

7. Іващенко О. О. Енергетична оцінка сучасного землеробства / О. О. Іващенко // Вісн. аграр. науки. – 2008. – № 10. – С. 5–9.

8. Іващенко О. О. Бур'яни і світло / О. О. Іващенко // Вісн. аграр. науки. – 2009. – № 10. – С. 15–17.

9. Методика випробування і застосування пестицидів / С. О. Трибель, Д. Д. Сігарьова, М. П. Секун [та ін.] ; за ред. проф. С. О. Трибеля. – К. : Світ, 2001. – 448 с.

УДК: 632.7:634.723(477.42)

А. В. Бакалова

к. с.-г. н.

І. В. Іващенко

к. б. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

ЕНТОМОФАГИ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ШКІДЛИВІСТЮ ФІТОФАГІВ НА ПОЛИНУ ЕСТРАГОНОВОМУ

*Серед фітофагів на полину естрагоновому найбільш поширеною і небезпечною є домінуюча група попелиць, чисельність яких систематично перевищує ЕПШ в 1,5–2 рази, що суттєво впливає на продуктивність рослин. Вперше розроблені логістичні та математичні моделі ефективності діяльності ентомофагів на полині естрагоновому, приурочені до домінуючих видів попелиць, на основі яких побудована модель, що дозволяє провести системний аналіз біоценологічного зв'язку фітофаг – ентомофаг – рослина. Проведена динаміка сезонної заселеності *Coccinella septempunctata* L. рослин полину естрагонового у період кульмінаційної чисельності попелиць. Такий біологічний матеріал дозволить розробити нормативно-правову інформацію при створенні оцінки систем управління шкідливістю фітофагів і її екологічної безпеки.*

Ключові слова: полин естрагоновий, попелиці, шкідливість, ентомофаги, інтродукція, природні регулятори, математичні моделі.

Постановка проблеми

Полин естрагоновий (*Artemisia dracunculus* L.) – цінна харчова, лікарська, ефіроолійна культура, яка виявляє антиоксидантну, антиканцерогенну, антигістаміногенну, протидіабетичну, сечогінну, протисудомну, жарознижуючу, протизапальну, ранозагоювальну, противиразкову, жовчогінну, спазмолітичну, заспокійливу дію. Використовується при діабеті, туберкульозі легень, пневмонії, хронічному бронхіті, неврастенії, холециститі, захворюваннях суглобів як вітамінний засіб [13, 14, 15, 18]. Лікувальні властивості полину естрагонового визначаються вмістом біологічно активних речовин (БАР): ефірної олії, кумаринів, флавоноїдів, фенолкарбонових кислот, вітамінів, дубильних речовин, алкалоїдів, сесквітерпеноїдів [17, 19]. Рослина містить також фітонциди, що

визначають її антимікробні властивості [16]. Естрагон культивують у США, Німеччині, Франції, Голандії, Болгарії, Угорщині, Білорусії, Росії, Середній Азії, Ірані, Індії, Україні. До Реєстру сортів рослин України входять два сорти естрагону. В зоні Житомирського Полісся полин естрагоновий не культивують, тому інтродукційне вивчення цієї культури, в тому числі її фітосанітарного стану, з метою подальшого використання в харчовій промисловості, медицині, парфумерії, є актуальним. Проте, відомо, що комплекс шкідливих організмів зменшує продуктивність цієї культури на 20 % і більше, насамперед це шкідники.

Аналіз останніх результатів досліджень

Відомо, що в насадженнях полину естрагонового мешкає 20 видів комах, кліщів, нематод. За проведенням моніторингом в агроценозі полину встановлено, що найбільш розповсюдженими є хижі комахи *Coccinella septempunctata* L. ряд (Coleoptera), що трофічно поєднані із сисними фітофагами ряду рівнокрилик (Homoptera) *Hyperomyzus lactucae* Kalt., *Aphis grossularia* Kalt.

В Україні відомо понад 80 видів жуків, з них 75 – хижакі. У Поліссі України зустрічається 12 видів афідофагів, а саме: *Stethorus punctillum* Ws., *Coccinella septempunctata* L., *Adalia decimpunctata* L., *Adalia bipunctata* L. *Coccinella quatuordecimpustulata* L., *Synharmonia conglobata* L., *Scymnus frontalis* F., *Scymnus rubromaculatus* Gz., *Calvia quatuordecimguttata* L., *Exochomus quadripustulatus* L., *Propylaea quatuordecimpunctata* L., *Subcoccinella vigintiquatuordecimpunctata* L., а також, малашкі, галиці, м'котілки, сирфіді, золотоочки верблюдки та 12 видів павуків із родини *Aranieidae*, *Salticidae*, *Liniphidae*, *Tomisidae* [1, 11].

