

ПРИНЦИПИ ФРАКТАЛЬНОЇ фітосанітарної діагностики агроценозу

Моделювання на основі поєднання даних обліку фітофагів та їх розподілу у агроєкосистемі, шляхом побудови фрактальних матриць, мінімізує вплив гетерогенності агроценозу на кінцевий діагностичний результат.

агроценоз, фітосанітарна діагностика, фрактали

Проблема адекватної екстраполяції облікових даних існує давно. Оскільки ідеального методу, такого, що охоплював би весь агроценоз обліку комах-фітофагів, бути не може, тому постійно триває пошук компромісних рішень, спрямованих на оптимізацію трудовитрат обліковців та отримання достовірних даних щодо фітосанітарної ситуації. Звідси походять різноманітні варіанти проведення візуальних та інструментальних ентомологічних обліків — за діагоналлю, методом конверта тощо [2—4]. Але й нині методики обліків або трудомістки (візуальні), або витратні (інструментальні) і, що найбільш важливо, результати все одно залишаються значною мірою екстраполяційними, тобто приблизними. Постає питання — чи можна оцінити фітосанітарний стан агроценозу за результатами одного обліку на одній обліковій ділянці? В принципі можна, якщо агроєкосистема гомогенна. Але на практиці цього не буває — фрагментація агроценозу за характеристиками ґрунту створює умови для гетерогенності агроєкосистеми за показниками продуктивності рослин і, як наслідок, мікроклімату, що, у свою чергу, призводить до суттєвих відмінностей у популяційній структурі комплексів фітофагів на окремих ділянках. Таким чином, основною проблемою є поєднання даних обліку фітофагів та їх розподілу в агроєкосистемі, яку можна розв'язати шляхом побудови фрактальних матриць з наступною екстраполяцією результатів на площу агроценозу. Звичайно, за цього методу екстраполяції уникнути не вдасться, але вона буде враховувати не лише середні значення чисельності фітофагів, але і їх просторовий розподіл, що, у підсумку мінімізує вплив гете-

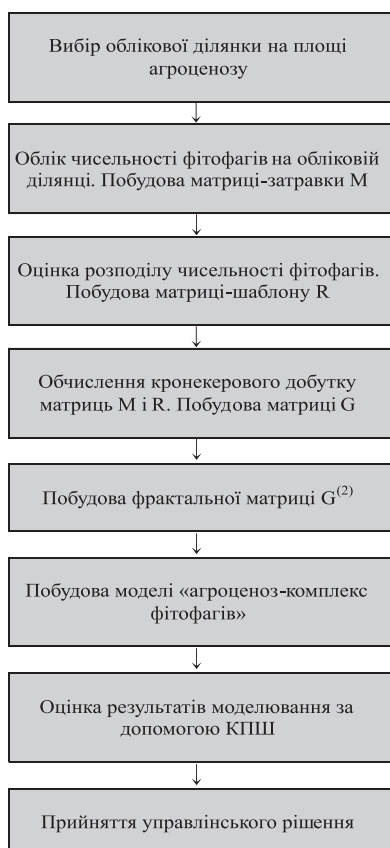
А.В. ФОКІН,

доктор сільськогосподарських наук
Національний університет
«Києво-Могилянська Академія»

рогенності агроценозу на кінцевий діагностичний результат, а крім того, такий підхід дасть змогу зменшити витрати, оскільки проведення обліку є достатнім лише на одній ділянці.

Методи. Метод побудови фрактальних матриць у модифікації М. Газале (2002). Оцінка просторового розподілу фітофагів за критеріями Сведберга та Ллойда [5]. Побудова моделі «агроценоз — комплекс фітофагів» методом екстраполяції.

Результати досліджень. Фрактальна фітосанітарна діагностика передбачає побудову матричної моделі «агроценоз-комплекс фітофагів» в результаті реалізації наступного алгоритму:



Облік проводять на ділянці, обраній за випадковим принципом, за допомогою відомих стандартизованих візуальних та інструментальних методів. При цьому збираються дані щодо видового складу ентомологічного комплексу та структури популяцій видів, які входять до нього. Оскільки облік проводиться на одній ділянці, всі значення чисельності $X_{0...n}$ є цілочисленними і придатними для побудови матриці-затравки M (табл. 1).

