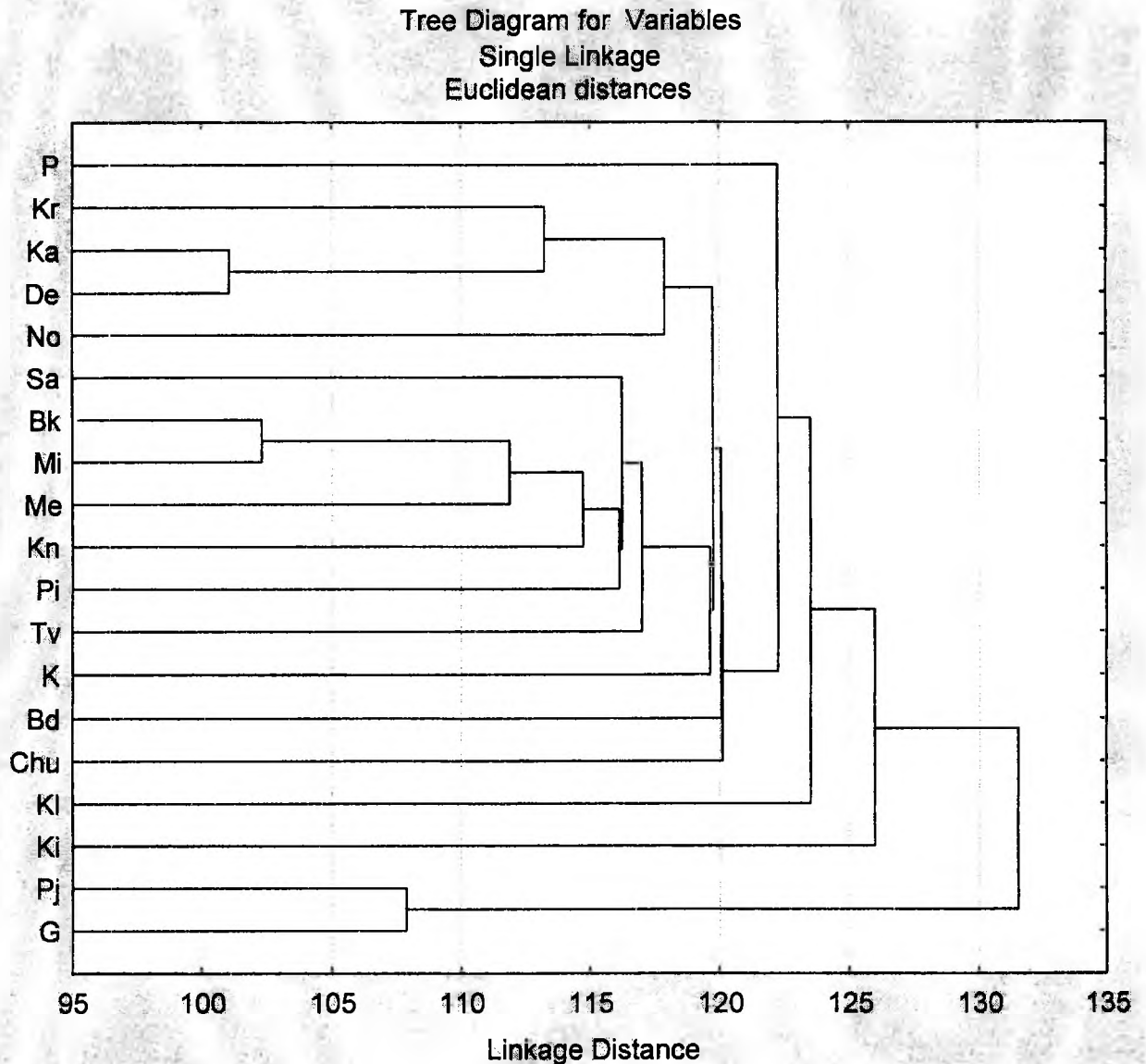


Рисунок 4. Дендрограма географічних відстаней між дослідженими в 2005 р. популяціями колорадського жука Прикарпаття. Якби мікроеволюційні процеси визначалися виключно географічною віддаленістю популяцій – дендрограма між популяційних відстаней виглядала саме так.

Статистичний аналіз показав, що при 52 випадках порівнянь популяцій колорадського жука Прикарпаття по частоті зустрічі форм стійких до піретроїдних інсектицидів досліджені популяції у 2005 році статистично високовірогідно відрізняються ( $P < 0,05$ ) (табл. 3). Найбільша кількість статистично вірогідних відмінностей при порівнянні з іншими популяціями була виявлена для популяції з с. Тур'я Велика. Але загалом у більшості випадків порівнянь між дослідженими популяціями колорадського жука Прикарпаття у 2005 році не виявлено статистично вірогідних відмінностей ( $P > 0,05$ ) – простежуються спільні закономірності у частоті трапляння фенів стійкості до інсектицидів – навіть між популяціями віддаленими на відстань більшу за 100 км (табл. 7, 8). Найбільша статистична відмінність виявлена між популяціями с. Крихітці і Тур'я Велика ( $\chi^2 = 30,515$ ;  $P < 0,01$ ) – відносно віддалені популяції на відстань 50 км. Найменш відмінними статистично виявились популяції с. Саджава і м. Калуш ( $\chi^2 = 1,773$ ;  $P > 0,95$ ) – популяції локалізовані на відстані 24 км.

Визначення коефіцієнтів фенетичної подібності ( $I$ ) та значення міжпопуляційних фенетичних відстаней ( $D$ ) та побудова на основі цих результатів дендрограми міжпопуляційних дистанцій (табл. 9, рис. 5) показало, що по міжпопуляційним відстаням найбільш близькі популяції з с. Королівка і с. Боднарів ( $I = 0,9992$ ). Найбільш

віддаленими по досліджуваній структурі виявились популяції з с. Букачівці і с. тур'я Велика ( $I = 0,9510$ ;  $D = 0,0502$ ).

