

ТРОФІЧНІ ТА КОНСОРТИВНІ ЗВ'ЯЗКИ В РІЗНИХ ПОПУЛЯЦІЯХ *TRICHIUS FASCIATUS* (LINNAEUS, 1758) (SCARABEIDAE, COLEOPTERA, INSECTA) В УМОВАХ ЛУЧНИХ ЕКОСИСТЕМ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

О. М. Слободян, А. Г. Сіренко

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Івано-Франківськ, кафедра біології та екології, e-mail: olenaslobodian@yandex.ru

Досліджено трофічні та консортивні зв'язки восковика перев'язаного *Trichius fasciatus* (Linnaeus, 1758) (Scarabeidae, Coleoptera, Insecta) в умовах лучних екосистем Українських Карпат на прикладі 7 популяцій у 2000 – 2009 рр. Показано особливості трофічної спеціалізації імаго *Trichius fasciatus* L. – частоти відвідування різних видів квіткових рослин, особливості фенології цього виду як члена певних консорцій.

Ключові слова: *Trichius*, консорція, екосистема, Scarabeidae.

Slobodian O. M., Sirenko A. G. Food and consortial relationship in different population Trichius fasciatus (Linnaeus, 1758) (Scarabeidae, Coleoptera, Insecta) in conditions of meadow ecosystems of Ukrainian Carpathian. The food and consortial relationship of Trichius fasciatus (Linnaeus, 1758) (Scarabeidae, Coleoptera, Insecta) in conditions of meadow ecosystems of Ukrainian Carpathian was research on example the 7 populations in 2000 - 2009. The particularities of food specialization of imago Trichius fasciatus L. was show – the frequency of the visit of different species of floral plants, particularities of phenology of this species as member of the certain consortiums.

Key words: *Trichius*, consortium, ecosystem, Scarabeidae.

Вступ

Восковик перев'язаний - *Trichius fasciatus* (Linnaeus, 1758) (Scarabeidae, Coleoptera, Insecta) – транспалеарктичний вид поширений в Європі від Італії і Кавказу до Великобританії і Скандинавії, на схід доходить до Камчатки, Сахаліну та Японських островів, проникає в Середню Азію [9]. Мешканець широколистяних лісів, типово літній вид, жуки активні вдень з червня до серпня. Трапляються на лісових галявинах, луках різного типу, де живляться пилом на квітах різноманітних рослин. Личинки розвиваються у порохнявій лежачій деревині листяних порід, особливо в *Betula* sp. і *Fagus sylvatica* L., а також у *Alnus* sp., *Populus* sp. і як виняток *Picea excelsa* Link., генерація дворічна [9]. Особливості розвитку восковика перев'язаного представлені у таблиці 3.

Матеріали і методи

Дослідження трофічної спеціалізації імаго *Trichius fasciatus* L. проводилось на прикладі 7 різних популяцій цього виду локалізованих в різних лучних екосистемах Українських Карпат, що розділені гірськими хребтами:

- А – долина р. Зубрівка, урочище «Ельми», прирічкові луки оточені мішаним буково-ялицево-ялиновим лісом, 804 м н.р.м.;
- В – урочище «Нивки» прирічкові луки оточені мішаним буково-ялицево-ялиновим лісом з домішкою сосни кедрової та сосни гірської, 1200 м н.р.м.;
- С – долина р. Женець, прирічкові луки оточені мішаним буково-ялицево-ялиновим лісом, 730 м н.р.м.;
- Д – долина р. Жонка, прирічкові луки оточені мішаним буково-ялицево-ялиновим лісом, 710 м н.р.м.;
- Е – долина р. Піги, прирічкові заболочені луки оточені мішаним буково-ялицево-ялиновим лісом, 750 м н.р.м.;
- Ф – околиці с. Гута, прирічкові вологі луки оточені мішаним буково-ялицево-ялиновим лісом, 700 м н.р.м.;
- Г – долина р. Канюшанка, прирічкові луки оточені мішаним буково-ялицево-ялиновим лісом, 1000 м н.р.м. (рис. 1, 2).

Збір комах проводили з 1 липня по 20 серпня щороку у 2000 – 2009 рр. у біотопах, які представлені асоціацією *Petasitetum kablikiani herbosum* за участю осоту прибережного, клейкого (*Cirsium erisithales* (Jacq.) Scop.), Вальдштейна (*C. waldsteini*), сідача коноплевого (*Eupatorium cannabinum*), м'яти довголистої (*Mentha longifolia*), куколиці дводомної (*Melandrium dioicum* (L.) Coss. Et Germ.), бугили лісової (*Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm.), гадючника в'язолистого (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.), безщитника жіночого, аконіту молдавського (*Aconitum moldavicum* Hacq.), рутвиці орликолистої (*Thalictrum aquilegifolium* L.), підбілу звичайного (*Tussilago farfara* L.), пальчатокорінник Фукса (*Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo),

билинець комарниковий (*Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br.). Часто у складі угруповань трапляються гірські та альпійські види, які мігрували руслами потоків (гусимець альпійський (*Arabis alpina* L.), кардамінопсіс Овіренса (*Cardaminopsis ovirensis* (Wulf.) Thell ex Jav.), тоція карпатська (*Tozzia carpatica* Woloscz.), незабудка альпійська (*Myosotis alpestris* F. W. Schmidt), маточник болотний (*Angelica palustris* (Boiss) Hobbm), ценолофій оголений (*Cenolophium demudatum* (Hornem) Tutin), волошка карпатська (*Centaurea carpatica* (Porc) Porc), деревій звичайний (*Achillea submillefolium* Klok. et. Krytzka), траунштейнера куляста (*Transteineria globosa* (L.)). Флора угруповань складається з представників різноманітних екологічних груп - високотрав'я, пасовищних бур'янів і злаків, лісових гігрофільних видів. Угруповання асоціації *Petasitetum kablikianii herbosum* характеризуються мінливим флористичним складом та надзвичайною строкатістю умов місцезростання завдяки постійному перерозподілу алювіальних наносів та випадковим занесенням насіння різних видів рослин.

Всього в період досліджень було відловлено більше 1000 екземплярів жуків в тому числі по ходу вивчення тропічних зв'язків імаго було відловлено 700 екземплярів жуків на різних видах рослин.