Складовою частиною проблеми фітосанітарного стану агроценозу є розподіл ентомологічних об'єктів. Оцінка розподілу (рівномірний, випадковий, контагіозний) чисельності фітофагів з урахуванням популяційної структури на площі облікової ділянки. Для визначення розподілу використовують критерій Сведберга (K_k), як відношення дисперсії до середнього, розподіл оцінювали за шкалою: $K_k < 1$ — розподіл рівномірний (P), $K_k = 1$ — випадковий (B), $K_k >> 1$ ($K_k > 1,1$) — контагіозний (K) та коефіцієнт скупченості Ллойда (K_L), як відношення виразу $(S^2 - C + C^2)$ до середнього: $K_L \in]0; 1[$ — рівномірний, $K_L \in [1; 2[$ — випадковий, $K_L \in [2; +\infty[$ — контагіозний [5]. Останній коефіцієнт є більш адекватним і більш доцільним для використання.

На підставі отриманих значень розподілу $P_{0...n}$ будується матриця-шаблон R (табл. 2).

Оскільки для її побудови можна використовувати лише цілочисленні значення, то шкалу значень розподілу модифікуємо як: $K_k < 1$ або $K_k \in]0; 1[$ — розподіл рівномірний, присвоюється значення 0, $K_k = 1$ або $K_k \in [1; 2[$ — випадковий — значення 1, $K_k >> 1$ ($K_k > 1,1$) або $K_k \in [2; +\infty[$ — контагіозний — значення 2. Отже матриця R буде містити лише значення 0, 1 та 2.

Кількість рядків у матрицях M та R залежить від розмірів досліджуваного ентомологічного комплексу, а стовбців — від кількості стадій ($L_{1...n}$, Nim , Im) фітофагів, що мають фітосанітарне значення.

Обчислення кронекерового до-

1. Матриця-затравка M чисельності комплексу фітофагів на обліковій ділянці

		μ'			
		→			
		0	1	2	3
		L_1	$L_{2...n}$	Nim	Im
μ	0	$X_0(L_1)$	$X_0(L_{2...n})$	$X_0(\text{Nim})$	$X_0(\text{Im})$
	1	$X_1(L_1)$	$X_1(L_{2...n})$	$X_1(\text{Nim})$	$X_1(\text{Im})$
	2	$X_2(L_1)$	$X_2(L_{2...n})$	$X_2(\text{Nim})$	$X_2(\text{Im})$
	3	$X_3(L_1)$	$X_3(L_{2...n})$	$X_3(\text{Nim})$	$X_3(\text{Im})$

	N	$X_N(L_1)$	$X_N(L_{2...n})$	$X_N(\text{Nim})$	$X_N(\text{Im})$

2. Матриця-шаблон R розподілу чисельності фітофагів

		ρ'			
		→			
		0	1	2	3
		L_1	$L_{2...n}$	Nim	Im
ρ	0	$P_0(L_1)$	$P_0(L_{2...n})$	$P_0(\text{Nim})$	$P_0(\text{Im})$
	1	$P_1(L_1)$	$P_1(L_{2...n})$	$P_1(\text{Nim})$	$P_1(\text{Im})$
	2	$P_2(L_1)$	$P_2(L_{2...n})$	$P_2(\text{Nim})$	$P_2(\text{Im})$
	3	$P_3(L_1)$	$P_3(L_{2...n})$	$P_3(\text{Nim})$	$P_3(\text{Im})$

	n	$P_n(L_1)$	$P_n(L_{2...n})$	$P_n(\text{Nim})$	$P_n(\text{Im})$

3. Матриця $G = M \otimes R$

		γ'	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
		ρ'	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3		
		μ'	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3		
	γ	ρ	μ	A'				B'				C'				D'				
	0	0	0	A	$M \times R_{0,0}$				$M \times R_{0,1}$				$M \times R_{0,2}$				$M \times R_{0,3}$			
	1	0	1		$M \times R_{1,0}$				$M \times R_{1,1}$				$M \times R_{1,2}$				$M \times R_{1,3}$			
	2	0	2		$M \times R_{2,0}$				$M \times R_{2,1}$				$M \times R_{2,2}$				$M \times R_{2,3}$			
	3	0	3		$M \times R_{3,0}$				$M \times R_{3,1}$				$M \times R_{3,2}$				$M \times R_{3,3}$			
	4	1	0	B	$M \times R_{1,0}$				$M \times R_{1,1}$				$M \times R_{1,2}$				$M \times R_{1,3}$			
	5	1	1		$M \times R_{2,0}$				$M \times R_{2,1}$				$M \times R_{2,2}$				$M \times R_{2,3}$			
	6	1	2		$M \times R_{3,0}$				$M \times R_{3,1}$				$M \times R_{3,2}$				$M \times R_{3,3}$			
	7	1	3		$M \times R_{0,0}$				$M \times R_{0,1}$				$M \times R_{0,2}$				$M \times R_{0,3}$			
	8	2	0	C	$M \times R_{2,0}$				$M \times R_{2,1}$				$M \times R_{2,2}$				$M \times R_{2,3}$			
	9	2	1		$M \times R_{3,0}$				$M \times R_{3,1}$				$M \times R_{3,2}$				$M \times R_{3,3}$			
	10	2	2		$M \times R_{0,0}$				$M \times R_{0,1}$				$M \times R_{0,2}$				$M \times R_{0,3}$			
	11	2	3		$M \times R_{1,0}$				$M \times R_{1,1}$				$M \times R_{1,2}$				$M \times R_{1,3}$			
	12	3	0	D	$M \times R_{3,0}$				$M \times R_{3,1}$				$M \times R_{3,2}$				$M \times R_{3,3}$			
	13	3	1		$M \times R_{0,0}$				$M \times R_{0,1}$				$M \times R_{0,2}$				$M \times R_{0,3}$			
	14	3	2		$M \times R_{1,0}$				$M \times R_{1,1}$				$M \times R_{1,2}$				$M \times R_{1,3}$			
	15	3	3		$M \times R_{2,0}$				$M \times R_{2,1}$				$M \times R_{2,2}$				$M \times R_{2,3}$			

