

Oliver and Boyd Edinburg, 1972.: ил. – Упр. после параграф. – Предмет. указатель: с. 202 – 205. – Приложение (табл.): с. 200. – Библиогр.: с. 201 (16 назв.).

38. Сіренко А.Г., Шпарик В.Ю., Мідак Л.Я. Трофічна спеціалізація імаго сирфід (SYRPHIDAE, DIPTERA, INSECTA) в умовах Українських Карпат// Вісник Прикарп. ун-ту ім. Василя Стефаника, Сер. Біологія, Вип. XIII. – Івано-Франківськ. – С.39-69 (2009).

39. Сіренко А.Г., Мідак Л.Я., Третяк В.Р. Флуктуаційні зміни феногенетичної структури популяції *Eristalis tenax* L. (SYRPHIDAE, DIPTERA, INSECTA) з урбанізованої екосистеми прикарпаття: 1. Самці// Вісник Прикарп. ун-ту ім. Василя Стефаника, Сер. Біологія, Вип. XIII. – Івано-Франківськ. – С.100-141 (2009).

Стаття поступила до редакції 16.09.2009 р.;

Стаття прийнята до друку 30.10.2009 р.

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

*Мідак Л.Я.* – кандидат хімічних наук, доцент кафедри теоретичної і прикладної хімії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

*Третяк В. Р.* – асистент кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

*Сіренко Г.О.* – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теоретичної і прикладної хімії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

**Рецензент:** доктор біологічних наук, професор біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника Парпан В.І.

УДК 575.177+632.9:635.1+575.1

## ДИНАМІКА ПОПУЛЯЦІЙ *LEPTINOTARSA DECEMLINEATA* (SAY, 1824) В УМОВАХ ПРИКАРПАТТЯ

*А. Г. Сіренко*

Кафедра біології та екології, Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,  
e-mail: bratlibo@yahoo.co.uk

*Досліджено багаторічну динаміку феногенетичної структури популяції колорадського жука - *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) (Chrysomelidae, Coleoptera, Insecta) в умовах Прикарпаття. Виявлено нестабільність структури дослідженої популяції – частоти трапляння різних феноформ (як згідно класифікації феноформ за Фасулаті так і згідно класифікації феноформ за Кохманюком) в різні роки досліджень (2004-2009 рр.) статистично вірогідно відрізнялися. Різкі зміни феногенетичної структури дослідженої популяції пояснюються впливом інсектицидів. Виявлено велику інтенсивність мікроеволюційних процесів в популяціях колорадського жука Прикарпаття.*

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

**Sirenko A. G. The dynamic of *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) population in Precarpathian conditions.** *Was research the dynamic of phenogenetic structure of *Leptinotarsa decemlineata* Say, 1824 (Chrysomelidae, Coleoptera, Insecta) population with Precarpathian. Was discovered unstable of structure this population by frequency of phenofoms (by Fasulaty and by Kokhmaniuk) in different years of research (in 2004-2009). Sharp changes of phenogenetic structure of this population was explain the influences of insecticides.*

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

### Вступ

Проведено дослідження поширення форм виду *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) стійких до дії інсектицидів в 68 різних популяціях у 2001-2009 роках на території Прикарпаття. Визначення і класифікацію резистентних форм здійснювали за Кохманюком Ф. С. [4, 5] та Фасулаті С. Р. [8 – 13]. По ходу досліджень було вивчено стабільність і динаміку феногенетичних структур популяцій колорадського жука на прикладі однієї популяції з Прикарпаття.

*Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) – колорадський жук – небезпечний шкідник картоплі - характеризується високими темпами мікроеволюційних процесів – швидко виникають і поширюються форми стійкі до дії різних в тому числі новітніх інсектицидів. Одним із перспективних напрямків боротьби з цим небезпечним шкідником вважається створення сортів картоплі стійких до цього шкідника.

Вважається, що поліморфізм по забарвленню передньоспинки колорадського жука обумовлений генетично [14] і зчеплений з резистентністю до низки різноманітних інсектицидів та інших природних та штучних несприятливих факторів середовища [5].

Вважається, що при відсутності тиску добору на конкретні генетичні локуси природні популяції здатні нескінченно довго зберігати гомеостаз своєї генетичної структури [1, 2, 3, 15]. В цьому випадку ми маємо справу з напівприродними популяціями в яких відбувається інтенсивний дрейф генів і на які здійснюється потужний антропогенний тиск по досліджуваним ознакам в вигляді інтенсивного застосування різноманітних інсектицидів в першу чергу піретроїдних до яких належить інсектицид нового покоління «Фастак».

Для колорадського жука характерна складність внутрішньовидової структури, яка дала йому змогу пристосовуватись до різних умов середовища та стресових ситуацій. За 145 років розвитку на культурній картоплі колорадський жук підпадав жорсткому і безперервному хімічному пресингу але зумів не тільки вижити при цьому, але і розширити свій ареал. У популяціях колорадського жука є імаго різних вікових груп, поліморфні за малюнком передньоспинки [7, 9]. Генетична мінливість у природних і напівприродних популяціях набагато вища за ту яку визначають методами аналізу морфологічної мінливості які дозволяють ідентифікувати лише фенотипи, а не генотипи [1, 2]. Але облік фенетичних особливостей дає змогу встановлювати межі внутрішньовидових угруповань та виникнення нових популяційних вогнищ, вивчати деякі особливості мікроеволюційних процесів, їх темпи та спрямованість, запобігати формуванню резистентних популяцій до тих чи інших засобів захисту культур [7]. Відмінність форм жука, що відрізняються за типом малюнку передньоспинки і кольором відкладених яєць, або хоча б однією з названих ознак, вкрай різноманітних і часто настільки значимих, що один і той же генотип рослини в умовах лабораторного дослідження може забезпечити 100 % виживання одних форм шкідника і повну загибель інших форм [7, 9-13]. Природна чутливість комах до інсектицидів – вихідна точка відліку рівня їхньої резистентності щодо конкретного препарату. Генетична нестабільність популяцій фітофага – це прояв загально біологічної властивості екосистем і популяцій, що реалізується через екологічну стійкість, тобто спроможність біоти протистояти дії абіотичних і біотичних стресорів [7]. Під дією «пестицидного стресу» у фітофагів різко зростає внутрішньопопуляційна мінливість, виникають і відбираються стійкі біотипи, форми, в результаті чого відбувається формування його резистентних популяцій [7]. У зв'язку з цим проведення досліджень щодо зміни структури популяції колорадського жука під впливом дії різних інсектицидів та різних за стійкістю сортів картоплі є надзвичайно актуальним [7].

Вважається, що ряд фенів по забарвленню передньоспинки, зокрема фени групи KLMP, (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 [4, 5].

Вважається, що популяція як система має здатність до гомеостазу – зберігатися в стані генетичної рівноваги і стабільності без змін і протистояти раптовим змінам середовища [15]. Але генетична структура популяцій може змінюватись під впливом різких коливань середовища, в тому числі зумовлених антропоїчним тиском.

Дослідження стабільності та динаміки популяцій колорадського жука в умовах Прикарпаття досі не проводились.

### Матеріали і методи

Дослідження були проведені на території приватних земельних ділянок с. Павлівка (Тисменицький р-н, Івано-Франківська обл.) в 2004-2009 рр. Збір комах проводився щороку з 1 по 15 серпня щороку. Було досліджено у 2004 р. – 254, у 2005 р. – 107, у 2006 р. – 139, у 2007 р. – 109, 2008 – 109, 2009 - 134 екземпляри комах. Досліджувались виключно імаго.

На території земельних угідь цього населеного пункту при вирощуванні картоплі використовують різноманітні інсектициди, крім того на відстані 5 км від досліджуваних земельних угідь розташоване джерело хімічних поллютантів – завод Тонкого органічного синтезу (ТОС). На території досліджуваних земельних угідь вирощують картоплю 9 сортів (включно з так званою «дикою формою» - нащадком сортів, що втратили свої властивості). Ці сорти і їх продуктивність наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Сорти картоплі, що вирощувались у 2004-2009 рр. на угіддях с. Павлівка та їх продуктивність.