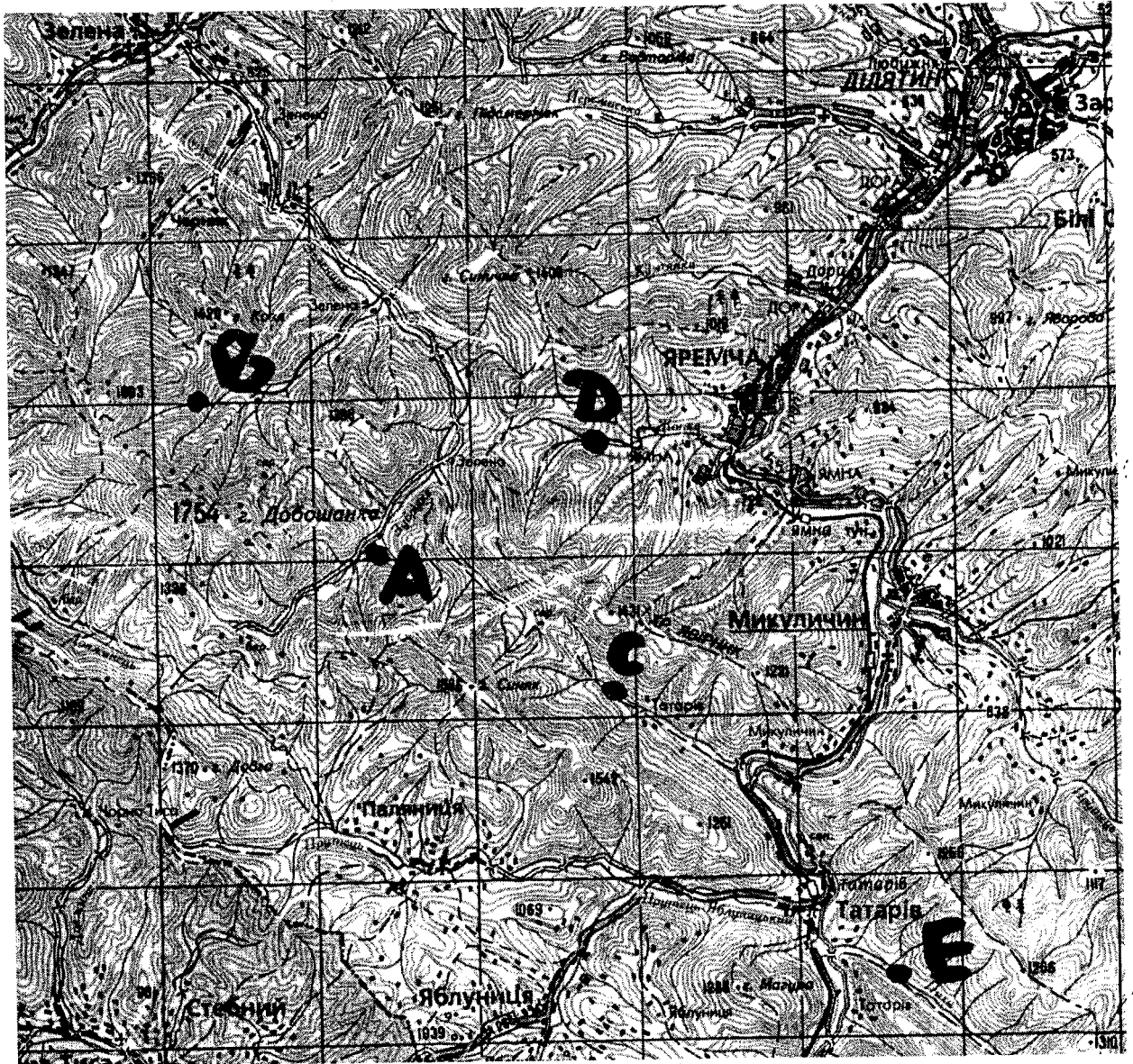


Рис. 1. Локалізація досліджених популяцій *Trichius fasciatus* L. А – Е.

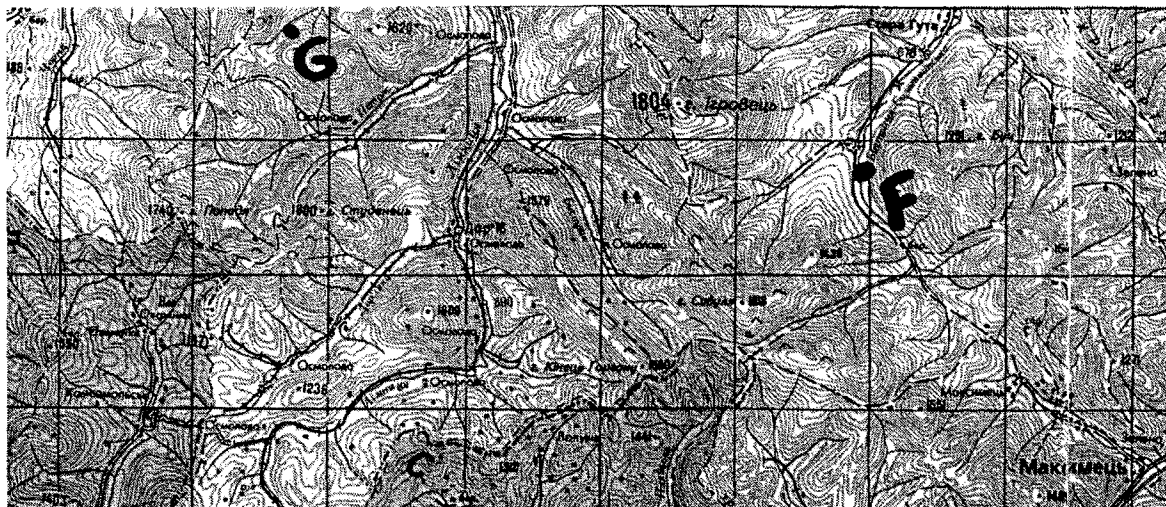


Рис. 2. Локалізація досліджених популяцій *Trichius fasciatus* L. F, G.

Результати і обговорення

В умовах Українських Карпат було досліджено трофічні зв'язки імаго восковика перев'язаного з представниками 8 видів квіткових рослин, зокрема, було встановлено відвідування жуками з метою додаткового живлення квітів наступних видів рослин: маточник болотний (*Angelica palustris* (Boiss) Hobbm), ценолофій оголений (*Cenolophium denudatum* (Hornem) Tutin), волошка карпатська (*Centaurea carpatica* (Porc) Porc), пальчатокорінник Фукса (*Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo), билинець комарниковий (*Gymnodenia conopsea* (L.) R. Br.), деревій звичайний (*Achillea submillefolium* Klok. et. Krytzka), траунштейнера куляста (*Transteineria globosa* (L.)), гадючник в'язолистий (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim) (рис. 3).

Загалом серед кормових рослин найбільше відвідуються жуками такі рослини детермінанти: *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. (37,9%), *Angelica palustris* (Boiss) Hobbm (17,9%) та *Cenolophium denudatum* (Hornem) Tutin (13,1%) (табл. 1, рис. 4). На інших видах кормових рослин жуки траплялися рідше [3, 4, 5]. Частоти відвідань різних квітух росли в різних карпатських популяціях *Trichius fasciatus* L. наведені в табл. 1.