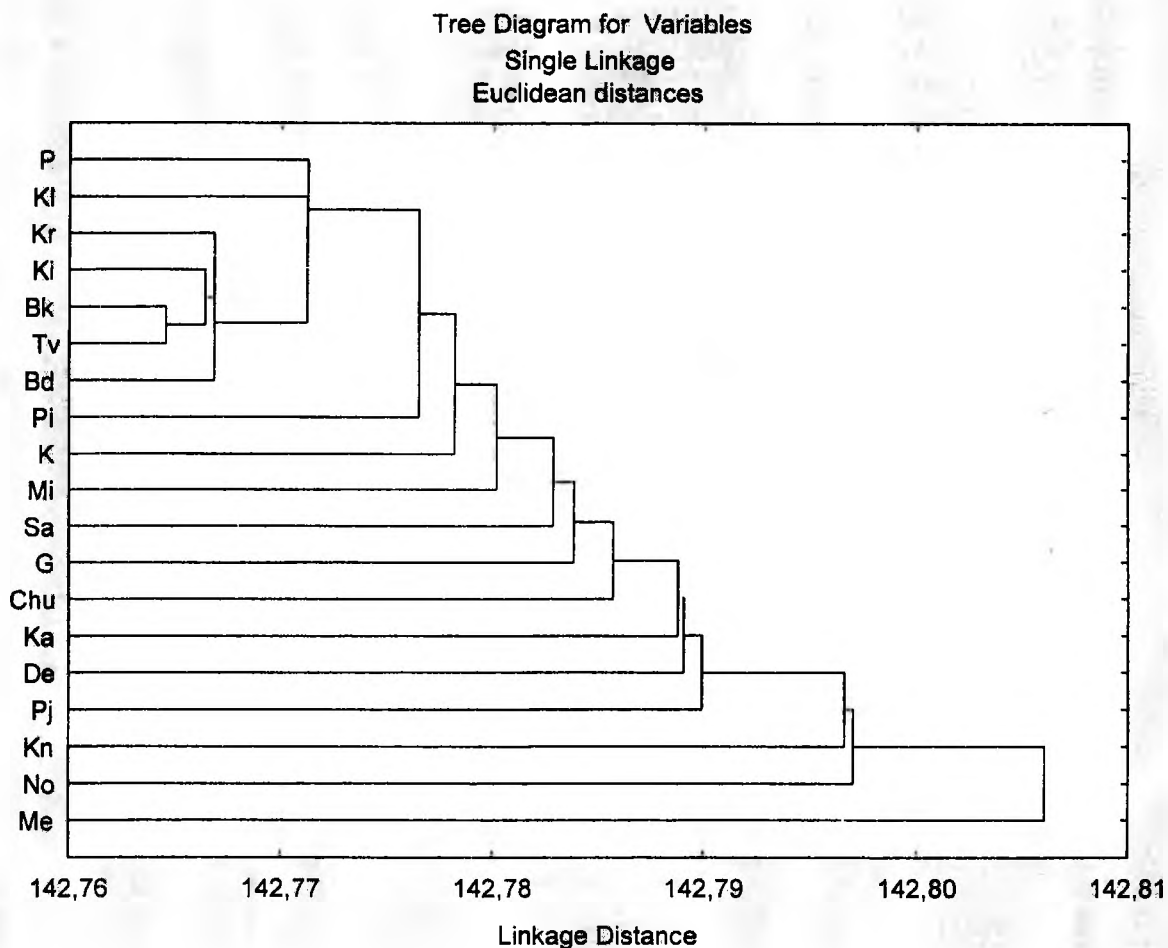


Рисунок 5. Дендрограма міжпопуляційних дистанцій між деякими популяціями *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) Прикарпаття по відносній частоті форм стійкості до піретроїдних інсектицидів у 2005 році. Позначення популяцій як в табл. 1.

Таблиця 7. Відстані між дослідженими у 2005 році популяціями Прикарпаття (в км).

	P	Kl	Kr	Ka	Ki	No	Sa	Chu	Bk	Me	De	K	Bd	Pi	Kn	Tv	Mi	Pj	G
P	-	21	33	28	10	28	23	14	32	13	52	22	10	26	55	45	36	60	72
Kl		-	14	19	18	13	33	17	49	31	52	42	30	45	74	66	47	48	50
Kr			-	29	26	20	41	27	62	45	44	52	42	55	83	76	51	30	40
Ka				-	32	8	48	33	44	33	72	48	35	43	82	69	62	46	56
Ki					-	29	17	4	42	22	40	26	17	29	58	50	30	52	66
No						-	45	28	50	35	59	49	37	53	82	72	58	49	49
Sa							-	16	49	31	30	24	24	24	46	45	15	57	72
Chu								-	46	27	46	29	22	32	59	54	30	56	64
Bk									-	20	78	27	26	31	52	34	56	92	99
Me										-	59	17	8	22	50	37	42	72	82
De											-	54	52	52	72	74	34	32	68
K												-	13	6	34	25	29	82	92
Bd													-	17	46	36	34	68	81
Pi														-	29	23	26	80	95
Kn															-	20	38	102	122
Tv																-	44	100	118
Mi																	-	66	89
Pj																		-	39
G																			-

Простежується неспівпадіння між дендрограмами географічних відстаней і між популяційних дистанцій (рис. 4, 5). Географічно віддалені популяції іноді виявляються близькими по феногенетичній структурі і навпаки – географічно близькі виявляються по між популяційним дистанціям віддаленими. Але простежуються і спільні тенденції поширення фенів стійкості до інсектицидів в різних популяціях Прикарпаття. Так у 2005 році простежувалась висока частота трапляння фену E<sub>(3)</sub> – фену стійкості до поліхлорпіненбоверину в усіх досліджених популяціях Прикарпаття – так само як і в попередній рік досліджень. Частота зустрічі цього фену коливалась від 0,743 до 0,915.

### 3. Результати досліджень 2006 року.

У результаті проведених досліджень у 2006 році зокрема було встановлено відносну частоту зустрічі форм стійких до піретроїдних інсектицидів у 25 популяціях колорадського жука західних областей України в тому числі у 21 популяції Прикарпаття у 2006 р. (табл. 11). Географічні відстані між дослідженими у 2006 році популяціями колорадського жука наведені у табл. 10. Дендрограма географічних відстаней між досліджуваними популяціями наведена на рис. 6.

Таблиця 10. Відстані між дослідженими у 2006 році популяціями Прикарпаття (в км).

	P	Bu	Za	Bo	Che	Yb	Bl	Vk	Du	Sv	Ta	Sl	N	By	Vo	Pr	Ri	Gu	Tr
P	-	12	13	22	16	28	13	7	14	35	4	30	40	70	30	27	14	56	48
Bu		-	4	28	17	24	20	16	12	35	12	32	43	75	30	37	26	68	59
Za			-	30	21	21	18	15	9	31	12	29	47	79	34	36	27	68	60
Bo				-	14	47	32	26	33	55	23	49	23	55	16	38	17	52	46
Che					-	40	29	24	27	50	20	45	26	58	14	42	24	64	56
Yb						-	19	23	14	11	24	14	66	98	54	34	36	71	64
Bl							-	6	11	25	10	18	52	84	42	19	18	53	45
Vk								-	11	30	4	24	46	78	36	22	15	53	45
Du									-	25	10	21	51	83	40	29	25	63	55
Sv										-	33	9	75	107	64	33	42	70	63
Ta											-	27	44	76	32	26	16	56	48
Sl												-	70	102	60	24	34	60	54
N													-	32	12	60	40	68	62
By														-	44	92	60	80	72
Vo															-	53	33	68	61
Pr																-	21	37	30
Ri																	-	42	34
Gu																		-	8
Tr																			-

Статистичний аналіз показав, що при більшості порівнянь популяцій по частоті зустрічі форм стійких до піретроїдних інсектицидів досліджені популяції у 2006 році статистично вірогідно не відрізняються ( $P > 0,05$ ) (табл. 13). Осібно стоять тільки дві популяції с. Павлівка, що статистично вірогідно відрізняється від усіх досліджених у 2006 р. популяцій і популяція м. Надвірна, яка відрізняється статистично вірогідно від всіх популяцій крім двох.