		Сорти картоплі								
		БР	Д	М	Н	П1	П2	Р	С	Дк
Маса (кг)	Пс	1,016	1,013	1,033	1,011	1,021	1,023	1,020	1,029	1,024
	Зб	4,240	3,131	2,944	3,932	2,634	1,474	3,531	2,453	2,129

Примітки: Сорти картоплі: БР - «Белла Роза», Д - «Дезіре», М - «Мінерва», Н - «Невська», ПІ - «Пікассо», П2 - «Повінь», Р - «Редскарлет», С - «Слов'янка», Дк - «дикий».  
 Позначення урожайності: Пс - посажено, Зб - зібрано.

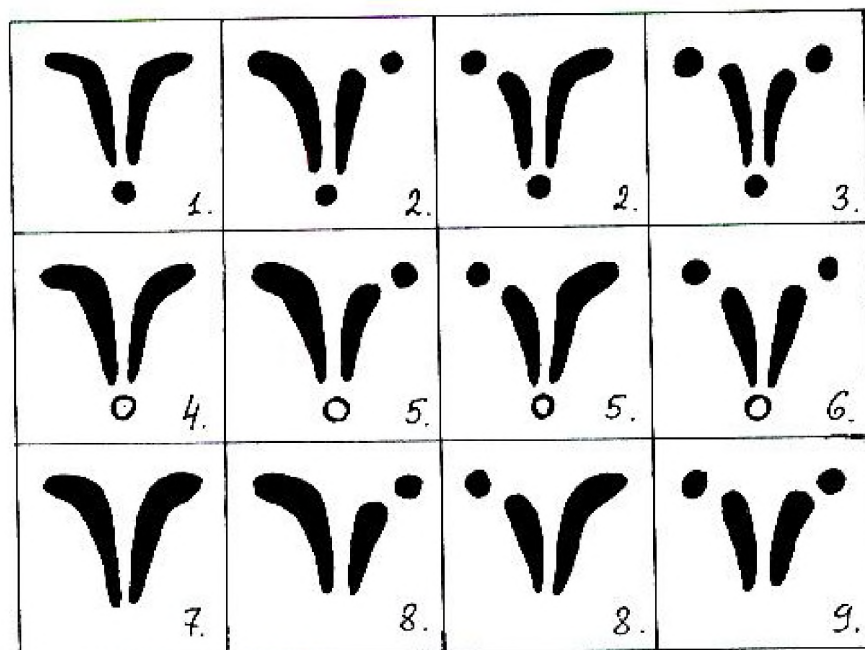


Рис. 1. Схема класифікації основних феноформ по забарвленню передньоспинки колорадського жука по Фасулаті [6 – 12].

Класифікація феноформ зокрема здійснювалась згідно класифікації Фасулаті [7 – 12]. Ця схема класифікації феноформ наведена на рис. 1. Крім цього в процесі дослідження було використано більш тонку і диференційовану класифікацію феноформ – за Кохманюком [4, 5] (рис. 2). Паралельне застосування двох різних підходів до класифікації досліджуваних фенів дозволило зробити більш глибокий аналіз і співставити можливість застосування цих підходів для аналізу динаміки популяцій цього виду.

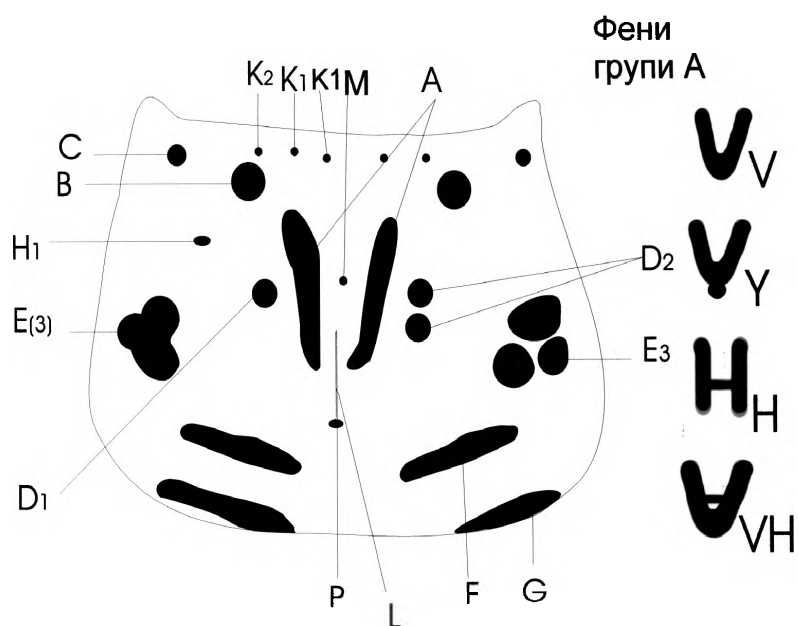


Рис. 2. Класифікація фенів по забарвленню передньоспинки колорадського жука за Кохманюком.

Статистичну обробку результатів здійснювали з використанням програм “Excell-7” з пакету “Microsoft office-97” та “Statistica 6.0 rus”.

### Результати і обговорення

Наводяться результати дослідження динаміки феногенетичної структури популяції *Leptinotarsa decemlineata* Say, 1824 з с. Павлівка Івано-Франківської області. Згідно класифікації феноформ *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) по Фасулаті С. Р. [6 – 13] в дослідженій популяції виявлено 9 феноформ ідентифікованих по величині і формі чорних плям передньоспинки, що проявляють різну резистентність до дії інсектицидів (1-9). Частоти зустрічі цих форм в дослідженій популяції в різні роки досліджень наведені в табл. 2.

Таблиця 2. Відносна частота трапляння різних феноформ колорадського жука (за Фасулаті) у 2004-2009 роках в популяції с. Павлівка в різні роки досліджень.

	Феноформи								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2004	0,201	0,094	0,327	0,035	0,043	0,075	0,031	0,047	0,146
2005	0,178	0,112	0,262	0,009	0,009	0,028	0,037	0,019	0,336
2006	0,037	0,083	0,284	0,009	0,018	0,073	0,028	0,055	0,413
2007	0,138	0,101	0,220	0,009	0,028	0,092	0,064	0,073	0,275
2008	0,248	0,147	0,174	0,009	0,028	0,037	0,037	0,028	0,312
2009	0,239	0,127	0,082	0,022	0,052	0,075	0,060	0,007	0,336

Вважається, що чутливість імаго 1-ї, 2-ї, 3-ї, 6-ї, феноформ до інсектициду фастак досить низька, у два рази нижча за чутливість 4-ї, 5-ї, 7-ї, 8-ї та 9-ї феноформ. Ці феноформи можна вважати ядром формування резистентної популяції до піретроїдної групи препаратів [11]. Статистичний аналіз динаміки досліджуваної популяції наведено в табл. 3.

Таблиця 3. Статистичний аналіз динаміки феногенетичної структури досліджуваної популяції колорадського жука. Наведено значення критерію Пірсона форми Бартлета ( $\chi^2$ ). Критичне значення  $\chi^2 = 15,507$  для  $P = 0,05$ . Значення що перевищують критичні виділені.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
2004	-	<b>15,645</b>	<b>27,066</b>	<b>15,871</b>	<b>21,524</b>	<b>41,542</b>
2005		-	14,735	9,814	4,671	<b>20,052</b>
2006			-	11,684	<b>23,848</b>	<b>39,404</b>
2007				-	9,833	<b>20,292</b>
2008					-	9,665
2009						-

Аналіз динаміки феногенетичної структури дослідженої популяції показав, що в період 2004-2005 рр. в популяції колорадського жука відбувалися різкі зміни – структури популяції цих років статистично достовірно відрізняються ( $P < 0,05$ ). У дальші роки (2005-2007) спостерігалась деяка стабілізація популяції і динаміка в окремі періоди спостережень (2005-2008 рр.) була низько вірогідна ( $P > 0,05$ ), у 2009 році спостерігалися статистично достовірні зміни в порівняно зі структурою популяції 2007 року ( $P < 0,05$ ), але не по відношенні до структури цієї популяції у 2008 році ( $P > 0,05$ ). Динаміку відносної частоти трапляння окремих феноформ подано на рис. 3 - 5.