Кількісна оцінка діяльності корисних ентомофагів – одна із найменш вивчених ланок в інтегрованих системах захисту. Поряд з використанням засобів біологічного захисту, у зниженні масштабу чисельності шкідливих організмів, важливу роль відіграють корисні біологічні «агенти» – ентомофаги [5, 6, 19]. У покращенні екологічного стану в Україні та зниженні пестицидного тиску на біоценози особлива увага приділяється збереженню та активізації діяльності корисних членистоногих [3, 4, 9, 10]. Проте, моделювання взаємовідношень ентомофагів та фітофагів використовуються рідко. Математичне моделювання ролі хижаків – один із перспективних методів кількісної оцінки діяльності корисних організмів.

А тому, вивчення ентомофагів у регулюванні чисельності на полину естрагоновому є актуальною темою, оскільки погіршення екологічного стану довкілля вимагає пошуку шляхів з його покращення.

Інтенсивне, непродумане застосування хімічних засобів захисту рослин і понині продовжує домінувати в наших інтенсивних технологіях вирощування різних культур, що породжує цілу низку добре відомих негативних наслідків:

забруднення навколишнього середовища, знищення корисної ентомофауни, прискорює формування резистентності популяцій шкідливих організмів, ускладнює технологію вирощування культур. Адже, хімічні засоби захисту є стійкими у навколишньому середовищі і, потрапляючи в біоценози, володіють кумулятивною дією [1, 7].

Мета, завдання та методика досліджень

З метою вивчення біологічних особливостей розвитку домінуючої групи сисних попелиць та їх взаємозалежності з ентомофагами вивчали в агроценозі полину естрагонового протягом 2014–2016 років, за умов інтродукції в ботанічному саду Житомирського національного агроекологічного університету, що належить до зони Полісся України.

Заселеність рослин *Hyperomyzus lactucae* Kalt., *Aphis grossularia* Kalt визначали за методикою С. О. Трибеля [12], використовували висічку (площею 3,14 см²) з облікових листків. У межах такої висічки, за допомогою лупи, підраховували кількість особин попелиць.

Площу висічки (S), зробленої за допомогою трубки, розраховували за формулою 1:

$$\pi R^2 = 3,14 \times R^2, \quad (1)$$

де: – R – внутрішній радіус трубки для висікання.

Середню щільність фітофагів на одиницю обліку (см²) визначали за формулою 2:

$$X = \frac{\sum xi}{S \cdot n}, \quad (2)$$

де: – X – середня щільність фітофага, екз/см²;

$\sum xi$ – сумарна чисельність нарахованих особин фітофага з усіх облікових листків, екз;

S – площа облікової висічки, см²;

n – кількість облікових листків, шт.

Загальний фітосанітарний стан заселеністю фітофагами визначали за 9-бальною шкалою (табл. 1).

Таблиця 1. Шкала оцінювання прояву ознак пошкодженості рослин

Бал	Ступінь прояву ознак	Характер прояву ознак	Охоплена площа, %
1	Відсутня або ледь помітна	Поодинокі рівномірно розміщені заселення рослин	1–5
2–3	Слабка	Помірний, розсіяний	6–25
4–5	Середня	Дрібносередковий та розсіяний	26–50
6–7	Сильна	Виразено осередковий	51 – 75
8–9	Дуже сильна	Суцільний сильний	> 75

Заселеність рослин полину естрагонового попелицями визначали за формулою 3:

$$P = \frac{100 \cdot n}{N}, \quad (3)$$

де: P – заселеність рослин, %;

n – кількість заселених рослин, шт.;

N – загальна кількість облікових рослин.

Ступінь заселеності рослин попелицями визначали за 9-бальною шкалою, наведеною в таблиці 2.

Таблиця 2. Шкала визначення ступеня заселеності рослин полину естрагонового попелицями

Бал	Ступінь заселеності	Заселеність листків, пагонів	
		екз./ листок, пагін	%
1	Дуже слабкий	< 3	< 5
2–3	Слабкий	3–5	5–25
4–5	Середній	16–40	26–50
6–7	Сильний	41–60	51–75
8–9	Дуже сильний	> 60	> 75

Середній бал заселеності рослин попелицями визначали за формулою 4:

$$B = \frac{\sum(n \cdot b)}{N}, \quad (4)$$

де: B – середній бал заселеності рослин попелицями;

$\Sigma(n \times b)$ – сума добутків кількості заселених рослин на відповідний бал заселеності;

N – загальна кількість обстежених рослин.

Результати досліджень

При розробці сучасних систем захисту рослин, надзвичайно важливо задіяти і оцінити роль природних регуляторів чисельності шкідливих фітофагів. Нами протягом 2014–2016 років в агроекологічних умовах ботанічного саду Житомирського національного агроекологічного університету проведено дослідження біологічного розвитку сисних фітофагів та їх взаємозалежність з ентомофагами на полину естрагоновому.