Найбільш відмінними статистично виявились популяції м. Надвірна і с. Яблунька ( $\chi^2 = 39,931$ ;  $P < 0,01$ ), в той час як найменш відмінними статистично виявились популяції с. Ріп'янка і с. Вікторів ( $\chi^2 = 0,530$ ;  $P > 0,8$ ) – популяції локалізовані на відстані 14 км.

Але визначення коефіцієнтів фенетичної подібності (I) та значення міжпопуляційних фенетичних відстаней (D) та побудова на основі цих результатів дендрограми міжпопуляційних дистанцій (табл. 4, рис. 1) показало, що популяції м. Надвірна, с. Яблунів та с. Перекуси, що географічно віддалені і належать до різних географічних груп популяцій близькі по міжпопуляційним відстаням.

Загалом простежуються подібні тенденції щодо адаптивності до піретроїдних інсектицидів у досліджених популяціях Прикарпаття – у всіх відмічена висока частота форми E<sub>(3)</sub>, що обумовлює стійкість до поліхлорпіненбоверину. Подібність структур різних досліджених популяцій пояснюється в першу чергу тим, що тривалий час на території області широко застосовували піретроїдні інсектициди в минулому – в 70-80 рр., а в останні роки застосовують переважно інсектициди нового покоління. Зниження тиску на популяції по цим параметрам та міграція особин знижують відмінності популяцій по частотам зустрічі цих форм.

Таблиця 8. Порівняльний аналіз деяких досліджених популяцій *Leptinotarsa decemlineata* Say Прикарпаття по відносній частоті зустрічі фенів стійкості до піретроїдних інсектицидів у 2005 р. Показано значення критерію Пірсона ( $\chi^2$ ). Допустиме значення критерію Пірсона – 14,067 (для P = 0,05). Статистично вірогідні відмінності виділені (P < 0,05).

	P	Kl	Kr	Ka	Ki	No	Sa	Chu	Bk	Me	De	K	Bd	Pi	Kn	Tv	Mi	Ko	Pj	G
P	-	6,401	10,613	9,621	<b>21,539</b>	<b>16,696</b>	8,054	12,172	<b>26,176</b>	6,275	10,973	6,954	9,309	9,723	7,611	9,138	<b>15,190</b>	8,537	6,566	3,129
Kl		-	5,975	<b>14,223</b>	10,840	8,391	2,240	4,205	<b>14,168</b>	3,356	7,970	2,604	3,256	9,209	3,864	<b>14,699</b>	10,494	11,188	8,039	5,618
Kr			-	10,456	<b>21,949</b>	<b>22,530</b>	4,765	<b>14,666</b>	<b>20,900</b>	9,213	<b>14,305</b>	4,811	2,883	<b>14,462</b>	4,444	<b>19,676</b>	<b>14,546</b>	<b>18,786</b>	6,669	10,293
Ka				-	<b>25,817</b>	<b>19,972</b>	10,026	<b>18,469</b>	<b>18,842</b>	2,990	5,859	7,400	9,436	3,113	6,459	2,663	9,509	3,955	4,404	7,957
Ki					-	7,931	8,828	3,114	9,532	<b>16,252</b>	9,637	11,220	<b>18,617</b>	<b>20,220</b>	<b>14,167</b>	<b>30,515</b>	10,114	<b>23,946</b>	<b>16,640</b>	<b>14,572</b>
No						-	7,762	8,173	1,971	5,920	4,448	8,170	<b>15,512</b>	8,832	9,903	<b>14,315</b>	3,742	9,773	10,685	10,647
Sa							-	3,658	8,871	4,443	3,534	1,773	4,368	8,993	1,168	<b>15,430</b>	4,291	<b>14,593</b>	4,358	5,193
Chu								-	10,800	9,453	6,041	6,567	10,799	<b>14,072</b>	4,387	<b>21,574</b>	9,453	<b>17,063</b>	11,077	6,990
Bk									-	10,472	7,705	<b>14,391</b>	<b>17,680</b>	<b>14,795</b>	<b>14,778</b>	<b>23,218</b>	5,426	<b>17,121</b>	<b>16,147</b>	<b>17,987</b>
Me										-	5,710	5,116	6,295	2,351	5,298	4,617	5,745	2,987	3,780	4,822
De											-	6,024	11,802	6,730	4,054	11,839	5,710	9,830	7,270	6,187
K												-	1,800	11,309	3,920	<b>15,077</b>	6,367	<b>14,131</b>	4,272	5,600
Bd													-	<b>14,511</b>	5,771	<b>15,689</b>	<b>14,641</b>	<b>16,070</b>	7,561	10,286
Pi														-	7,483	3,267	10,225	1,950	7,920	6,603
Kn															-	<b>14,775</b>	7,749	<b>14,513</b>	5,737	5,728
Tv																-	<b>15,467</b>	1,860	9,942	9,749
Mi																	-	10,275	4,458	6,985
Ko																		-	7,252	6,685
Pj																			-	2,672
G																				-

Примітка: позначення популяцій як в табл. 1.

Таблиця 9. Порівняльний аналіз деяких досліджених популяцій *Leptinotarsa decemlineata* Say Прикарпаття по відносній частоті зустрічі фенів стійкості до піретроїдних інсектицидів у 2005 р. Показано значення коефіцієнта фенетичної подібності (I) та значення міжпопуляційних фенетичних відстаней (D).