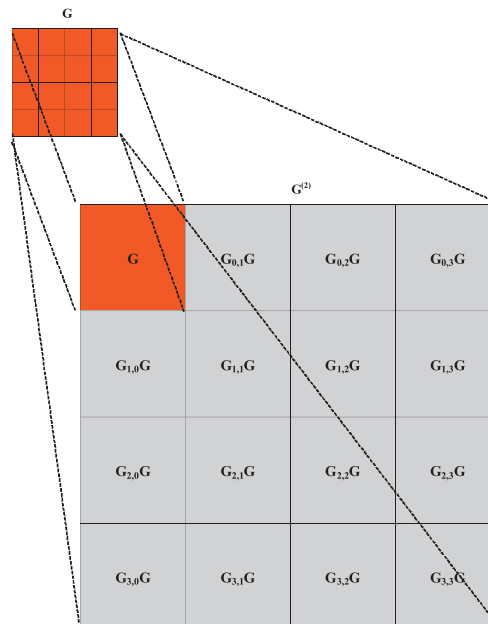
$$G_{15,14} = M_{3,3} \times R_{2,3} = X_3(\text{Im}) \times P_2(\text{Im})$$

бутку. Модель будується як матриця $G = M \otimes R$. Матриця M є відображенням екологічної ємності ділянки відносно комплексу комах-фітофагів — кількість видів та їх чисельність у розрізі популяційної структури. Матриця R вводить у обіг значення просторового розподілу фітофагів за чисельністю кожної із стадій розвитку, що має фітосанітарне значення (личинки різних віків, німфа, імаго). Матриця G складається з менших матриць, кожна з яких є результатом добутку матриці M на елемент матриці-шаблону R , розташований у точці матриці R з тими ж координатами, які описують положення даної малої матриці всередині матриці G (табл. 3) [1].

При побудові матриці G враховуємо, що μ (μ') розбиває числовий ряд γ (γ') на блоки (A, B, C, D, A', B', C', D'...) в межах кожного з яких визначається ρ (ρ') — як порядковий номер від 0 до n. В межах одного блоку всі значення ρ (ρ') тотожні.

Побудова фрактальної матриці $G^{(2)}$ здійснюється за принципом самоподібності матриці G — матриця G повторюється у лівому верхньому куті фрактальної матриці [1] (табл. 4).

Робота з матрицею $G^{(2)}$ для по-

4. Елемент фрактальної матриці $G^{(2)}$ для побудови матричної «клаттикової ковдри»


будови моделі «агроценоз-комплекс фітофагів» передбачає «вкриття» площі агроценозу матричною «клаттиковою ковдрою», тобто результати матриці $G^{(2)}$ екстраполюються на весь агроценоз шляхом розбиття його площі на n-кількість ділянок —

клаттів, кожна з яких за площею тотожна матриці $G^{(2)}$. Для одержання екстраполяційного результату прийнятним є визначення добутку даних матриці та відношення площі агроценозу до площі «клаттика» — матриці $G^{(2)}$. Далі значення чисельності фітофагів порівнюють з КПШ, урівноваженим коефіцієнтом відношення фонові чисельності на площі агроценозу до осередкової — на площі максимальної шкідливості (визначається за найбільшим значенням поміж складових комплексу).

Принципи розрахунку КПШ з на основі енергетичної концепції на прикладі ґрунтових фітофагів детально розглянуті нами у роботі [6]. Основним правилом їх застосування є те, що ПШ поширюється не на всю площу агроценозу, а лише на локальні осередки, які чітко можна визначити на фрактальній моделі.