Результати наших досліджень щодо впливу корисної ентомофауни на чисельність фітофагів протягом всього вегетаційного періоду полину естрагонового наведені в таблиці 3.

Таблиця 3. Сезонна динаміка заселеності рослин полину естрагонового попелицями та її основними афідофагами (ботанічний сад ЖНАЕУ, 2014–2016 рр.)

Рік	Чисельність по етапах органогенезу											
	відростання				бутонізація				цвітіння			
	<i>Hyperomyzus lactucae</i> Kalt. колон./рослину	<i>Aphis grossularia</i> Kalt. колон./ рослину	<i>Coccinella septempunctata</i> L.		<i>Hyperomyzus lactucae</i> Kalt. колон./рослину	<i>Aphis grossularia</i> Kalt. колон./рослину	<i>Coccinella septempunctata</i> L.		<i>Hyperomyzus lactucae</i> Kalt. колон./ рослину	<i>Aphis grossularia</i> Kalt. колон./рослину	<i>Coccinella septempunctata</i> L.	
			жуків, особ./рослину	личинки, екз./рослину			жуків, особ./рослину	личинки, екз./рослину			жуків, особ./рослину	личинки, екз./рослину
2014	5,6	4,8	3,2	9,0	16,3	15,6	8,6	13,0	9,1	7,4	4,3	6,1
2015	7,8	6,7	4,4	12,0	21,4	22,0	10,0	15,0	11,0	10,2	6,1	7,5
2016	6,9	6,5	3,9	10,0	20,1	20,9	9,0	14,0	10,8	9,7	5,9	6,4
Серед- не	6,8	6,0	3,8	10,3	19,3	19,5	8,3	14,0	10,3	9,1	5,4	6,7
R ²	0,87	0,89	0,88	0,86	0,93	0,90	0,94	0,95	0,87	0,86	0,89	0,85

Аналіз отриманих даних свідчить про те, що динаміка сезонної чисельності попелиць на етапах органогенезу (вегетативна фаза, бутонізація, цвітіння) полину динамічно пов'язана з чисельністю природних її ворогів. Так, заселеність попелицями в кінці вегетативної фази становила 6,0–6,8 колон./рослину, а жуків сонечок та личинок – 3,8–10,3.

Проте, *Hyperomyzus lactucae* Kalt. та *Aphis grossularia* Kalt. попелиці є мігруючими видами, тому динаміка їх чисельності та заселеності рослин полину набуває «піку» на етапі бутонізації, а на етапі цвітіння заселеність фітофагами зменшується, оскільки, з'являються крилаті особини, які перелітають на злакові бур'яни. Така ж закономірність спостерігалася за динамікою чисельності ентомофагів.

Таким чином, динаміка заселеності рослин полину естрагонового корисними ентомофагами, а саме, семикрапковим сонечком (*Coccinella septempunctata* L.), починається саме в той період, коли попелиця сягає кульмінаційної чисельності, що припадає на етап бутонізації і збільшується в 3 рази. Тенденція живлення ентомофагів у цей період покращується і зростає від 10,3 до 14,0 екз./кущ.

Результати системного аналізу біологічного впливу ефективності корисних ентомофагів у зниженні шкідливості фітофагів в агроценозі полину

естрагонового дали можливість розробити логістичні та математичні моделі, на основі яких проведено системний аналіз біоценотичного зв'язку фітофаг – рослина – ентомофаг. На основі статистичної низки даних за допомогою регресійного аналізу розрахована функціональна залежність між чисельністю *Hyperomyzus lactucae* Kalt, *Aphis grossularia* Kalt. з ентомофагами – хижими комахами з родини Coccinellidae, яка складає R^2 від 0,86 до 0,95.

Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Вперше розроблені логістичні та математичні моделі ефективності діяльності ентомофагів на полину естрагоновому, приурочені до домінуючих видів попелиць, на основі яких побудована модель, яка дозволяє провести системний аналіз біоценотичного зв'язку фітофаг – ентомофаг – рослина.

2. Біологічний матеріал корисної ентомофауни дозволить розробити нормативно-правову інформацію при створенні бази даних з економічної оцінки систем управління шкідливістю фітофагів і її екологічної безпеки.

3. Проведено прогнозування фітосанітарної ситуації сигналу фітофагів з урахуванням етапів органогенезу полину естрагонового за 2014–2016 роки та динаміки популяцій, яка припадає у період бутонізації.

4. Побудована динаміка сезонної заселеності *Coccinella septempunctata* L. рослин полину естрагонового у період кульмінаційної чисельності попелиць.

Подальші дослідження будуть зосереджені на удосконаленні існуючих профілактичних заходів захисту полину естрагонового проти комплексу фітофагів.