	P	Kl	Kr	Ka	Ki	No	Sa	Chu	Bk	Me	De	K	Bd	Pi	Kn	Tv	Mi	Pj	G
P	-	0,9790	0,9698	0,9866	0,9800	0,9751	0,9815	0,9807	0,9555	0,9793	0,9819	0,9859	0,9711	0,9678	0,9808	0,9771	0,9835	0,9953	0,9975
Kl	0,0212	-	0,9956	0,9736	0,9907	0,9889	0,9965	0,9954	0,9834	0,9919	0,9779	0,9965	0,9965	0,9701	0,9932	0,9615	0,9849	0,9881	0,9822
Kr	0,0307	0,0044	-	0,9681	0,9786	0,9775	0,9924	0,9865	0,9762	0,9860	0,9679	0,9932	0,9992	0,9612	0,9900	0,9526	0,9759	0,9815	0,9701
Ka	0,0135	0,0268	0,0324	-	0,9699	0,9822	0,9800	0,9778	0,9677	0,9897	0,9913	0,9774	0,9674	0,9907	0,9862	0,9948	0,9804	0,9867	0,9878
Ki	0,0202	0,0093	0,0216	0,0306	-	0,9901	0,9944	0,9961	0,9858	0,9808	0,9861	0,9924	0,9797	0,9629	0,9894	0,9523	0,9935	0,9891	0,9875
No	0,0252	0,0112	0,0228	0,0180	0,0099	-	0,9934	0,9930	0,9944	0,9931	0,9934	0,9871	0,9791	0,9828	0,9934	0,9731	0,9909	0,9828	0,9815
Sa	0,0187	0,0035	0,0076	0,0202	0,0056	0,0066	-	0,9849	0,9911	0,9907	0,9890	0,9980	0,9927	0,9719	0,9974	0,9634	0,9940	0,9920	0,9849
Chu	0,0195	0,0046	0,0136	0,0224	0,0039	0,0070	0,0152	-	0,9861	0,9908	0,9877	0,9922	0,9858	0,9778	0,9961	0,9653	0,9877	0,9871	0,9878
Bk	0,0455	0,0455	0,0241	0,0328	0,0143	0,0056	0,0089	0,0140	-	0,9830	0,9859	0,9829	0,9773	0,9675	0,9886	0,9510	0,9883	0,9739	0,9641
Me	0,0209	0,0081	0,0141	0,0104	0,0194	0,0069	0,0093	0,0092	0,0171	-	0,9865	0,9870	0,9863	0,9916	0,9936	0,9860	0,9815	0,9852	0,9833
De	0,0183	0,0183	0,0326	0,0087	0,0140	0,0066	0,0111	0,0124	0,0142	0,0136	-	0,9826	0,9676	0,9840	0,9922	0,9788	0,9923	0,9869	0,9872
K	0,0142	0,0142	0,0068	0,0229	0,0076	0,0130	0,0020	0,0078	0,0172	0,0131	0,0176	-	0,9947	0,9634	0,9926	0,9602	0,9929	0,9952	0,9865
Bd	0,0293	0,0035	0,0003	0,0331	0,0205	0,0211	0,0073	0,0143	0,0230	0,0138	0,0329	0,0053	-	0,9591	0,9884	0,9526	0,9781	0,9831	0,9707
Pi	0,0327	0,0304	0,0396	0,0093	0,0378	0,0173	0,0285	0,0225	0,0330	0,0084	0,0161	0,0373	0,0418	-	0,9827	0,9933	0,9644	0,9682	0,9752
Kn	0,0194	0,0068	0,0101	0,0139	0,0107	0,0066	0,0026	0,0039	0,0115	0,0064	0,0078	0,0074	0,0117	0,0175	-	0,9728	0,9887	0,9879	0,9846
Tv	0,0232	0,0393	0,0486	0,0052	0,0489	0,0273	0,0373	0,0353	0,0502	0,0141	0,0214	0,0406	0,0486	0,0067	0,0276	-	0,9616	0,9723	0,9785
Mi	0,0166	0,0152	0,0244	0,0198	0,0065	0,0091	0,0060	0,0124	0,0118	0,0187	0,0077	0,0071	0,0221	0,0362	0,0114	0,0392	-	0,9944	0,9871
Pj	0,0047	0,0120	0,0187	0,0134	0,0110	0,0173	0,0080	0,0130	0,0264	0,0149	0,0132	0,0048	0,0170	0,0323	0,0122	0,0281	0,0056	-	0,9953
G	0,0025	0,0180	0,0304	0,0123	0,0126	0,0187	0,0152	0,0123	0,0366	0,0168	0,0129	0,0136	0,0297	0,0251	0,0155	0,0217	0,0130	0,0047	-

Примітка: позначення популяцій як в табл. 1.