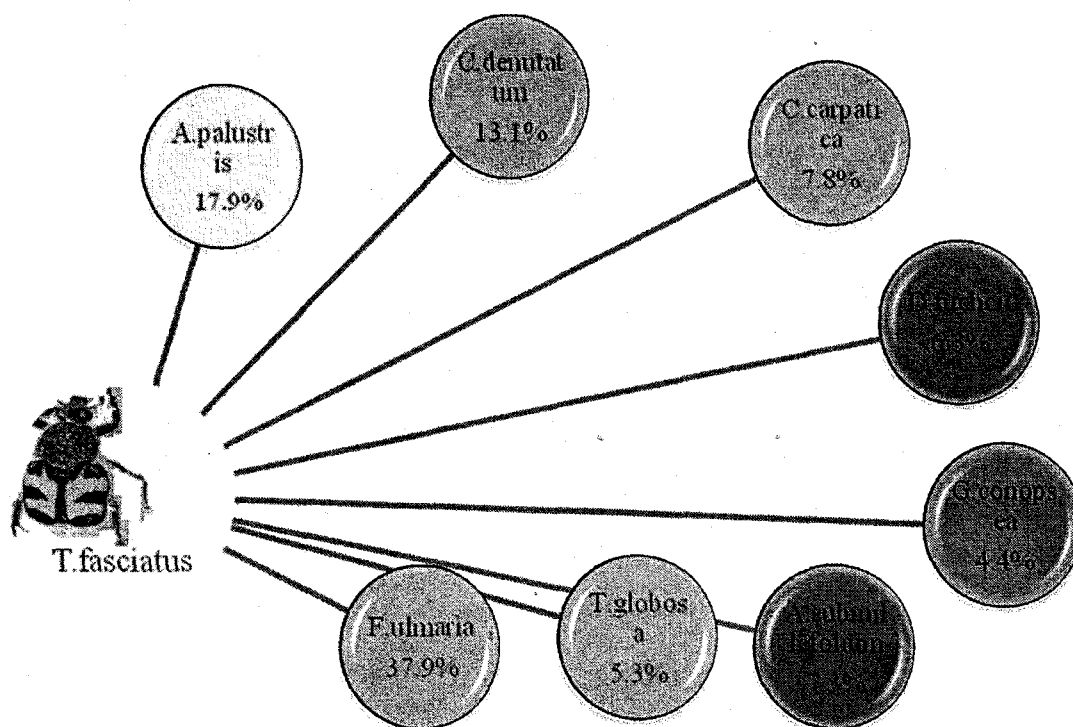


Рис. 3. Трофічні зв'язки імаго восковика перев'язаного в умовах Українських Карпат за результатами досліджень 2000 – 2009 рр.

Таблиця 1. Частоти відвідування жуками *Trichius fasciatus* L. квітів різних рослин в 7 популяціях Українських Карпат у 2000-2009 роках досліджень.

№ п/п	Вид рослин	Відносна частота відвідування в популяціях							
		A	B	C	D	E	F	G	Σ
1	<i>Angelica palustris</i> (Boiss)	0,110	0,200	0,190	0,120	0,100	0,090	0,140	0,179
2	<i>Cenolophium denudatum</i> (Hornem)	0,120	0,150	0,120	0,120	0,140	0,150	0,160	0,131
3	<i>Dactylorhiza fuchsii</i> (Druce)	0,050	0,090	0,040	0,030	0,020	0,040	0,060	0,063
4	<i>Centaurea carpatica</i> (Porc)	0,090	0,060	0,070	0,070	0,090	0,030	0,100	0,078
5	<i>Gymnodenia conopsea</i> (L.) R. Br.	0,030	0,000	0,020	0,040	0,030	0,010	0,020	0,044
6	<i>Achillea submillefolium</i> Klok.	0,080	0,120	0,090	0,060	0,050	0,100	0,140	0,073
7	<i>Transteineria globosa</i> (L.)	0,050	0,090	0,020	0,030	0,020	0,060	0,110	0,053
8	<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim	0,470	0,290	0,450	0,530	0,550	0,520	0,270	0,379
Кількість досліджених екземплярів		100	100	100	100	100	100	100	700

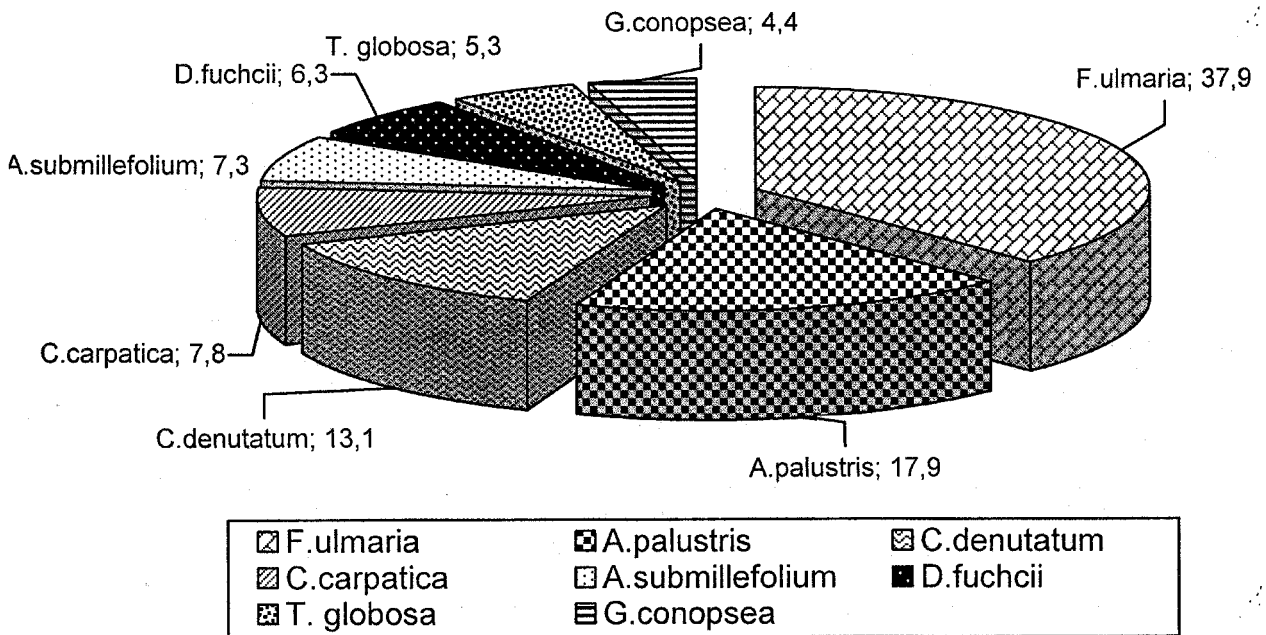


Рис. 4. Узагальнені трофічні зв'язки імаго восковика перев'язаного за результатами спостережень 2000 – 2009 рр.