Література

1. Management of San jose scale on apple with soybean-aif dormant sprays / R. L. Hix, C. D. Pless, D. E. Deyton, C. E. Sams // Hort Science. – 1999. – № 1. – P. 106–108.

2. Chemical experiment against the San jose Scale (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst.) on apples in winter in central Anatolia / [A. Okul, O. Soyly Zeki, B. Huseyin, C. Junger // Ziraı mucadele arastigma gilligi. – 1992. – № 20 – 21. – P. 63–64.

3. Бакалова А. В. Ентомофаги в системі управління шкідливістю фітофагів смородини чорної / А. В. Бакалова // Карантин і захист рослин. – 2011. – № 8. – С. 14–17.

4. Бакалова А. В. Біопрепарати на смородині чорній – ефективність застосування проти сисних шкідників / А. В. Бакалова // Карантин і захист рослин. – 2011. – № 5. – С. 20–22.

5. Трибель С. О. Стійкі сорти. Зменшення енергоємності і втрат врожаїв від шкідників / С. О. Трибель // Насінництво. – 2006. – № 4. – С. 18–20.

6. Бакалова А. В. Стійкість смородини чорної. Вплив мікроелементів на стійкість проти сисних шкідників / А.В. Бакалова // Карантин і захист рослин. – 2011. – № 7. – С. 19–22.

7. Нарзикулов М. Н. Концепция «Баланс природы» как исходная позиция экологического подхода к защите растений / М. Н. Нарзикулов // Энтотомол. обозрение. – 1979. – Т. 58, № 4. – С. 689–696.

8. Carver M. The introduction into australia of biological control agents of *Hyperomyzus lactucae* (L.) (Homoptera: Aphididae) / Mari Carver, L. T. Woolcock // Australian Journal of Entomology. – 1986. – № 2. – P. 65–69.

9. Šmatas R. Diversity and sex ratio of thrips (Thysanoptera) species in winter wheat in Lithuania / R. Šmatas, K. Tamošiūnas, V. Danytė // Zemdirbyste-Agriculture. – 2013. – Vol. 100, № 3. – P. 289–292.

10. Журба О. В. //Лекарственные и вредные растения /О. В. Журба., М. Я. Дмитриев. – М.: Колос, 2006. – С. 9 – 193.

11. Goldasteh Sh. Effect of four wheat cultivars on life table parameters of *Schizaphis graminum* (Hemiptera: Aphididae) / Sh. Goldasteh, A. Talebi, E. Rakhshani, Sh. Goldasteh // J. Crop Prot – 2012. – № 1(2). – 121–129.

12. Методики випробування і застосування пестицидів / С. О. Трибель, Д. Д. Сігарьова, М. П. Секунд [та ін.] ; за ред. С. О. Трибеля. – К. : Світ, 2001. – 448 с.

13. Нові кормові, пряносмакові та овочеві інтродуценти в Лісостепу і Поліссі України / Д. Б. Рахметов, Н. О. Стадничук, О. А. Кораблева [та ін.]. – К. : Фітосоціоцентр, 2004. – 162 с.

14. Кораблева О. А. Полезные растения в Украине : от интродукции до использования / О. А. Кораблева, Д. Б. Рахметов. – К. : Фитосоциоцентр, 2012. – 171 с.

15. Kovalyova A. The Research of Antibacterial Activity of Tarragon and Other Species of the Genus *Artemisia* L. / A. Kovalyova, O. Ochkur, N. Kashpur // The Pharma Innovation. – 2013. – Vol. 2, № 9. – P. 48–50.

16. Іващенко І. В. Антимікробні властивості рослин *Artemisia dracunculus* L. (Asteraceae) у зв'язку з інтродукцією в Житомирському Поліссі / І. В. Іващенко, О. А. Іващенко, Д. Б. Рахметов // Інтродукція рослин. – 2015. – № 2. – С. 88–95.

17. Іващенко І. В. Фітохімічне дослідження *Artemisia dracunculus* L. у зв'язку з інтродукцією в умовах Полісся України / І. В. Іващенко, Д. Б. Рахметов, О. А. Іващенко // Modern Phytomorphology. – 2014. – Vol. 6. – P. 357–360.

18. Khezrili Bandli J. The Evaluation of Antioxidant Activities and Phenolic Compounds in Leaves and Inflorescence of *Artemisia dracunculus* L. by HPLC / J. Khezrili Bandli, R. Heidari // Journal of Medicinal Plants. – 2014. – Vol. 13, № 51. – P. 41–50.

19. Ochkur O. Amino acids composition of *Artemisia* L. genus species subgenus *Dracunculus* Bess. from Ukrainian flora / O. Ochkur, N. Kovalyova, N. Sydora // TPI Journal. – 2013. – Vol. 2 (3) – P. 64–67.