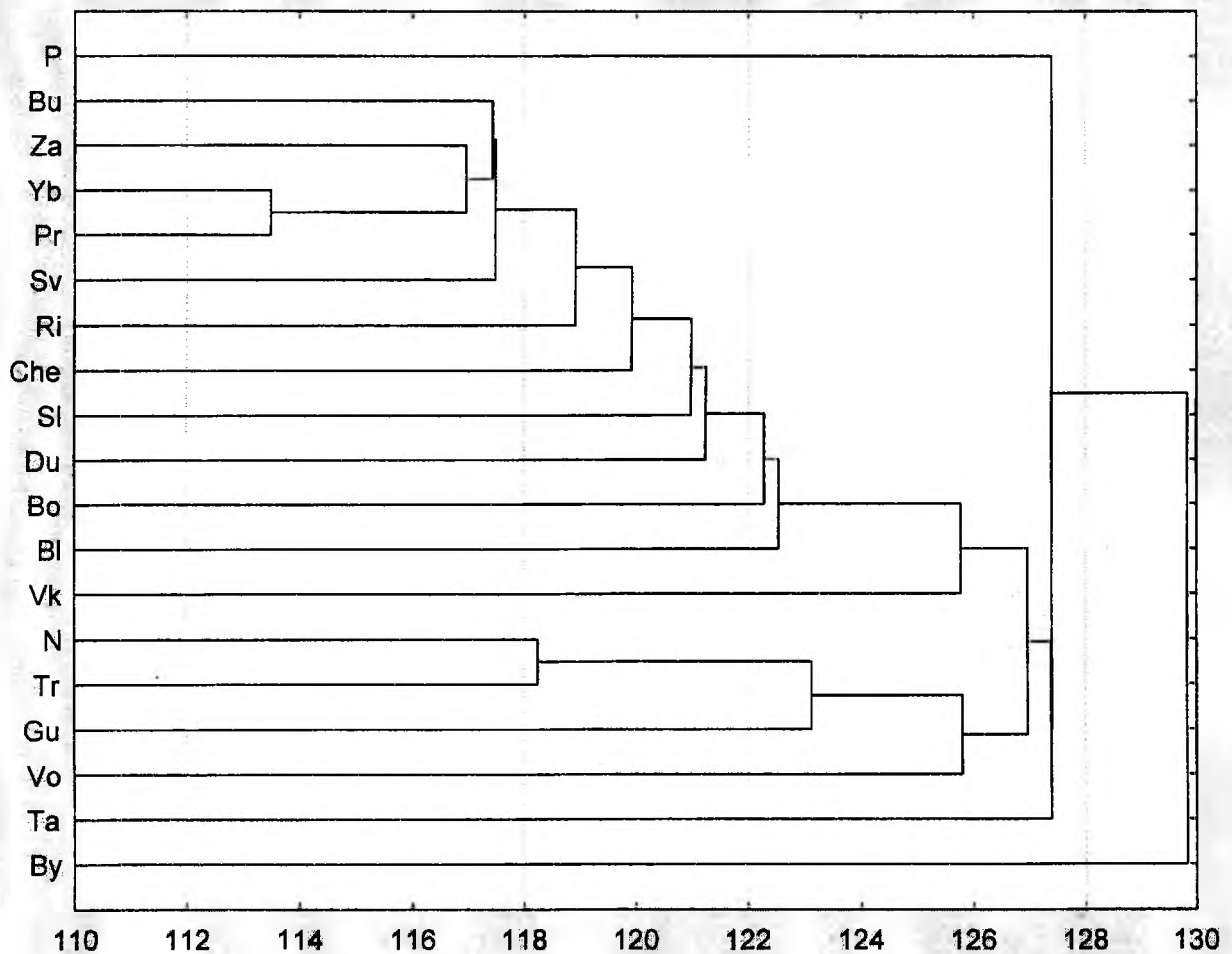


Рисунок 6. Дендрограма географічних відстаней між дослідженими в 2006 р. популяціями колорадського жука Прикарпаття. Якби мікроеволюційні процеси визначалися виключно географічною віддаленістю популяцій – дендрограма між популяційних відстаней виглядала саме так.

Таблиця 11. Відносні частоти зустрічей фенів стійкості до інсектецидів в різних популяціях *Leptinotarsa decemlineata* Say на Прикарпатті у 2006 р.

№ п/п	Популяція	Частоти фенів							
		(AB)	D <sub>1</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>(3)</sub>	E <sub>(2)+1</sub>	V	P	L
<b>Івано-Франківська група популяцій</b>									
1	Павлівка (P)	0,115	0,518	0,000	0,743	0,188	0,037	0,523	0,165
2	Узин (Bu)	0,188	0,500	0,009	0,777	0,098	0,036	0,429	0,018
3	Забережнтя (Za)	0,385	0,615	0,000	0,823	0,085	0,000	0,631	0,062
4	Богородчани (Bo)	0,247	0,622	0,007	0,799	0,127	0,014	0,512	0,038
5	Черніїв (Che)	0,308	0,661	0,000	0,849	0,065	0,047	0,700	0,126
6	Яблунька (Yb)	0,320	0,530	0,015	0,860	0,090	0,030	0,810	0,070
7	Тязів (Ta)	0,197	0,574	0,008	0,820	0,139	0,000	0,689	0,082
<b>Галицька група популяцій</b>									
8	Блюдники (Bl)	0,278	0,686	0,003	0,857	0,116	0,043	0,632	0,043
9	Вікторів (Vk)	0,256	0,649	0,000	0,893	0,100	0,034	0,483	0,024
10	Дубівці (Du)	0,260	0,622	0,000	0,850	0,089	0,049	0,577	0,008
11	Світанок (Sv)	0,323	0,673	0,008	0,857	0,109	0,053	0,699	0,030
12	Слобода (Sl)	0,252	0,670	0,000	0,908	0,060	0,092	0,771	0,083
<b>Надвірнянська група популяцій</b>									
13	Надвірна (N)	0,227	0,682	0,000	0,827	0,136	0,036	0,205	0,009
14	Бистриця (By)	0,273	0,718	0,000	0,827	0,145	0,000	0,582	0,091
15	Волосів (Vo)	0,237	0,615	0,019	0,821	0,128	0,013	0,551	0,038
<b>Калуська група популяцій</b>									

16	Перекося (Pr)	0,280	0,600	0,005	0,830	0,105	0,020	0,840	0,040
17	Ріп'янка (Ri)	0,245	0,582	0,000	0,859	0,098	0,022	0,435	0,033
Долинська група популяцій									
18	Гузіїв (Gu)	0,377	0,583	0,000	0,823	0,127	0,033	0,660	0,000
19	Тростянець (Tr)	0,366	0,608	0,009	0,849	0,082	0,052	0,698	0,086
Перегінська група популяцій									
20	Перегінське (Pe)	0,388	0,624	0,003	0,884	0,077	0,020	0,663	0,049
21	Небилів (Ne)	0,338	0,657	0,015	0,853	0,083	0,010	0,368	0,039
Популяції за межами Прикарпаття									
22	Вер. Водяне (Ve)	0,357	0,548	0,000	0,857	0,119	0,048	0,571	0,143
23	Зубрець (Zu)	0,223	0,644	0,015	0,757	0,168	0,030	0,356	0,020
24	Радошин (Ra)	0,396	0,462	0,009	0,717	0,208	0,009	0,292	0,057
25	Чертіж (Chr)	0,253	0,558	0,000	0,811	0,089	0,032	0,063	0,063