Статистична обробка отриманих результатів показала, що більшість вибірок статистично достовірно не відрізняються ($P > 0,05$) – 14 вибірок з 21. Між окремими вибірками простежувалась статистично достовірна відмінність ($P < 0,05$) – це стосується в першу чергу вибірок з популяцій, що локалізовані на різних висотах над рівнем моря. Так, популяції В та Г – найбільш високогірні різко відрізнялись від інших по частотах відвідань різних видів рослин, але статистично достовірно не відрізнялись між собою (табл. 2).

Таблиця 2. Статистичний аналіз частоти відвідань жуками *Trichius fasciatus* L. квітів різних рослин в 7-ми різних карпатських популяціях. Показано значення критерію Пірсона (χ^2). Критичне значення критерію Пірсона (для $P = 0,05$) $\chi^2 = 14,067$. Статистично достовірні відмінності виділені.

	A	B	C	D	E	F	G
A	-	13,895	4,082	2,082	4,093	5,210	10,567
B		-	12,702	21,435	26,807	15,408	5,117
C			-	3,843	6,206	8,396	14,076
D				-	1,256	6,314	19,143
E					-	8,505	23,107
F						-	15,670
G							-

Таблиця 3. Розвиток *Trichius fasciatus* L. (за Pawłowski, 1961 із доповненнями) [9].

Рік	Місяці											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1									1	1
2	1	1	1								(1)	(1)
3	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)(p)	(i)(ii)						

Примітки: ... - яйця; 1 - личинки; () - колисочки; (1) - личинки в колисочках; (p) - лялечки в колисочках; (i) - імаго з незабарвленим хітином; (ii) - імаго з забарвленим хітином; горизонтальна штриховка - період живлення личинок; коса штриховка - період розмноження, потовщена - пік періоду розмноження.

Порівнюючи видовий склад автотрофних детермінантів консорції у досліджуваних популяціях простежуються деякі відмінності у відсоткових співвідношеннях автотрофних організмів. Так у популяціях А, С, D, E, F гадючник в'язолистий домінує над іншими видами, у якості основного харчового ресурсу (рис. 5, 7, 8, 9, 10), [2, 4, 6]. У популяціях В, G майже у однакових співвідношеннях використовуються *Angelica palustris* (Boiss) Hobbm та *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. (рис. 6, 11).

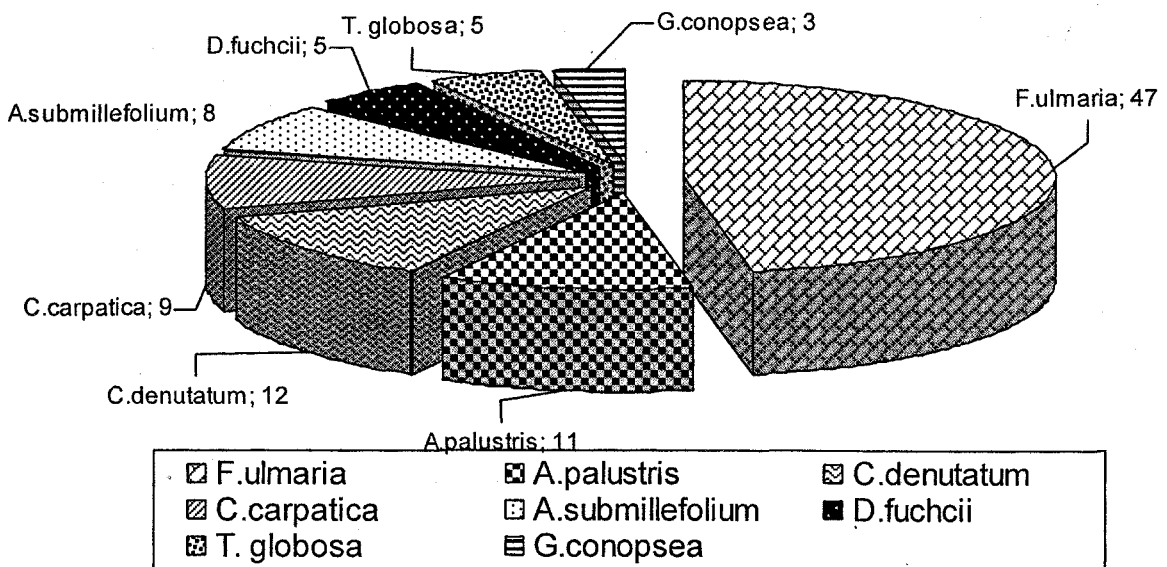


Рис. 5. Трофічні зв'язки імаго восковика перев'язаного (популяція А)

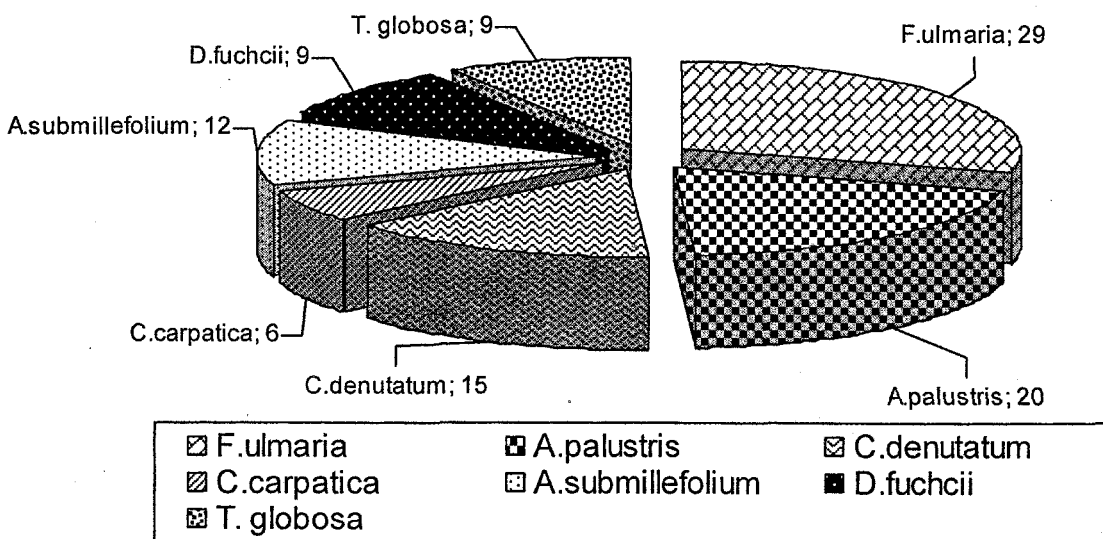


Рис. 6. Трофічні зв'язки імаго восковика перев'язаного (популяція В)