Загалом кожна із феноформ мала свої тенденції та закономірності щодо стабільності і динаміки, але в 2005 році мали місце певні спільні закономірності у динаміці деяких феноформ: спостерігалось одночасне різке зниження відносної частоти феноформ 4, 5, 6. Водночас було виявлено різке підвищення частоти фен оформи 9. Причини цих змін на основі існуючих уявлень про резистентність феноформ пояснити поки що неможливо. З цих динамічних феноформ тільки феноформа 6 проявляє однозначну резистентність до піретроїдних інсектицидів типу «Фастак».

Як бачимо із наведених результатів різні феноформи мають різну стабільність у дослідженій популяції. Найбільш варіабельними виявились феноформи 1, 2, 9, 6. Стабілізація частоти зустрічі феноформ в 2005-2008 рр. можна пояснити як певною незмінністю використання інсектицидів – по складу так і по інтенсивності препаратів які застосовувались, так і стабільністю використання в зазначений період тих же сортів картоплі в даному стаціонарі досліджень.

Дослідження динаміки популяцій колорадського жука були проведені також згідно класифікації фенів передньоспинки імаго по Кохманюку. Для аналізу динаміки досліджуваної популяції в першу чергу аналізувалися фени стійкості до піретроїдних інсектицидів. Частоти зустрічі цих фенів наведені в табл. 4.

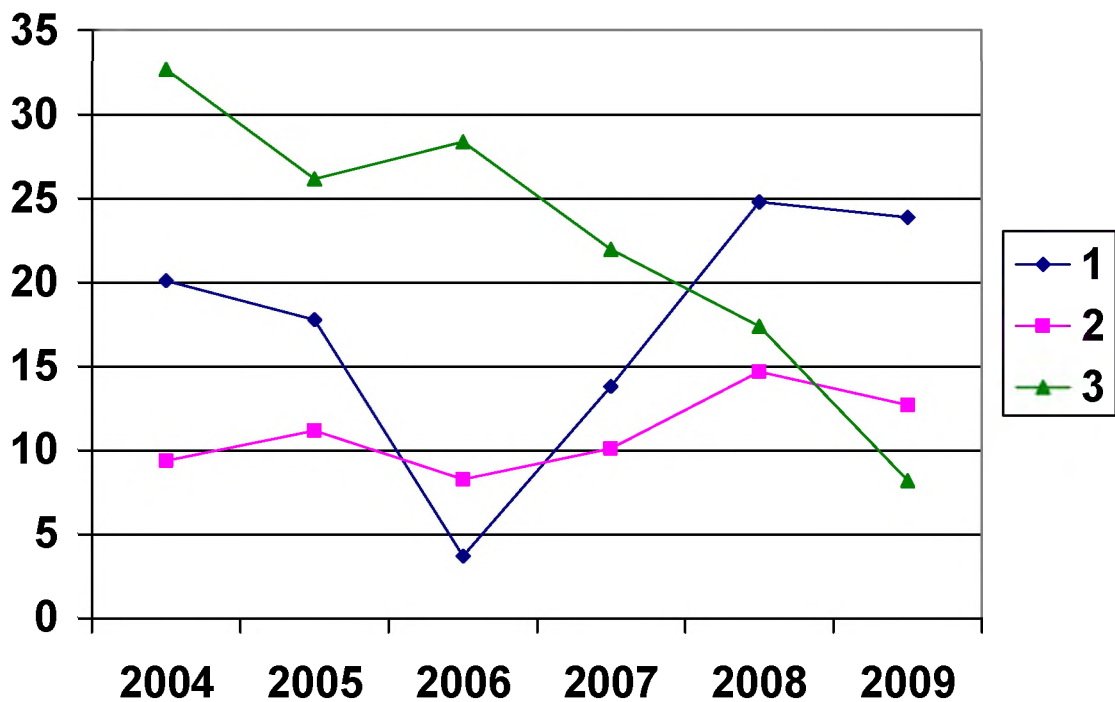


Рис. 3. Динаміка відносної частоти трапляння феноформ 1, 2, 3 (за Фасулаті) в період 2004-2009 рр. в популяції колорадського жука з с. Павлівка. Ці феноформи вважаються найбільш резистентними до інсектициду «Фастак».

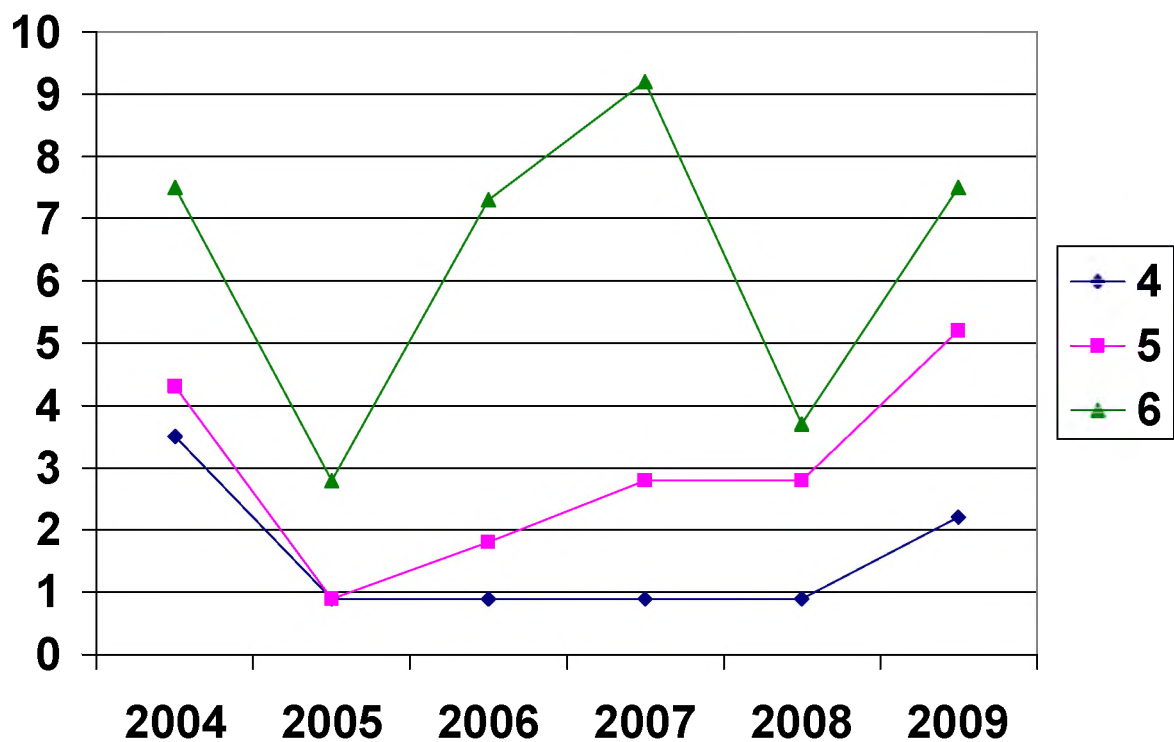


Рис. 4. Динаміка відносної частоти трапляння феноформ 4, 5, 6 (за Фасулаті) в період 2004-2007 рр. в популяції колорадського жука з с. Павлівка. Феноформа 6 вважається більш резистентною до інсектициду «Фастак» ніж феноформи 4 і 5.