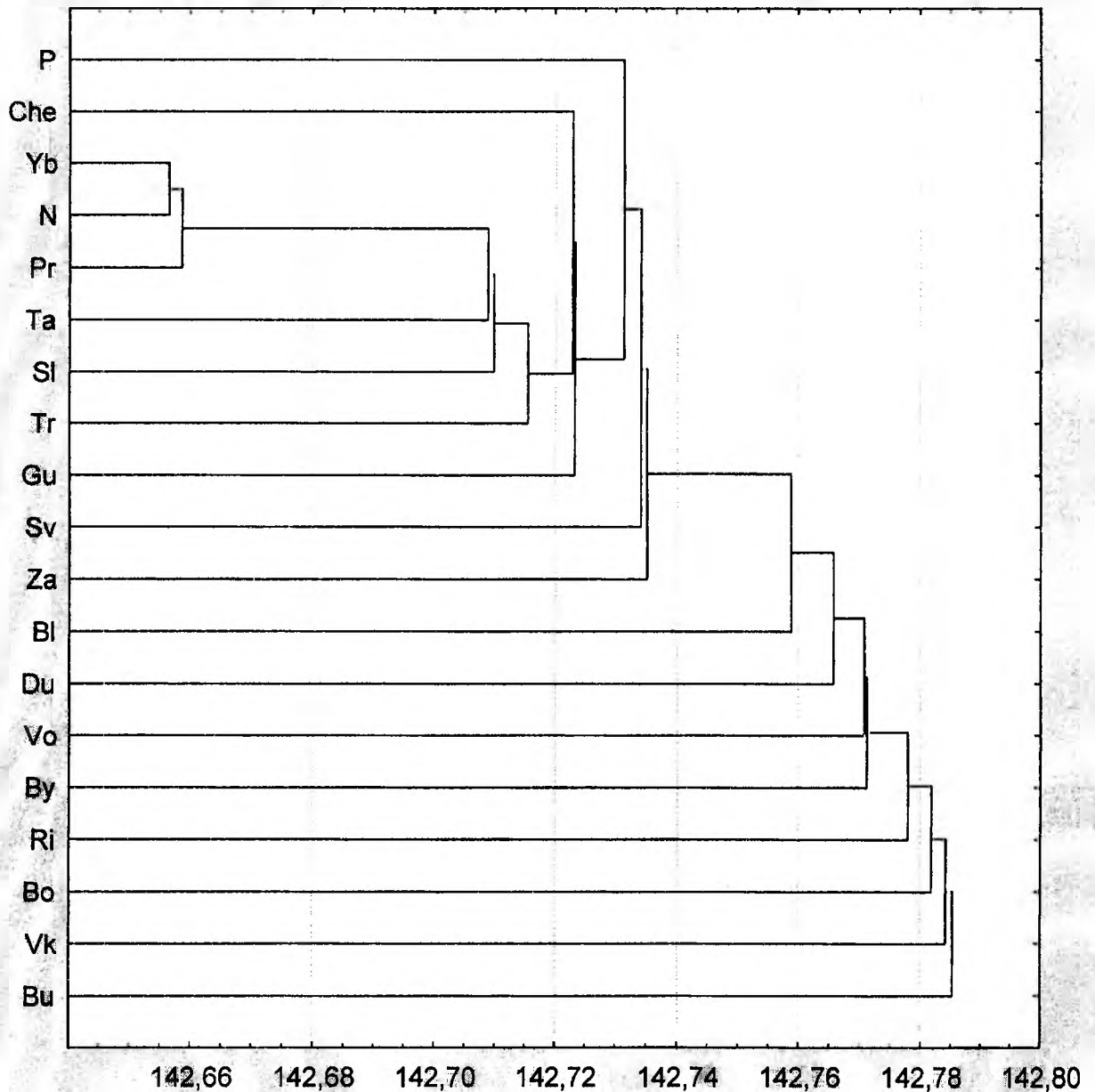


Рисунок 7. Дендрограма міжпопуляційних дистанцій між деякими популяціями *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) Прикарпаття по відносній частоті форм стійкості до піретроїдних інсектицидів у 2006 р. Позначення популяцій як в табл. 1.



Таблиця 12. Порівняльний аналіз деяких досліджених популяцій *Leptinotarsa decemlineata* Say Прикарпаття по відносній частоті зустрічі фенів стійкості до піретроїдних інсектицидів у 2006 році. Показано значення критерію Пірсона ( $\chi^2$ ). Допустиме значення критерію Пірсона – 14,067 (для P = 0,05). Статистично вірогідні відмінності виділені (P < 0,05).

	P	Bu	Za	Bo	Che	Yb	Bl	Vk	Du	Sv	Ta	Sl	N	By	Vo	Pr	Ri	Gu	Tr
P	-	<b>17,126</b>	<b>27,21</b>	<b>16,718</b>	<b>16,246</b>	<b>22,087</b>	<b>17,497</b>	<b>21,13</b>	<b>24,943</b>	<b>24,292</b>	<b>14,135</b>	<b>19,508</b>	<b>34,489</b>	<b>14,456</b>	<b>17,296</b>	<b>22,789</b>	<b>18,724</b>	<b>32,152</b>	<b>20,788</b>
Bu		-	12,726	2,797	11,81	9,766	2,842	1,825	2,991	3,632	10,694	10,408	<b>14,952</b>	11,214	2,952	8,538	2,364	8,751	8,516
Za			-	6,703	8,123	7,813	7,544	9,629	11,375	8,311	8,687	<b>14,773</b>	<b>30,321</b>	4,993	8,080	7,572	7,903	10,491	6,515
Bo				-	10,156	<b>8,579</b>	1,984	2,741	5,686	3,924	6,051	<b>14,677</b>	<b>15,762</b>	4,266	0,690	6,182	2,082	8,897	7,537
Che					-	6,133	6,733	10,574	10,839	8,375	11,093	3,355	<b>33,482</b>	9,611	11,411	8,684	9,899	<b>15,765</b>	2,597
Yb						-	6,416	12,527	10,783	5,137	7,652	7,811	<b>39,931</b>	12,921	7,459	2,441	11,546	11,202	2,612
Bl							-	2,384	2,922	1,108	8,233	6,231	<b>19,330</b>	6,969	3,117	4,443	2,988	7,187	4,251
Vk								-	2,130	4,289	<b>14,074</b>	10,659	10,828	8,955	4,407	9,937	0,530	7,891	9,223
Du									-	4,289	<b>14,930</b>	8,532	<b>17,082</b>	13,325	6,846	7,666	4,082	4,227	8,725
Sv										-	10,906	7,008	<b>23,533</b>	11,128	4,444	3,753	5,535	5,234	3,694
Ta											-	13,510	<b>34,614</b>	4,287	5,301	6,147	11,026	<b>17,902</b>	10,831
Sl												-	<b>35,138</b>	<b>15,319</b>	<b>14,189</b>	8,800	11,450	<b>16,885</b>	5,191
N													-	<b>23,652</b>	<b>19,101</b>	<b>36,148</b>	11,000	<b>24,738</b>	<b>31,831</b>
By														-	5,725	10,743	6,950	<b>16,055</b>	10,972
Vo															-	5,875	3,657	10,190	8,056
Pr																-	9,872	8,394	5,965
Ri																	-	9,219	8,751
Gu																		-	10,714
Tr																			-

Примітка: позначення популяцій як в табл. 1.

Таблиця 13. Порівняльний аналіз деяких досліджених популяцій *Leptinotarsa decemlineata* Say Прикарпаття по відносній частоті зустрічі фенів стійкості до піретроїдних інсектицидів. Показано значення коефіцієнта фенетичної подібності (I) та значення міжпопуляційних фенетичних відстаней (D).