Отримані результати є основою для прийняття управлінського рішення щодо застосування заходів локального регулювання чисельності комах-фітофагів.

ВИСНОВОК

Моделювання на основі поєднання даних обліку фітофагів та їх розподілу в агроєкосистемі шляхом побудови фрактальних матриць мінімізує вплив гетерогенності агроєнозу на кінцевий діагностичний результат.

ЛІТЕРАТУРА

1. Газале М. Гномон. От фараонов до фракталов / М. Газале. — Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2002. — 272 с.
2. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур / Під ред. В.П. Омелюти. — К.: Урожай, 1986. — 296 с.
3. Руководство к обследованию вредной энтомофауны почвы / С.П. Иванов, И.Д. Белановский, М.С. Ефименко, Е.Н. Житкевич / Под ред. С.П. Иванова. — Киев-Полтава: Дер-

жавне видавництво колгоспної та радгоспної літератури УРСР, 1937. — 302 с.

4. Руководство по учету вредителей и поврежденный овощных и бахчевых культур для наблюдательных пунктов Службы учета. — Л.-М.: Издание Сектора Службы чета ОБВ, 1934. — 108 с.

5. Фокін А.В. Іздець *Latibulus argiolus* Rossi: поведінка та екологія / А.В. Фокін. — К.: Колобіт, 2005. — 80 с.

6. Фокін А.В. Ґрунтові фітофаги: енергетична концепція визначення рівнів та порогів шкідливості / А.В. Фокін. — К.: Колобіт, 2008. — 152 с.

Фокин А.В.

Принципы фрактальной фитосанитарной диагностики агроєноза

Моделирование на основе объединения данных учета фитофагов и их распределения в агроєкосистеме, путем построения фрактальных матриць, минимизирует

влияние гетерогенности агроєноза на конечный диагностический результат.

агроєноз, фитосанитарная диагностика, фракталы

Fokin A. V.

Principles of fractal phytosanitary diagnostics of agroєnosis.

It is described the modeling which is based on combination of monitoring data of phytophages' number and their distributions in an agroєcosystem, by creation of fractal matrixes. Application of fractal matrixes reduces influence of heterogeneity of an agroєnosis on final diagnostics result.

agroєnosis, phytosanitary diagnostics, fractals

Рецензент:

Доля М.М., доктор сільськогосподарських наук, професор, чл.-кор. НААН Національний університет біоресурсів і природокористування України



КОЛІРНА ПАСТКА

проти оленки волохатої у плодових садах

Ентомологам добре відомо, що більшість видів комах, у тому числі шкідники сільськогосподарських культур, реагують на різні кольори спектра світла. Наприклад, більшість видів лускокрилих, попелиці, комарі летять на білий колір, а такий небезпечний шкідник, як вишнева муха, що завдає шкоди черешні й вишні, масово летить на жовті колірні пастки. У практиці цей факт використовується для сигналізації про початок і закінчення льоту цих шкідників, що необхідно

для точного визначення строків хімічних обробок.

Оленка волохата — один із широко поширених шкідників низки сільськогосподарських культур у весняний період (період цвітіння), у тому числі всіх плодових. В окремі роки, за масового розмноження виду, жуки можуть пошкодити 55—60% квітів, виїдаючи тичинки і маточки, а отже — і знизити врожай.

З'являється цей шкідник рано навесні на перших квітучих рослинах, в основному на бур'янах.

Як тільки починають цвісти плодові дерева, жуки перелітають в сади. Труднощі захисту від цього виду полягають у тому, що в період цвітіння не можна застосовувати хімічні засоби контролю чисельності, оскільки разом із шкідниками загинуть корисні комахи — запилювачі та ентомофаги, а це також зменшує врожайність.

У 2013 і 2014 роках в присадибному саду до початку цвітіння дерев, я поставив 4 тази і 2 відра, пофарбованих у блакитний колір, та наповнив їх чистою водою. Щовечора з цих ємностей я вибирав жуків оленки, що плавали у воді. За період цвітіння дерев щодня я збирав по півтора відра мертвих жуків. Кожного разу після збирання жуків я мив ці ємності і знову заливав у них чисту воду.

У ємності іншого кольору жуки не потрапляли.

Вважаю, що таким методом я зберіг квіти без пошкоджень, а отже захистив і врожай плодів. Цей спосіб можна віднести до екологічно чистих, безпечних для людини і навколишнього середовища, простим для застосування та маловитратним.

Досвідом поділився практик
Беспалько В.А., м. Київ