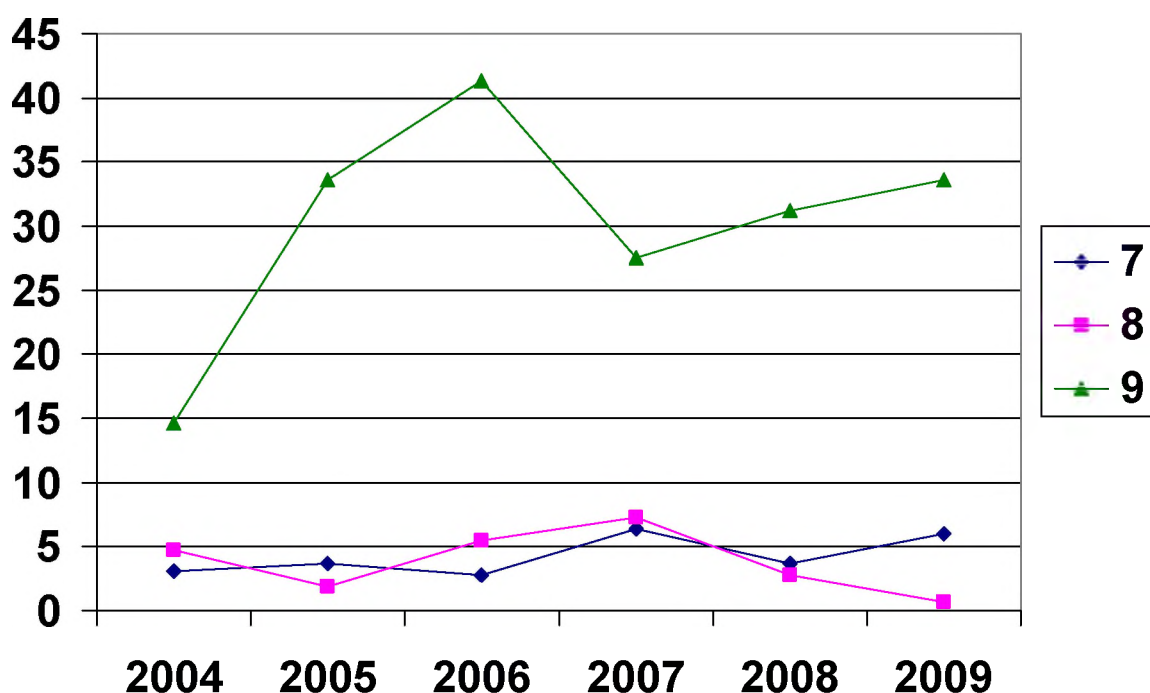


Рис. 5. Динаміка відносної частоти трапляння феноформ 7, 8, 9 (за Фасулаті) в період 2004-2009 рр. в популяції колорадського жука з с. Павлівка. Ці феноформи відносно більш чутливі до інсектициду «Фастак».

Таблиця 4. Зміни відносної частоти трапляння фенів стійкості до піретроїдних інсектицидів в популяції з с. Павлівки в період 2004-2009 рр. (класифікація фенів за Кохманюком).

Рік досліджень	Частоти фенів							
	(AB)	D <sub>1</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>(3)</sub>	E <sub>(2)+1</sub>	V	P	L
2004	0,374	0,825	0,002	0,854	0,071	0,009	0,248	0,075
2005	0,248	0,743	0,014	0,743	0,210	0,065	0,617	0,131
2006	0,115	0,518	0,000	0,743	0,188	0,037	0,523	0,165
2007	0,307	0,661	0,009	0,853	0,119	0,028	0,578	0,046
2008	0,385	0,752	0,000	0,982	0,005	0,028	0,596	0,037
2009	0,335	0,589	0,015	0,970	0,022	0,007	0,500	0,015

Статистичний аналіз динаміки досліджуваної популяції наведений в таблиці 5.

Таблиця 5. Статистичний аналіз динаміки фенотипічної структури популяції колорадського жука з с. Павлівка по частоті трапляння фенів стійкості до піретроїдних інсектицидів (класифікація фенів за Кохманюком). Показано значення критерію Пірсона ( $\chi^2$ ). Критичне значення (для P = 0,05)  $\chi^2 = 14,067$ . Значення, що перевищують критичні виділені.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
2004	-	<b>31,268</b>	<b>41,331</b>	<b>18,593</b>	<b>23,427</b>	<b>26,447</b>
2005		-	7,823	9,643	<b>34,702</b>	<b>43,642</b>
2006			-	<b>18,876</b>	<b>35,341</b>	<b>53,891</b>
2007				-	13,730	<b>14,122</b>
2008					-	6,456
2009						-

Як показали результати статистичного аналізу частот фенів стійкості до піретроїдних інсектицидів по Кохманюку досліджувана популяція мала в період дослідження мала два етапи нестабільності і статистично високо вірогідної динаміки (P < 0,01) – у 2004-2005 рр. та у 2006-2009 рр. Як бачимо, аналіз по

конкретних фенах дав нам більш детальну картину, аніж по феноформам. Динаміку частоти трапляння окремих фенів стійкості до піретроїдних інсектицидів показано на рис. 6-8.

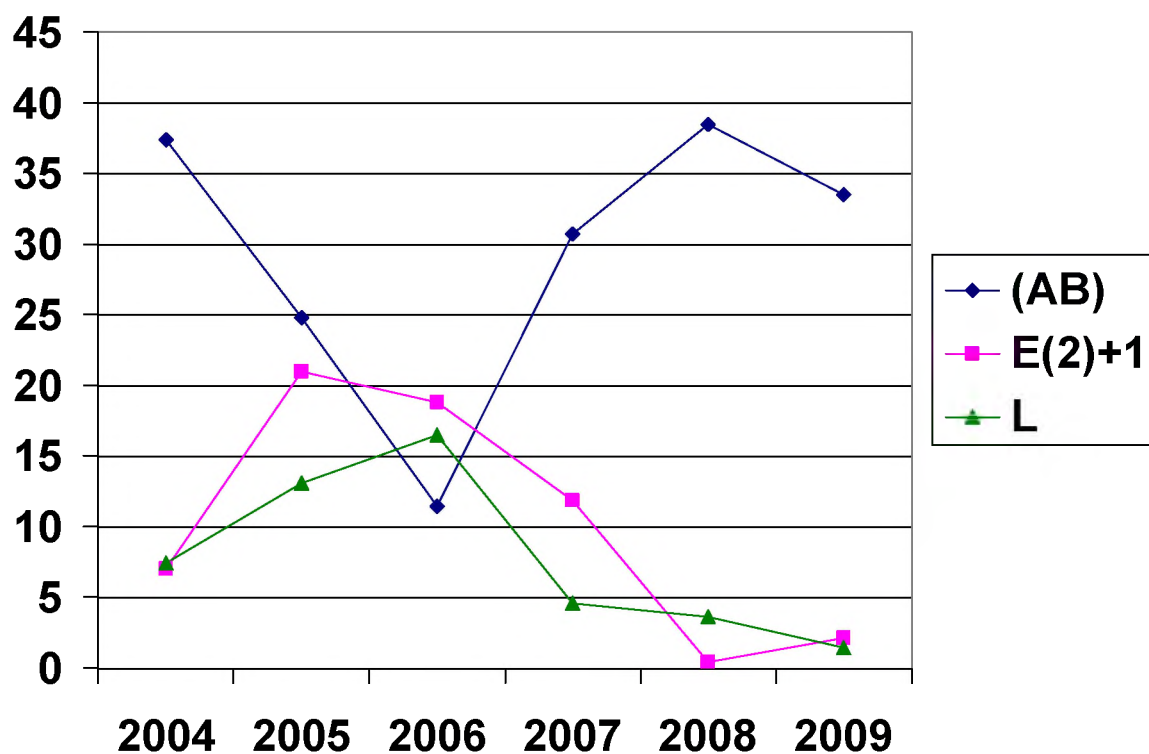


Рис. 6. Зміна відносної частоти трапляння фенів (AB),  $E_{(2)+1}$ , L в популяції колорадського жука з с. Павліки в період 2004-2009 рр.