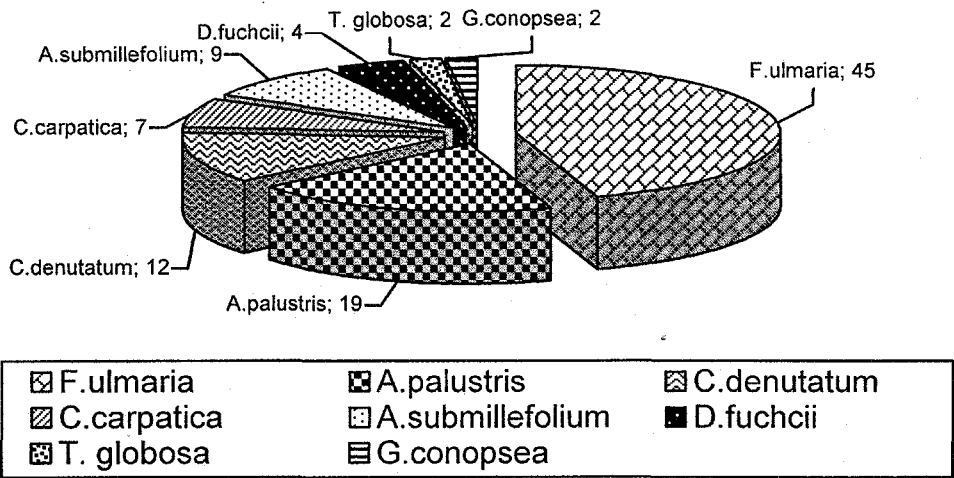


Рис. 7. Трофічні зв'язки імаго восковика перев'язаного (популяція С)

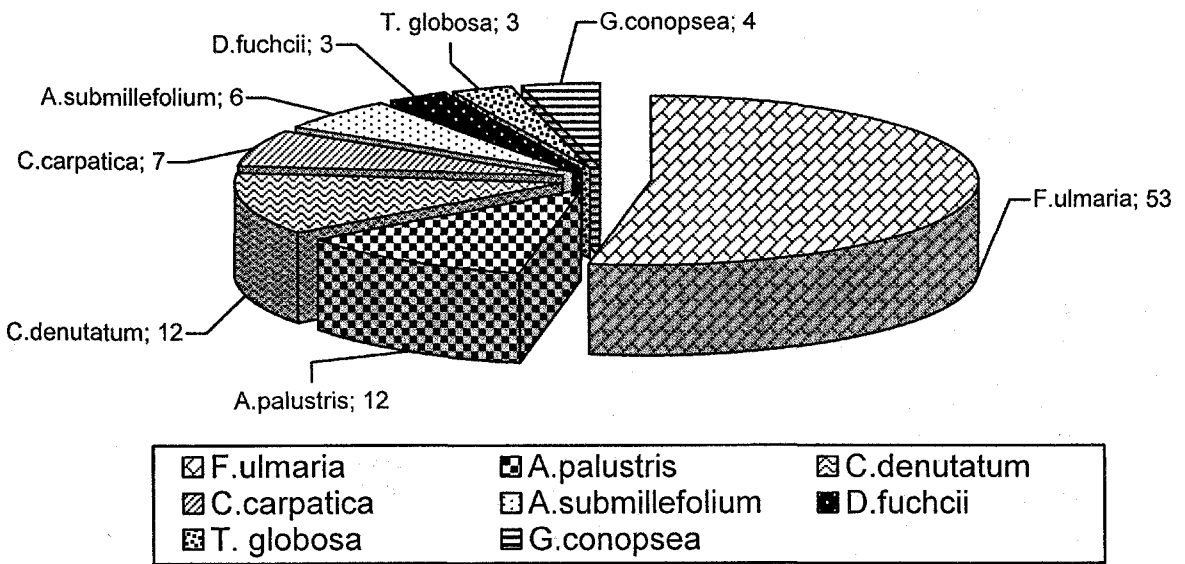


Рис. 8. Трофічні зв'язки імаго восковика перев'язаного (популяція D)

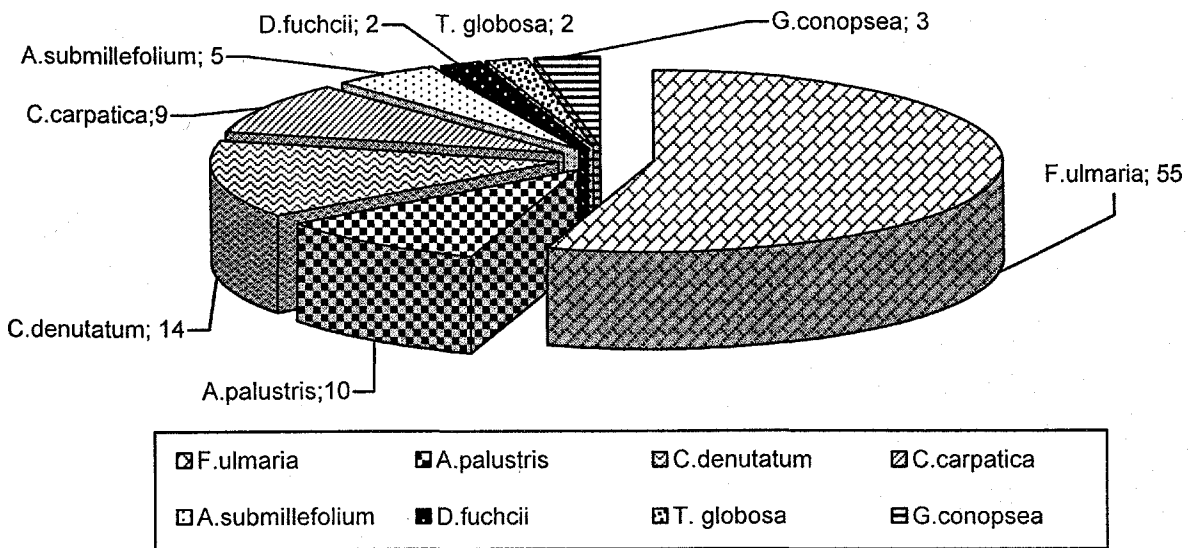


Рис. 9. Трофічні зв'язки імаго восковика перев'язаного (популяція E)