	P	Bu	Za	Bo	Che	Yb	Bl	Vk	Du	Sv	Ta	Sl	N	By	Vo	Pr	Ri	Gu	Tr
P	-	0,9806	0,9681	0,9824	0,9804	0,9686	0,9820	0,9757	0,9782	0,9760	0,9893	0,9808	0,9289	0,9840	0,9850	0,9699	0,9750	0,9659	0,9731
Bu	0,0196	-	0,9826	0,9954	0,9821	0,9697	0,9917	0,9969	0,9957	0,9861	0,9838	0,9829	0,9649	0,9880	0,9958	0,9681	0,9983	0,9822	0,9813
Za	0,0324	0,0176	-	0,9912	0,9950	0,9879	0,9940	0,9853	0,9926	0,9963	0,9864	0,9884	0,9313	0,9908	0,9915	0,9860	0,9833	0,9973	0,9979
Bo	0,0178	0,0046	0,0088	-	0,9902	0,9744	0,9981	0,9975	0,9977	0,9938	0,9884	0,9871	0,9625	0,9979	0,9994	0,9765	0,9956	0,9890	0,9883
Che	0,0198	0,0181	0,0050	0,0098	-	0,9905	0,9956	0,9832	0,9926	0,9968	0,9930	0,9970	0,9232	0,9922	0,9919	0,9908	0,9801	0,9912	0,9977
Yb	0,0319	0,0308	0,0122	0,0259	0,0095	-	0,9819	0,9643	0,9819	0,9902	0,9918	0,9920	0,8809	0,9732	0,9797	0,9975	0,9621	0,9907	0,9940
Bl	0,0182	0,0083	0,0060	0,0019	0,0044	0,0183	-	0,9933	0,9986	0,9984	0,9926	0,9941	0,9470	0,9973	0,9986	0,9862	0,9901	0,9930	0,9938
Vk	0,0246	0,0031	0,0148	0,0025	0,0169	0,0364	0,0067	-	0,9961	0,9871	0,9795	0,9807	0,9740	0,9922	0,9961	0,9643	0,9994	0,9823	0,9814
Du	0,0220	0,0043	0,0074	0,0023	0,0074	0,0183	0,0014	0,0039	-	0,9967	0,9902	0,9928	0,9516	0,9937	0,9984	0,9830	0,9938	0,9926	0,9921
Sv	0,0243	0,0140	0,0037	0,0062	0,0032	0,0098	0,0016	0,0130	0,0033	-	0,9928	0,9956	0,9306	0,9931	0,9952	0,9921	0,9834	0,9969	0,9973
Ta	0,0108	0,0163	0,0137	0,0117	0,0070	0,0082	0,0074	0,0207	0,0098	0,0072	-	0,9950	0,9141	0,9885	0,9924	0,9940	0,9771	0,9871	0,9904
Sl	0,0194	0,0172	0,0117	0,0130	0,0030	0,0080	0,0059	0,0195	0,0072	0,0044	0,0050	-	0,9147	0,9867	0,9903	0,9936	0,9770	0,9883	0,9942
N	0,0738	0,0357	0,0712	0,0382	0,0799	0,1268	0,0545	0,0263	0,0496	0,0719	0,0898	0,0891	-	0,9553	0,9550	0,8822	0,9748	0,9235	0,9184
By	0,0161	0,0121	0,0092	0,0021	0,0078	0,0272	0,0027	0,0078	0,0063	0,0069	0,0116	0,0134	0,0457	-	0,9970	0,9773	0,9891	0,9863	0,9880
Vo	0,0151	0,0042	0,0085	0,0018	0,0081	0,0205	0,0014	0,0039	0,0016	0,0048	0,0076	0,0097	0,0460	0,0030	-	0,9815	0,9943	0,9904	0,9901
Pr	0,0306	0,0324	0,0141	0,0238	0,0092	0,0025	0,0139	0,0364	0,0171	0,0079	0,0060	0,0064	0,1253	0,0230	0,0188	-	0,9600	0,9894	0,9917
Ri	0,0253	0,0017	0,0168	0,0044	0,0201	0,0386	0,0099	0,0018	0,0062	0,0167	0,0232	0,0233	0,0255	0,0110	0,0057	0,0408	-	0,9801	0,9791
Gu	0,0347	0,0180	0,0027	0,0111	0,0088	0,0093	0,0070	0,0179	0,0074	0,0031	0,0130	0,0118	0,0796	0,0138	0,0096	0,0107	0,0201	-	0,9968
Tr	0,0273	0,0189	0,0021	0,0118	0,0023	0,0060	0,0062	0,0188	0,0079	0,0027	0,0060	0,0058	0,0851	0,0121	0,0099	0,0083	0,0211	0,0032	-

Примітка: позначення популяцій як в табл. 1.

Дослідження динаміки окремих популяцій Прикарпаття в 2004-2007 рр. показало, що популяції швидко змінюють свою структуру по частоті цих форм – вибірки в різні роки з однієї популяції статистично вірогідно відрізнялися ( $P < 0,05$  в більшості порівнянь).

В той же час дослідження по варіабельним фенам з групи KLMP не всі з яких корелюють з резистентністю до інсектицидів у 2006 р. показало, що переважна більшість популяцій статистично вірогідно відрізняються ( $P < 0,01$  у більшості випадків порівнянь). Це наводить на думку про наявність спільних тенденцій в більшості популяцій колорадського жука Прикарпаття щодо адаптивності по ходу мікроеволюційних процесів під впливом антропогенного тиску і в той же час збереження унікальності популяцій і особливостей мікроеволюційних процесів по тих параметрах поліморфізму, по яких дія антропогенного тиску не простежується.

Слід відмітити, що популяції с. Павлівка і м. Надвірна які статистично високовірогідно відрізняються від інших популяцій колорадського жука Прикарпаття розташовані поблизу хімічних підприємств ТОС та нафтопереробного заводу відповідно. Це наводить на думку про те, що досліджувані фени певним чином корелюють зі стійкістю не тільки до піретроїдних інсектицидів, але і до певних хімічних полютантів.

У 2006 році аналогічно до попередніх років досліджень простежується неспівпадіння між дендрограмами географічних відстаней і між популяційних дистанцій (рис. 6, 7). Географічно віддалені популяції іноді виявляються близькими по феногенетичній структурі. Але простежуються і спільні тенденції між деякими популяціями. Це пояснюється тим, що тривале використання піретроїдних інсектицидів в окремих локалітетах зумовило характерні мікроеволюційні процеси в окремих популяціях, а зменшення використання цих інсектицидів в останні роки зумовило зменшення відмінностей між популяціями по цим параметрам за рахунок міграцій і більший прояв географічного фактора на мінливість популяцій. Проте з врахуванням тривалого застосування інсектицидів клінального типу мінливості у досліджуваних популяціях очікувати не доводиться.

### Висновки

1. Дендрограми міжпопуляційних дистанцій по частоті трапляння форм стійких до піретроїдних інсектицидів не співпадають із географічними відстанями між дослідженими популяціями колорадського жука Прикарпаття в усві роки досліджень.
2. Основним еволюційним фактором в популяціях колорадського жука Прикарпаття є потужний антропогенний тиск у формі застосування піретроїдних інсектицидів.
3. В популяціях колорадського жука Прикарпаття простежується висока частота форм резистентних до дії поліхлорпінбенверину застосування якого не рекомендується.
4. По частоті форм стійких до інсектицидів популяції колорадського жука Прикарпаття менш відмінні ніж по частоті «нейтральних» варіабельних форм зв'язок яких з інсектицидами не доведений.
5. Досліджені популяції колорадського жука динамічні – структура популяцій по частоті форм стійкості до різних інсектицидів швидко змінюється, мікроеволюційні процеси відбуваються протягом короткого часу, що в першу чергу обумовлюється змінами характеру антропогенного тиску.
6. Простежується різка відмінність по структурі популяцій колорадського жука, що перебувають під посиленням антропогенним тиском в районах локалізації хімічних підприємств, що наводить на думку про те, що досліджувані фени корелюють зі стійкістю та чутливістю до різних хімічних полютантів.