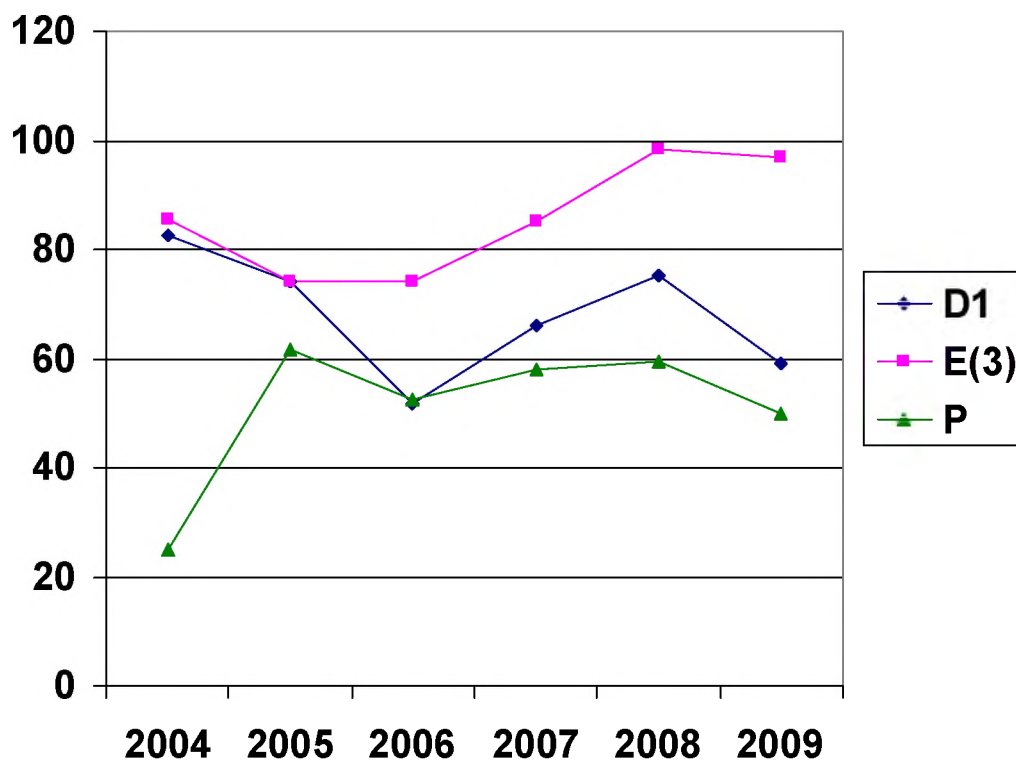


Рис. 7. Зміна відносної частоти трапляння фенів  $D_1$ ,  $E_{(3)}$ , P в популяції колорадського жука з с. Павліки в період 2004-2009 рр.

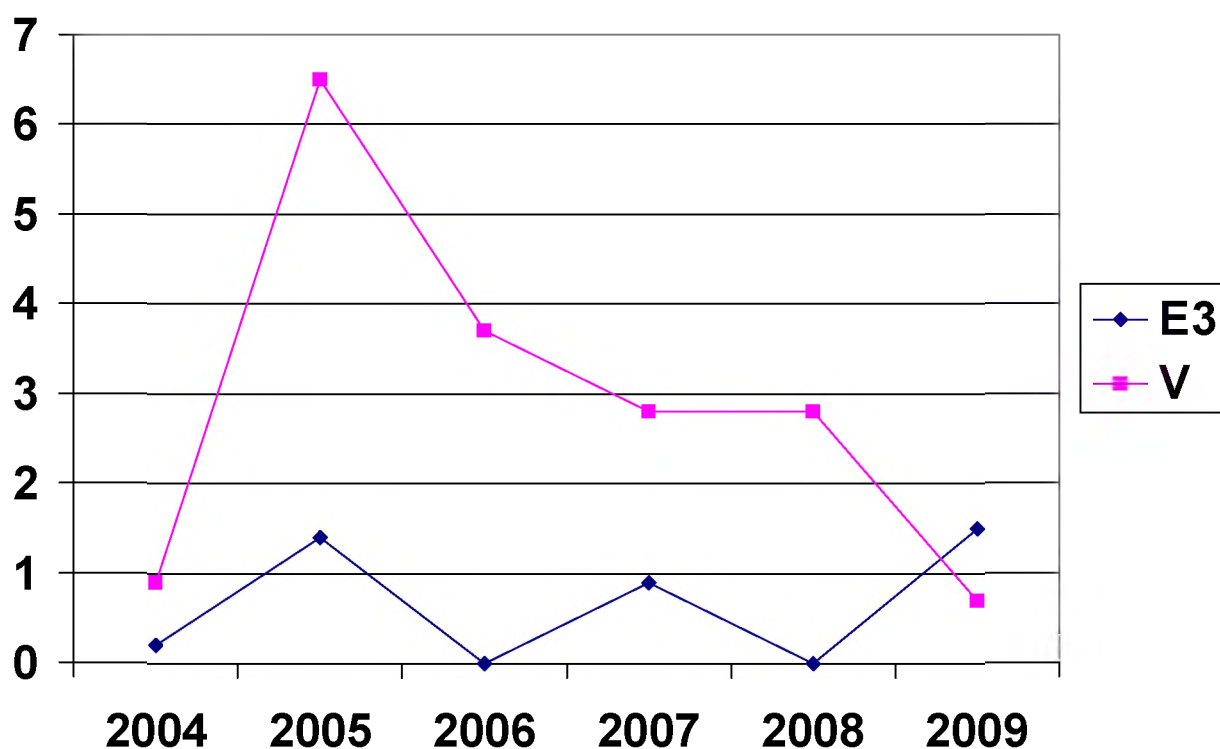


Рис. 8. Зміна відносної частоти трапляння фенів  $E_3$ , V в популяції колорадського жука з с. Павлівки в період 2004-2009 рр.

Як бачимо, різні фени стійкості до піретроїдних інсектицидів проявляють різні тенденції динаміки в дослідженій популяції. Так фени  $D_1$  (стійкість до хлорофосу, поліхлорпіненбоверину),  $E_{(3)}$ , V (резистентність до поліхлорпіненбоверину) є відносно стабільними і мало змінюють свою частоту в досліджуваній період, тоді як інші фени стійкості до аналогічних піретроїдних інсектицидів та дилеру (фени (AB), P) різко змінювали свою частоту. Це важко пояснити виключно зміною характеру застосування піретроїдних інсектицидів. Можливо, причиною динамічних процесів в популяціях по цих фенах є ще інші фактори середовища і антропогенного впливу.

Для порівняння було взято групу варіабельних фенів для яких не встановлено їхню кореляцію з адаптивністю до певних факторів середовища. Умовно їх було названо «нейтральні» фени. До цієї групи було вибрано 9 фенів із 92 виявлених в різних популяціях Прикарпаття. Були відкинуті фени які є рідкісними і взагалі не зустрічаються в багатьох досліджених популяціях, зокрема і в популяції с. Павлівки. Також були відкинуті фени які зустрічалися практично в усіх досліджених особин і частота яких була близька до 1,0. Ці «нейтральні» фени і їх частоти в різні роки дослідження наведені в табл. 6.

Таблиця 6. Зміни відносної частоти трапляння «нейтральних» фенів в популяції з с. Павлівки в період 2004-2009 рр.

№ п/п	Фени	Роки дослідження. Відносна частота трапляння.					
		2004	2005	2006	2007	2008	2009
1	A	0,010	0,037	0,014	0,005	0,000	0,007
2	$A_1$	0,000	0,047	0,000	0,005	0,000	0,007
3	$A_2$	0,010	0,019	0,014	0,005	0,009	0,007
4	$A^1$	0,579	0,631	0,839	0,642	0,596	0,440
5	B	0,594	0,734	0,858	0,670	0,606	0,448
6	$F_2$	0,031	0,028	0,023	0,011	0,000	0,030
7	K	0,075	0,019	0,028	0,055	0,073	0,067
8	M	0,035	0,150	0,183	0,128	0,248	0,037
9	Y	0,087	0,000	0,037	0,028	0,018	0,075

Статистичний аналіз динаміки частоти нейтральних фенів наведений в табл. 7.