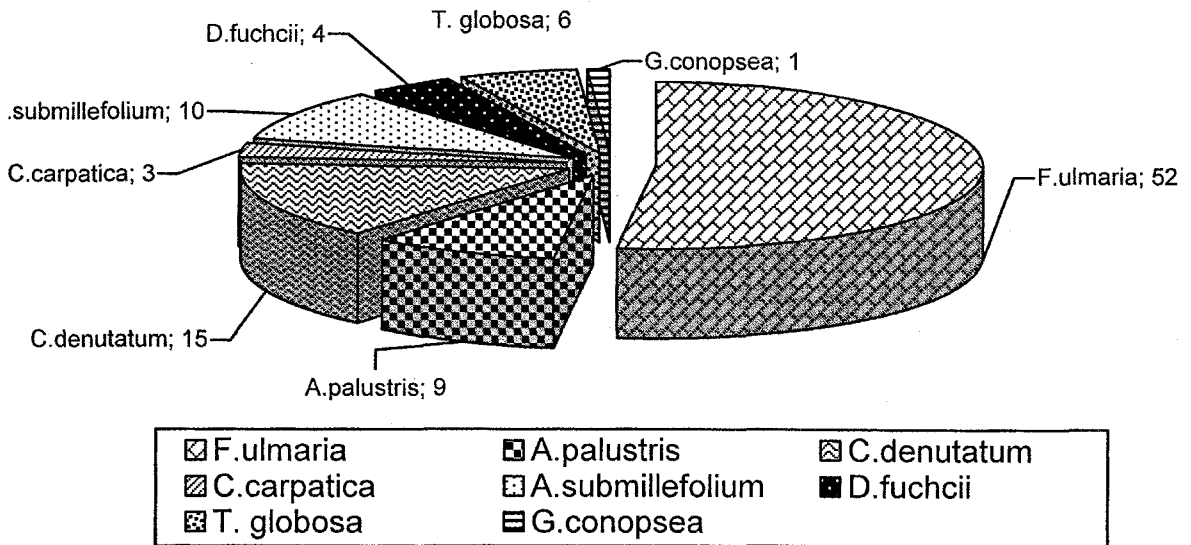


Рис. 10. Трофічні зв'язки імаго восковика перев'язаного (популяція F)

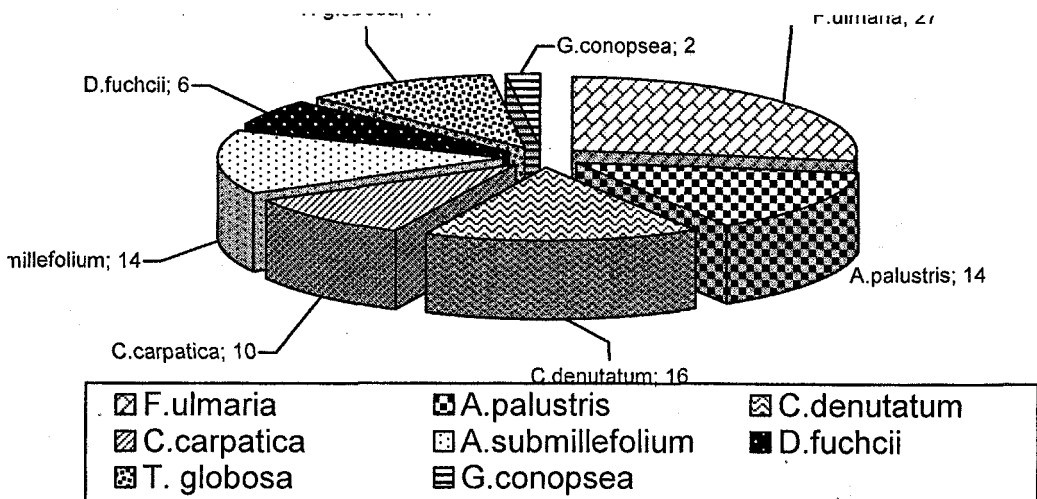


Рис. 11. Трофічні зв'язки імаго восковика перев'язаного (популяція G)

Слід відмітити особливості розвитку фенофаз, а саме фази цвітіння, у рослин-детермінантів, які на висоті 700-1200 м н.р.м. співпадають з періодом виходу імаго-консорта (табл. 4). А на висоті 400-600 м н.р.м. періоди цвітіння проходять швидше на 1-1,5 місяці. Для більшості кормових рослин періоди цвітіння співпадають з періодом активності імаго *Trichius fasciatus* (L.).

Таблиця 4. Періоди цвітіння детермінантів консорції та виходу імаго консорції горганських популяцій.

Об'єкти консорції	Місяці											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>Trichius fasciatus</i> L.							■	■	■			
<i>Angelica palustris</i> (Boiss) Hobbm							■	■	■			
<i>Cenolophium denutatum</i> (Hornem) Tutin							■	■	■			
<i>Centaurea carpatica</i> (Porc) Porc							■	■	■			
<i>Dactylorhiza fuchcii</i> (Druce) Soo							■	■	■			
<i>Gymnadenia conopsea</i> (L.) R.Br.							■	■	■			
<i>Achillea submillefolium</i> Klok. et. Krytzka							■	■	■			
<i>Transteinera globosa</i> (L.)						■	■	■				
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.							■	■	■			

Примітки: світла коса штриховка - початок і завершення цвітіння; потовщена коса штриховка - масове цвітіння.

Кореляційний аналіз між висотою локалізації популяції *Trichius fasciatus* L. та частотою відвідування імаго квітів гадючника в'язолистого (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.) показав наявність високої негативної кореляції ($\rho = -0,895$) – зі збільшенням висоти над рівнем моря частота відвідування квітів *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. статистично достовірно зменшується – має місце як лінійна так і нелінійна кореляція (табл. 5, рис. 13, 14).

У виборі трофічних ресурсів, очевидно, перевага надається саме цим видам рослин, тому, що вони також є основною кормовою базою для джмеля *Bombus lucorum* (Linnaeus, 1761) (рис. 12), котрого імітує *Trichius fasciatus* L. *Bombus lucorum* (L.) є голарктичним видом, який надає перевагу лісовим галявинам, узліссям і в Українських Карпатах трапляється до альпійського поясу включно.