### Література

1. Бендат Дж., Пирсол А. Измерение и анализ случайных процессов. – М.: Мир. – 1971. – 408 с.
2. Васильева Т. И., Фасулати С. Р., Шевченко Н. М. Фенотипическая структура популяций колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) как показатель развития их резистентности к пиретроидным инсектицидам // Материалы XII съезда РЭО. – М. – 2004. – с. 145-154.
3. Иванов С. Г., Новожилов К. В., Рябинина О. В. Формирование резистентности к пиретроидам в нижегородской популяции *Leptinotarsa decemlineata* Say (*Coleoptera*, *Chrysomelidae*) // Материалы XII съезда РЭО. – М. – 2004. – с. 171-175.
4. Жученко А. А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концепция). – Пушино: ОНТИ РАН, 1994ю – 148 с.
5. Кохманюк Ф. С. Изменчивость фенетической структуры популяций колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) в пределах ареала // Фенетика популяций. – М.: Наука. – 1982. – с. 233-245.
6. Мигранов М. Г., Поскряков А. В., Амирханов Д. В. Эффективность пиретроидов в борьбе с колорадским жуком в условиях Предуралья Башкирии // Насекомые в биогеоценозах Урала: Информ. материалы / ИЭРиЖ УрО АН СССР; Всесоюз. энтомолог. об-во. Урал. отд-ние. – Свердловск. - 1989. - С.41 - 42.
7. Фасулати С. Р., Вилкова Н. А. Адаптивная микроэволюция колорадского жука и его внутривидовая структура в современном ареале. // Генетическая инженерия и экология. М.: Центр «Биоинженерия» РАН, 2000. - т. 1. - С. 19-25.
8. Hawthorne D. J. AFLP-Based genetic linkage map of the colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say : sex chromosomes and a pyrethroid-resistance candidate gene // Genetics. – 2001. – Vol.158. – P. 695-700.
9. Tower L. W. The mechanism of evolution in *Leptinotarsa*. – Publ. Carnegie Inst. – Wash. – 1918. – 384 p.

*Сіренко А. Г.* – кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

*Ельцов А. Л.* – асистент кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

**Рецензент:** доктор біологічних наук, професор кафедри біології та екології Парпан В. І.

УДК 632.937.2+575.177+591.151.2

## **АНАЛІЗ МІКРОЕВОЛЮЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ КАРПАТСЬКИХ ПОПУЛЯЦІЙ *TRICHIUS FASCIATUS* L. ПО ЧАСТОТАХ ЗУСТРІЧІ ФЕНІВ ЗАБАРВЛЕННЯ ВОЛОСКІВ НА ПЕРЕДНЬОСПИНЦІ ІМАГО**

***О. М. Слободян, А. Г. Сіренко***

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника  
e-mail: bratlibo@yahoo.co.uk

*Досліджено новий маркер мікроеволюційних процесів популяції *Trichius fasciatus* Linnaeus, 1758 – фени по забарвленню волосків передньоспинки імаго. Показано, що структура досліджених популяцій по частоті цих фенів стабільна в часі і може служити показником між популяційних дистанцій.*

**Ключові слова:** *Trichius*, популяція, мікроеволюція.

***Slobodian O. M., Sirenko A. G. The analysis of microevolution processes in Carpathian population *Trichius fasciatus* Linnaeus, 1758 on frequency of hairs of front back colour fens. A new marker of microevolution process in population *Trichius fasciatus* Linnaeus, 1758 is hairs of front back colour fens. The structure of this population was stability in time and may be the marker of population distances.***

**Key words:** *Trichius*, population, microevolution.

### **Вступ**

Методи фенетики не дивлячись на свою відносну простоту і на перший погляд поверхових аналіз (на відміну від аналізу хромосомного, біохімічного, молекулярного поліморфізму) в якому аналізується виключно окремі морфологічні критерії дозволяють в окремих модельних системах зробити глибокий аналіз мікроеволюційних процесів. Зокрема, за допомогою методів фенетики здійснюється феногеографічний аналіз і за допомогою нього відтворюється реконструкція історії виду [24]. Фенетичний аналіз в окремих випадках дозволяє виявити внутрішньо популяційні групи і провести їх маркування за допомогою фенів. Іноді таке маркування дозволяє встановити межі таких внутрішньовидових одиниць як підвиди чи встановити границі елементарних популяцій у поліморфних видів та рівень диференціювання внутрішньо популяційних груп і встановити ступінь ізоляції [5, 12, 18]. У випадку наявності зв'язку окремих морфологічних фенів з резистентністю до інсектицидів вдається простежити вплив антропогенних факторів на мікроеволюційні процеси [28]. В окремих випадках вдається фенами маркувати певні динамічні процеси в популяції і простежувати зміни структури популяцій протягом тривалого часу. Загалом генофонд популяції застосовують як показник мікроеволюційного стану популяцій, впливу добору на динаміку полігенних систем [32]. Флуктуючу асиметрію білатеральних стуркур в природних популяціях використовують як показник стану популяцій, впливу антропогенного тиску на популяції і екосистеми, показник забруднення екосистем. Фенетичний аналіз використовують для оцінки міграцій, розсіювання і структурованості популяцій, встановлення популяційної структури виду і динаміки цієї структурованості, визначення маркерів адаптивності популяцій [16]. Фенетичний аналіз використовують для вивчення гомеостазу природних популяцій, реакцій популяцій на ізоляцію. Методи фенетики знайшли своє застосування в геогеографії, у вивченні мімікрії різних таксонів тварин, для вивчення кнілальної мінливості [9].

Вид *Trichius fasciatus* Linnaeus, 1758 давно став класичним об'єктом популяційних досліджень. В якості модельного об'єкту для вивчення вищезгаданих процесів його використовували Молодцов С. М. [3, 4], Новоженев Ю. І. [6 - 21]. В якості маркера для вивчення популяцій ці дослідники зокрема використовували фени та аберації по комбінації чорних плям на елітрах імаго. Інші морфологічні маркери, яких у даного виду є чимало (вид надзвичайно поліморфний) використовувались набагато менше. В цій роботі ми досліджували можливість використання фенів по забарвленню волосків передньоспинки в якості маркеру для вивчення поліморфізму популяцій та мікроеволюційних процесів.