Таблиця 7. Статистичний аналіз динаміки фенотипічної структури популяції колорадського жука з с. Павлівка по частоті трапляння «нейтральних» фенів по Кохманюку. Показано значення критерію Пірсона ( $\chi^2$ ). Критичне значення (для  $P = 0,05$ )  $\chi^2 = 15,507$ . Значення, що перевищують критичні виділені.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
2004	-	15,262	10,529	6,989	<b>23,848</b>	1,406
2005		-	7,938	8,982	<b>20,567</b>	<b>24,760</b>
2006			-	3,097	10,925	<b>17,559</b>
2007				-	7,106	10,991
2008					-	<b>24,576</b>
2009						-

Як бачимо, у переважній більшості випадків порівняння відмінності між частотами по цій сукупності фенів є випадковими – відмінності не достовірні ( $P > 0,05$  у більшості випадків порівнянь). Тобто, динаміки по «нейтральним» фенам як правило не простежується. Популяція стабільна по цій групі фенів. Це з одного боку посередньо підтверджує генетичну обумовленість з іншого боку чітко демонструє, що дрейф генів в дослідженій популяції не є визначальним фактором для мікроеволюційних процесів – основним і можливо єдиним фактором мікроеволюційних процесів в популяціях колорадського жука Прикарпаття є потужний антропогенний тиск – в першу чергу інтенсивне застосування піретроїдних інсектицидів. Виявлено тільки окремі відмінності при порівнянні структури популяції в деякі роки досліджень. Це можна пояснити зворотними флуктуаціями в досліджуваній популяції під впливом дрейфу генів, що мали місце у 2008 році. Але у 2009 році популяція повернулася до вихідної структури і статистично достовірно не відрізнялась від структури у 2004 р.

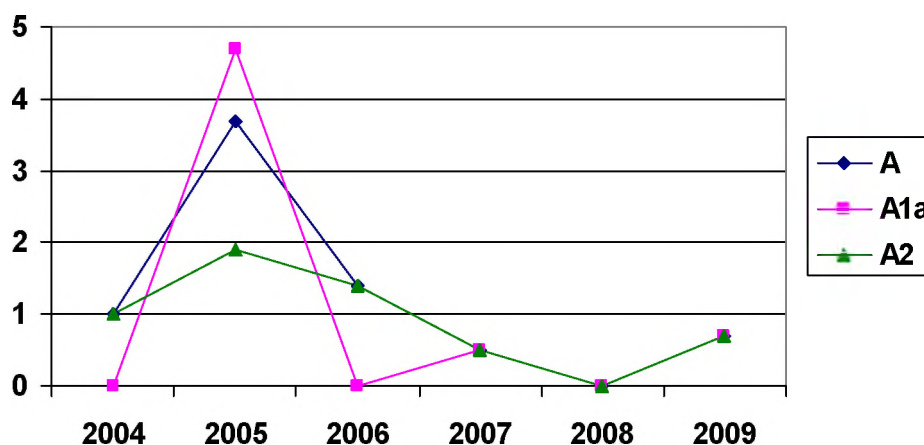


Рис. 9. Динаміка частоти «нейтральних» фенів A, A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> у популяції колорадського жука з с. Павлівка у 2004 – 2009 рр.

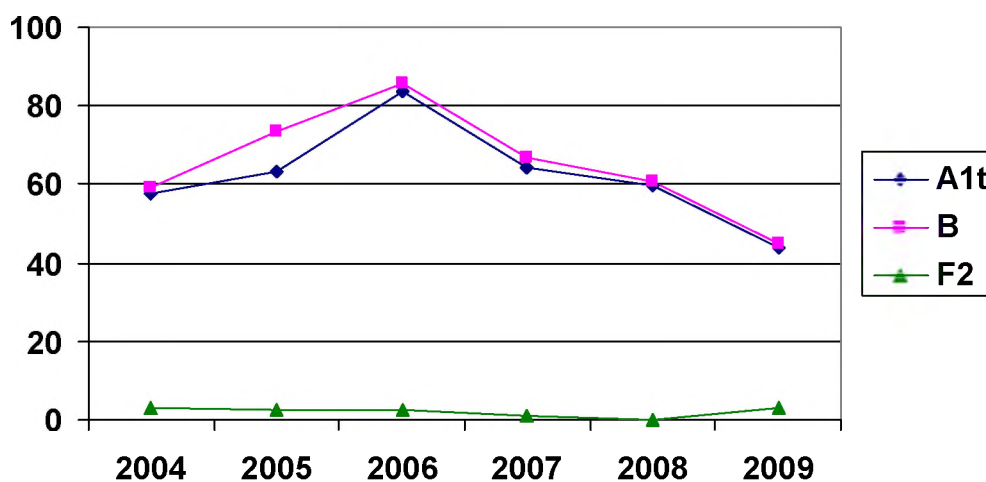


Рис. 10. Динаміка частоти «нейтральних» фенів A<sup>1</sup>, B, F<sub>2</sub> у популяції колорадського жука з с. Павлівка у 2004 – 2009 рр.

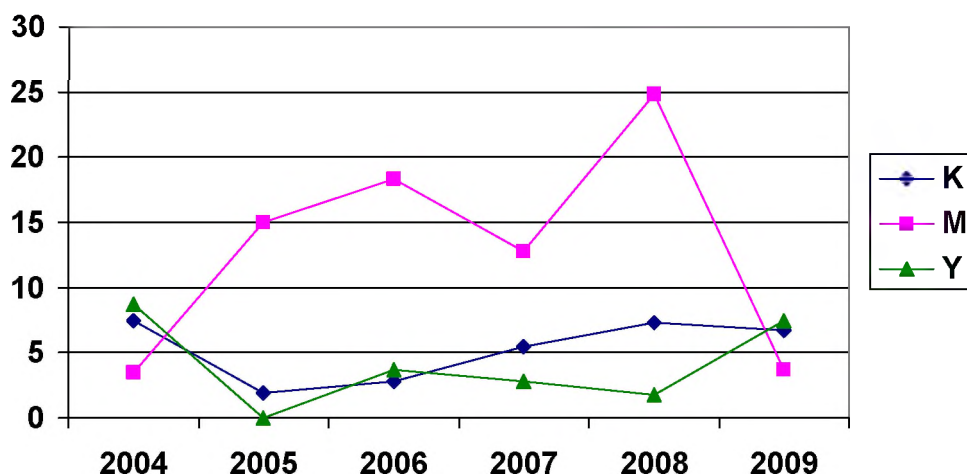


Рис. 11. Динаміка частоти «нейтральних» фенів К, М, Y у популяції колорадського жука з с. Павлівка у 2004 – 2009 рр.

Таблиця 8. Матриця кореляційного аналізу динаміки популяції колорадського жука з с. Павлівки по фенам стійкості до піретроїдних інсектицидів. Показані коефіцієнти кореляції ( $r$ ) між змінами частот різних фенів. Значення  $r > 0,5$  виділені.

	(AB)	D <sub>1</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>(3)</sub>	E <sub>(2)+1</sub>	V	P	L
(AB)	-	<b>0,701</b>	0,071	<b>0,787</b>	<b>-0,811</b>	<b>-0,534</b>	-0,291	<b>-0,849</b>
D <sub>1</sub>		-	-0,106	0,162	-0,240	0,002	-0,355	-0,234
E <sub>3</sub>			-	0,010	0,130	0,170	0,302	-0,249
E <sub>(3)</sub>				-	<b>-0,976</b>	<b>-0,684</b>	-0,050	<b>-0,921</b>
E <sub>(2)+1</sub>					-	<b>0,781</b>	0,249	0,877
V						-	<b>0,643</b>	<b>0,666</b>
P							-	0,063
L								-

Таблиця 9. Матриця кореляційного аналізу динаміки популяції колорадського жука з с. Павлівки по «нейтральним» фенам. Показані коефіцієнти кореляції ( $r$ ) між змінами частот різних фенів. Значення  $r > 0,5$  виділені.