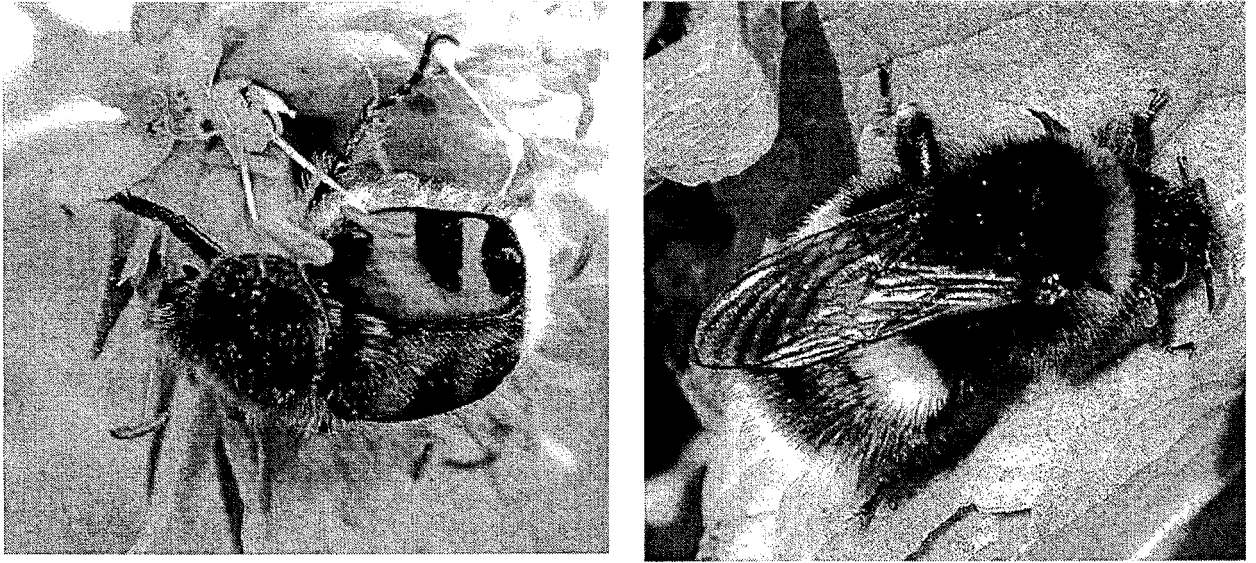


Рис. 12. Восковик перев'язаний - *Trichius fasciatus* L. та джміль *Bombus lucorum* (L.): бейтсовий міміст та його модель (фото авторів).

Захисні адаптації, які спостерігаємо у видів роду *Trichius*, є, так званими, "бомбоїдними" (від латинської назви роду джмелів *Bombus*), що забарвленням і опушенням тіла нагадують джмелів. Це має певне захисне значення від комахоїдних птахів, під час живлення жуків на квітах. Н. Г. Даровською [цит. за 1] на основі проаналізованих матеріалів з живлення птахів, показано, що досить звичний в Івановській області (Росія) вид *Trichius fasciatus* L., не був знайдений у шлунках декількох сотень особин птахів різних видів [1]. Що свідчить про дієвість захисного забарвлення жуків (у даному випадку Бейтсонівської мімікрії). Серед багатьох видів комах – явище бейтсової та мюллерової мімікрії досить поширене, і відіграє вирішальне значення при виборі кормового ресурсу чи особливостей поведінки [7, 8].

Таблиця 5. Корелятивний зв'язок між частотою відвідування квітів *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. жуками *Trichius fasciatus* L. і висотою локалізації популяції *Trichius fasciatus* L. над рівнем моря.

№ п/п	Популяція	Локалізація популяції (висота в м над рівнем моря)	Частота відвідань жуками квітів <i>Filipendula ulmaria</i> (L.)
1	F	700	0,520
2	D	710	0,530
3	C	730	0,450
4	E	750	0,550
5	A	804	0,470
6	G	1000	0,270
7	B	1200	0,290
$\rho = -0,895$			

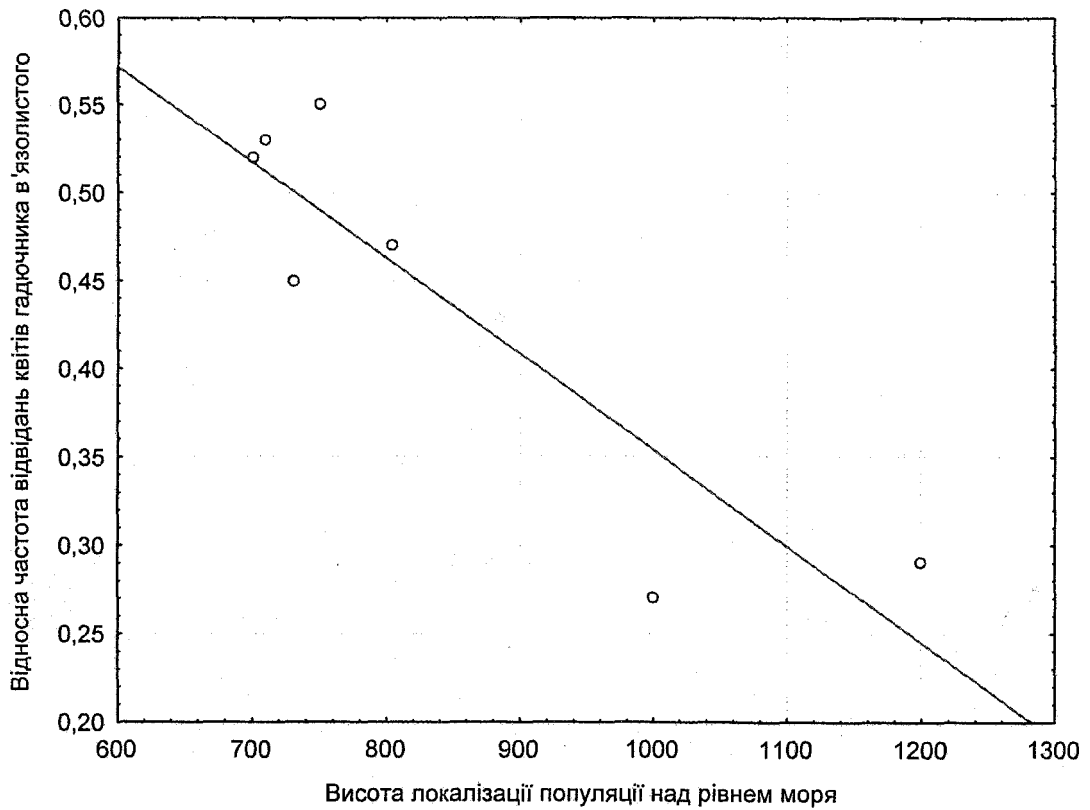


Рис. 13. Лінійна кореляція між висотою локалізації популяції *Trichius fasciatus* L. над рівнем моря і відносною частотою відвідання жуками квітів гадючника в 'язолистого (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.).