	A	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sup>1</sup>	B	F <sub>2</sub>	K	M	Y
A	-	<b>0,910</b>	<b>0,887</b>	0,217	0,444	0,538	<b>-0,812</b>	-0,026	-0,423
A <sub>1</sub>		-	<b>0,720</b>	-0,059	0,198	0,324	<b>-0,670</b>	0,035	<b>-0,561</b>
A <sub>2</sub>			-	0,434	<b>0,603</b>	0,370	-0,785	0,265	0,265
A <sup>1</sup>				-	<b>0,966</b>	-0,153	-0,629	<b>0,550</b>	-0,417
B					-	-0,075	<b>-0,779</b>	<b>0,545</b>	<b>-0,554</b>
F <sub>2</sub>						-	-0,258	<b>-0,771</b>	<b>0,518</b>
K							-	-0,305	<b>0,619</b>
M								-	<b>-0,801</b>
Y									-

Проведено кореляційний аналіз динаміки різних фенів стійкості до піретроїдних інсектицидів, кореляційний аналіз динаміки різних «нейтральних» фенів та кореляційний аналіз динаміки «нейтральних» фенів та фенів стійкості до піретроїдних інсектицидів (табл. 8, 9, 10, рис. 12, 13, 14, 15). Цей аналіз показав, що між динамікою багатьох різних фенів є тісний кореляційний зв'язок з коефіцієнтами кореляції, що досягають  $r = -0,976$  (при негативній кореляції) та  $r = 0,887$  (при позитивній кореляції). При цьому простежувалась високий кореляційний зв'язок між фенами, що належать до різних груп фенів – наприклад фени (AB) та E<sub>(2)+1</sub> (у випадку кореляції різних фенів стійкості до інсектицидів); фенів A та K (у випадку кореляції різних «нейтральних» фенів); F та E<sub>(2)+1</sub> (у випадку кореляції між «нейтральними» фенами та фенами стійкості до інсектицидів). Ці зв'язки наводять на думку про зв'язок різних досліджуваних фенів на генетичному рівні та необхідність глибшого дослідження зв'язку різних фенів по забарвленню передньоспинки з адаптивністю до різних факторів середовища.

Таблиця 10. Матриця кореляційного аналізу динаміки популяції колорадського жука з с. Павлівки по фенам стійкості до піретроїдних інсектицидів та «нейтральним» фенам. Показані коефіцієнти кореляції ( $r$ ) між змінами частот різних фенів. Значення  $r > 0,5$  виділені.

	(AB)	D <sub>1</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>(3)</sub>	E <sub>(2)+1</sub>	V	P	L
A	<b>-0,547</b>	-0,094	<b>0,513</b>	<b>-0,695</b>	<b>0,790</b>	<b>0,867</b>	0,462	<b>0,629</b>
A <sub>1</sub>	-0,195	0,204	<b>0,650</b>	-0,480	<b>0,583</b>	<b>0,784</b>	0,421	0,349
A <sub>2</sub>	<b>-0,550</b>	0,072	0,053	<b>-0,727</b>	<b>0,725</b>	<b>0,794</b>	0,178	0,817
A <sup>1</sup>	<b>-0,805</b>	-0,360	<b>-0,555</b>	<b>-0,737</b>	<b>0,700</b>	<b>0,507</b>	0,182	0,834
B	<b>-0,823</b>	-0,274	-0,385	<b>-0,848</b>	0,334	<b>0,697</b>	0,275	0,902
F <sub>2</sub>	-0,217	-0,080	0,425	-0,404	<b>-0,937</b>	-0,075	<b>-0,523</b>	0,311
K	<b>0,848</b>	0,383	-0,238	<b>0,860</b>	0,159	<b>-0,865</b>	-0,492	<b>-0,831</b>
M	-0,264	-0,086	-0,461	-0,087	-0,482	<b>0,563</b>	<b>0,681</b>	0,290
Y	0,319	0,012	-0,071	0,342	-0,483	<b>-0,880</b>	<b>-0,861</b>	-0,350

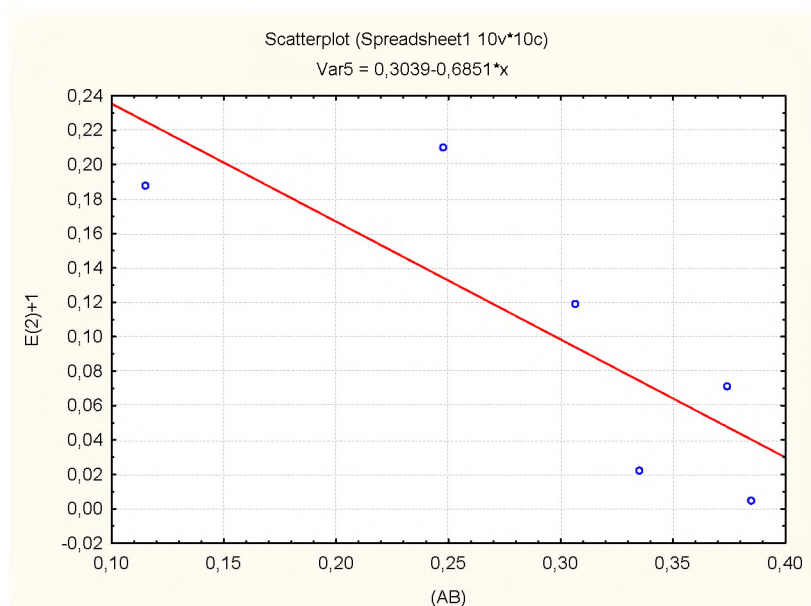


Рис. 12. Лінійний кореляційний зв'язок між динамікою частот фенів (AB) та  $E_{(2)+1}$  в популяції колорадського жука з с. Павлівка.

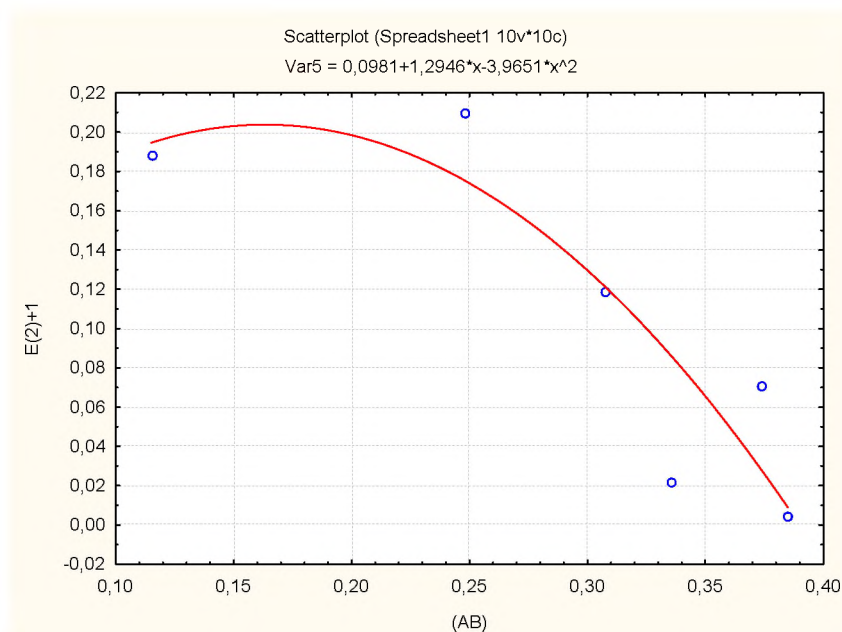


Рис. 13. Нелінійний кореляційний зв'язок між динамікою частот фенів (AB) та  $E_{(2)+1}$  в популяції колорадського жука з с. Павлівка.

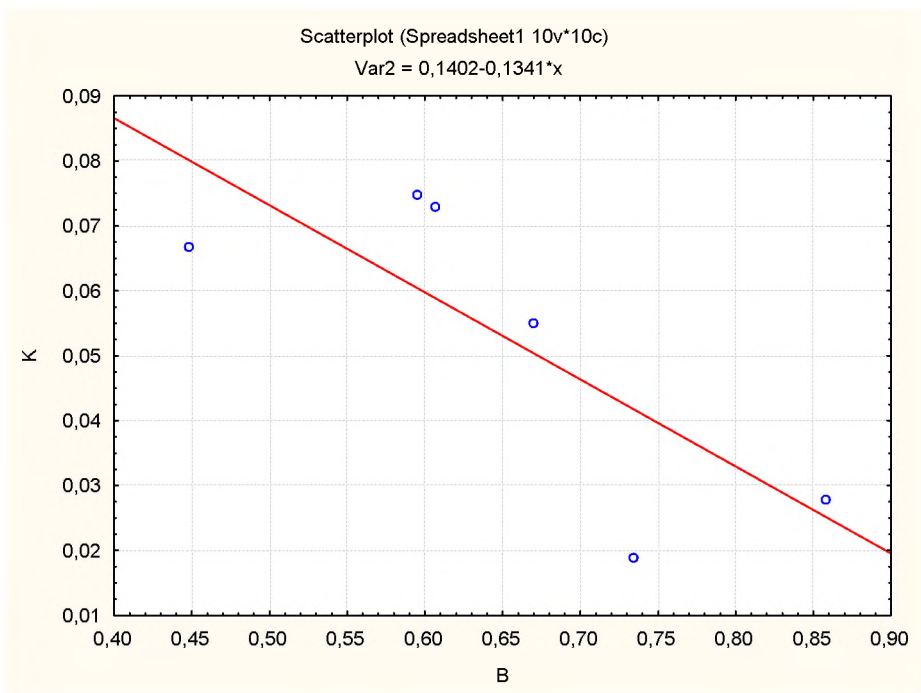


Рис. 14. Лінійний кореляційний зв'язок між динамікою частот фенів К та В в популяції колорадського жука з с. Павлівка.

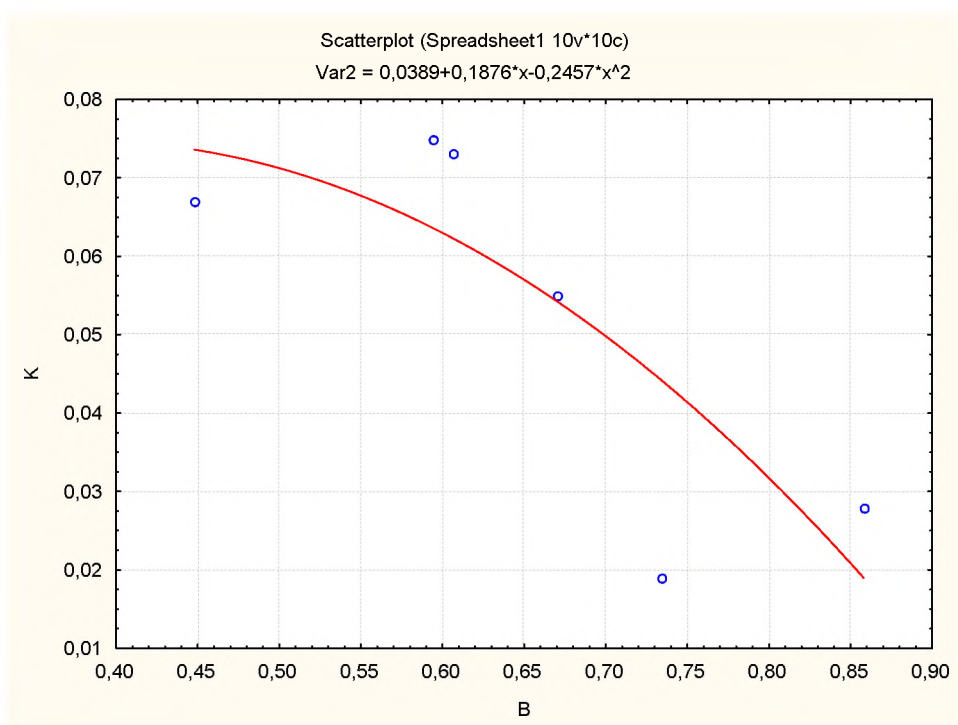


Рис. 15. Нелінійний кореляційний зв'язок між динамікою частот фенів К та В в популяції колорадського жука з с. Павлівка.

### Висновки

1. Досліджувана популяція колорадського жука характеризується статистично достовірною динамікою по частоті фенотипів і фенів стійкості до піретроїдних інсектицидів.
2. У досліджуваній популяції виявлено високі частоти трапляння форм і фенів стійкості до окремих піретроїдних інсектицидів, тому використання таких інсектицидів як хлорофос, поліхлорпіненбоверин недоцільно. Для раціонального регулювання чисельності колорадського

жука в досліджуваному стаціонарі більш доцільно використовувати сорти картоплі більш стійкі до виявлених феноформ шкідника - такі сорти як «Белла Роза» і «Невська».

3. У досліджуваній популяції не виявлено статистично вірогідної динаміки по «нейтральним» фенам – фенам по яким не встановлено їх резистентності щодо різних факторів середовища. Це свідчить про низький вплив дрейфу генів на мікроеволюційні процеси в популяціях колорадського жука Прикарпаття.
4. Основним фактором мікроеволюційних процесів в досліджених популяціях колорадського жука є антропогенний тиск – застосування піретроїдних інсектицидів.

#### Література

1. Айала Ф. Введение в популяционную и эволюционную генетику. – М.: Мир, 1984. – 380 с.
2. Айала Ф. Х. Естественный отбор, генетический полиморфизм и стабильность среды обитания // Генетика и размножение морских животных. – Владивосток, 1981. – с. 8 – 19.
3. Алтухов Ю. П. Генетические процессы в популяциях. - М: Наука, 1989. - 327 с.
4. Кохманюк Ф. С. Внутривидовая дифференцировка у колорадского жука // Материалы XIV международного генетического конгресса. – М.: Наука. – 1978. – с. 648-649.
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. Новосельська Т. Г. Аспекти впливу природних факторів на мікроеволюційну мінливість структури популяцій імаго колорадського жука // Захист і карантин рослин. – 2002. – Вип. 48. – С. 98 – 103.
7. Новосельська Т. Г., Трибель С. О. Резистентність колорадського жука // Картопля. – 2002. – № 10. - С. 4-8.
8. Фасулати С. Р. Полиморфизм и популяционная структура колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say в Европейской части СССР // Экология. – 1985. - №6. – С.50-56.
9. Фасулати С. Р. Взаимосвязь внешнего и экологического полиморфизма колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say // Труды Всесоюзного энтомологического общества. – 1986. – Т.68. – С.122-125.
10. Фасулати С. Р. Адаптивная микроэволюция колорадского жука и его внутривидовая структура в современном ареале // Генетическая инженерия и экология. – 2000. - №1. – с. 19-29.
11. Фасулати С. Р. Распространение колорадского жука и экологические вопросы защиты картофеля в северных областях России // III Кирилло-Мефодиевские Чтения: Сб.матер. Междунар. науч. конф. - СПб.: Изд. СПбГПУ, 2004. - С. 70-75.
12. 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.
13. Фасулати С. Р., Вилкова Н. А. Индикация процессов микроэволюции и их направленность у колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) // Материалы XII съезда РЭО. – М. – 2004. – с. 184-186.
14. 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.
15. Lerner I. M. Genetic homeostasis. – Edinburgh: Oliver and Boyd, 1954. – 134 p.

Стаття поступила до редакції 01.09.2009 р.;

Стаття прийнята до друку 20.11.2009 р.

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

**Рецензент:** кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника Маховська Л. Й.