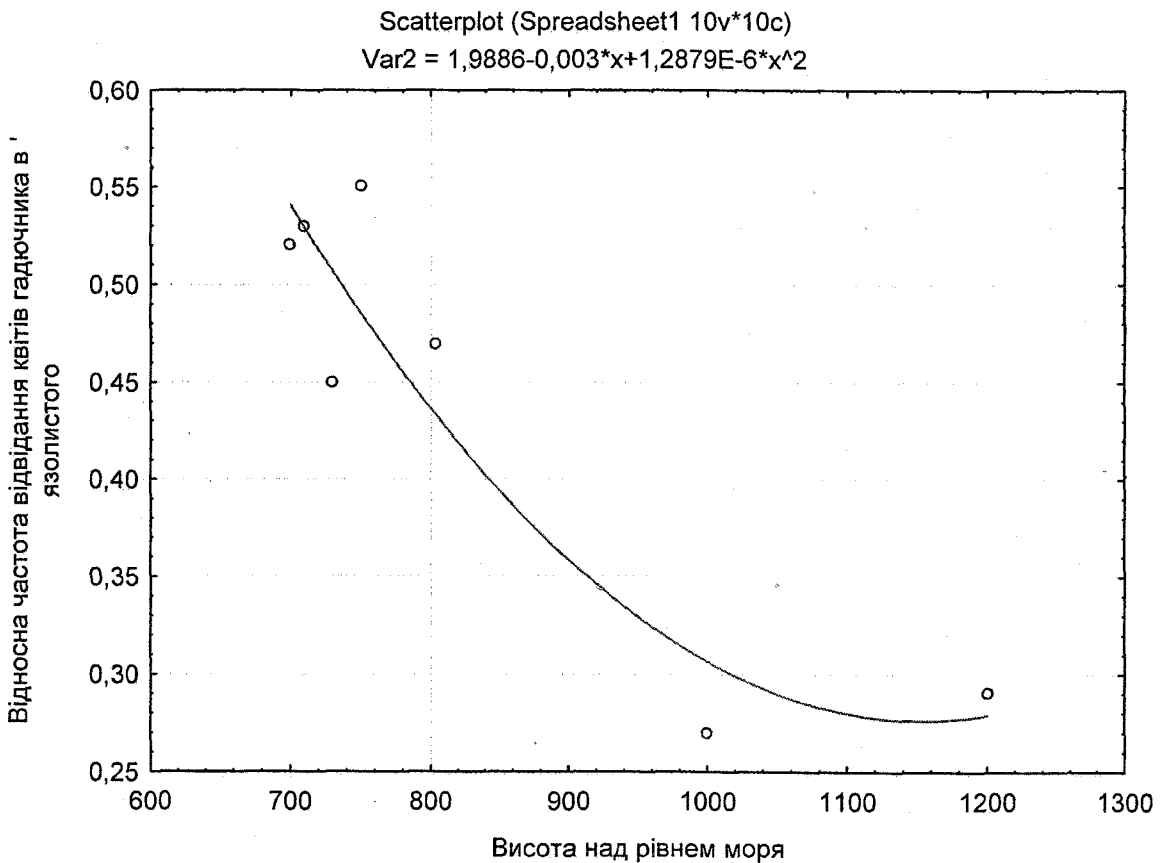


Рис. 14. Нелінійна кореляція між висотою локалізації популяції *Trichius fasciatus* L. над рівнем моря і відносною частотою відвідання жуками квітів гадючника в 'язолистого (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.).

Висновки

Отже, існування восковика перев'язаного залежить від двох основних чинників:

- 1) наявності мертвої деревини основних кормових порід (*Betula* sp., *Fagus sylvatica* L.) необхідної для розвитку і живлення личинок,

- 2) наявності видів рослин на квітах яких відбувається живлення імаго *Trichius fasciatus* (L.). Тому для нормального існування цього виду і збереження стабільності популяцій і популяційних структур вкрай важливим є збереження (підтримання) флористичного різноманіття як лучних екосистем, так і збереження мертвої порохнявої деревини кормових порід личинок восковика перев'язаного.
- 3) У трофічній спеціалізації імаго *Trichius fasciatus* (L.) в умовах Українських Карпат чітко простежується висотний градієнт – зі збільшенням висоти над рівнем моря частота відвідань різних квіткових рослин змінюється.

Література

1. *Медведев С. И.* Фауна СССР (жесткокрылые). Пластинчатоусые подсемейств Eucharinae, Dynastinae, Glaphyrinae, Trichiinae. Т. 10, в. 4. / *Сергей Иванович Медведев*; [научное издание.]. – М.: Изд-тво АН СССР, 1960. – 398 с.
2. *Негробов В. В., Хмелев К. Ф.* Современные концепции консорциологии / *В.В. Негробов, К.Ф. Хмелев* // Вестник Воронежского государственного ун-та. Биология. – 2000. – с.118-121.
3. *Решетило О.* Консортивна структура аконіту молдавського типового (*Aconitum moldavicum* Hacq. Ex. Reichenb. Subsp. Moldavicum) й аконіту Дегена типового (*Aconitum degenii* Gayer subsp. Degenii) масиву Чорногора (Українські Карпати) / *О. Решетило, Т. Микитчак, Й. Царик* // Вісник Львівського ун-ту. Серія біологічна. – 2009. – Вип.49. – с.83-90.
4. *Царик Й. В.* Консорція і збереження біологічного різноманіття / *Й.В. Царик* // Праці НТШ. – 2002.- Т.7.- с.13-18.
5. *Царик Й., Царик І.* Консорція як загальнобіотичне явище / *Й.Царик, І.Царик* // Вісн. Львів. уні-ту. Серія біологічна. – 2002. – Вип.28.- с.163-169.
6. *Царик Й. В., Царик І. Й.* Консорція як один із базових рівнів біологічного різноманіття / *Й. В. Царик, І.Й. Царик* // Карпатський регіон і проблеми сталого розвитку: Матеріали конф. - Рахів, 1998. – с.303-304.
7. *Hollowey G. J., Marriott C. G., Crocker H. J.* Phenotypic plasticity in hoverflies: the relationship between colour pattern and season in *Episyrphus balteatus* and other Syrphidae / *G. J.Hollowey, C. G. Marriott, H. J. Crocker* // Ecol. Entomol. – 1997. – N22. – P.425-432.
8. *Kimura M.* "Stepping stone" model of population / *M. Kimura* // Annu. Rep. Nat. Inst. Genet. Mishima. – 1953. – v.3. – P. 63 – 65.
9. *Pawlowski J.* Ekologia polska / *J. Pawlowski*. – Warszawa, 1961. – Т. IX, N 21. – P. 356 – 368.

Стаття поступила до редакції 16.09.2009 р.;

Стаття прийнята до друку 30.10.2009 р.

Слободян О. М. - здобувач кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, науковий співробітник заповідника «Горгани».

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.

УДК 311.1 (0758)

ЗАСТОСУВАННЯ ЛІНІЙНОЇ МНОЖИННОЇ КОРЕЛЯЦІЇ ТА РЕГРЕСІЇ В ЕКОЛОГІЇ

Г.О. Сіренко, Л.Я. Мідак, А.Г. Сіренко

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

e-mail: bratlibo@yahoo.co.uk

Розроблено методу застосування методів лінійної множинної кореляції та регресії в екології. На числовому прикладі показано процедуру розрахунків коефіцієнтів лінійного рівняння множинної регресії та його кореляції за кількістю параметрів математичної моделі та числа спостережень (числа експериментів).

Ключові слова: коефіцієнт кореляції, множинна регресія, математична модель.

Sirenko H.A., Midak L.Ya., Sirenko A.H. The Application of linear multiple correlation and regression in ecology. The method of application of linear plural correlation and regression is developed in ecology. The procedure of calculations of coefficients of linear equalization of multiple regression and his correlation after the amount of parameters of mathematical model and number of supervisions (numbers of experiments) is rotined in a numerical example.