

УДК 004:311.21:338.43
© 2016

Є.М. ХАРЧЕНКО,
кандидат технічних наук

Дніпропетровський державний
аграрно-економічний університет,
Україна

E-mail: evgenia547@mail.ru

м. Дніпропетровськ, Ворошилова, 25

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ
ВИБОРУ ПРЕПАРАТІВ
ДЛЯ ЗАХИСТУ РОСЛИН
З ВИКОРИСТАННЯМ
ЕКОНОМЕТРИЧНОГО АНАЛІЗУ

Доведено доцільність комплексної оцінки вибору препаратів для захисту рослин на базі економетричного аналізу. Для встановлення форми досліджуваних факторів, впливаючих на захист рослин, пропонується, окрім економетричного аналізу, проводити графічний аналіз в середовищі додатка Microsoft Excel, що зможе підвищити як достовірність проведеного аналізу, так і ефективність вибору й використання хімічних та біологічних препаратів у захисті рослин.

Ключові слова: захист рослин, економетрія, статистична обробка, кореляційно-регресійний аналіз, агрономія, Microsoft Excel.

Актуальність проблеми. Надмірне використання мінеральних добрив, пестицидів, біологічних та хімічних препаратів на тлі промислового забруднення значно ускладнює екологічну ситуацію в Україні, знижує відтворювальну здатність біосфери та екологічну стійкість агроландшафтів. Одним із важливих резервів збільшення виробництва сільськогосподарської продукції, підвищення її якості є захист рослин від шкідників, хвороб і бур'янів. Застосування нових хімічних, біологічних та інших засобів захисту рослин, упровадження нових сортів і технологій вирощування сільськогосподарських культур вимагають від агротоваровиробників знання сучасних інформаційних технологій.

Протягом останніх років істотно розширюється асортимент біологічних та хімічних препаратів, які стримують збудників хвороб, забезпечують захист рослин від двох і більше видів шкідливих організмів. Так, база даних "Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні" включає 5242 препарати, зареєстрованих до 17.09.2014 року. Вибрати найбільш ефективні серед них можна лише за

допомогою використання економетричного аналізу, тобто методів математичної статистики, зокрема кореляційно-регресійного аналізу. Очевидно, що широкому впровадженню методів математичної статистики для розв'язання різного роду господарських задач, у тому числі й у захисті рослин, сприяє використання комп'ютерної техніки та новітніх інформаційних технологій, а саме, електронних таблиць Microsoft Excel. Для більшості явищ природи в області захисту рослин, які є об'єктами наукових досліджень, найбільш характерні кореляційні зв'язки. Їх форми дуже різноманітні. Вони можуть бути прямі і зворотні, сильні і слабкі, лінійні та криволінійні, прості та множинні. Для встановлення зв'язків і залежностей між спостережуваними факторами в захисті рослин і виявлення найбільш ефективних застосовується кореляційно-регресійний аналіз.

Суттєвий внесок у вирішенні проблеми статистичної обробки експериментальних даних зробили такі науковці, як В.Ф. Пересишкін, С.В. Дронов, А.Т. Опря, А.М. Годін [1–4]. Економетричним аналізом, зокрема обробкою експериментальних даних з ви-

користанням кореляційно-регресійного аналізу в агрономічних напрямках, опікувалися дослідники Н.К. Васильєва, І.Ю. Леснікова, Н.М. Самарець, М.В. Терещенко, Н.А. Чорна та ін. [5–10].

Питаннями, які все ще залишаються поза увагою науковців, є графічний аналіз факторів і програма розрахунку показників кореляційно-регресійного аналізу в динаміці в середовищі електронних таблиць Microsoft Excel для підвищення ефективності вибору препаратів у захисті рослин. З метою вибору методу розрахунку конкретних показників кореляційно-регресійного аналізу, а конкретно простої лінійної, часткової чи множинної кореляції та регресії до проведення розрахунків, нами пропонується проводити графічний аналіз у додатку Microsoft Excel для встановлення форми (лінійна, криволінійна) досліджуваних факторів.

Метою роботи стало використання економетричного аналізу, зокрема кореляції та регресії для підвищення ефективності вибору препаратів при розв'язанні задач в області захисту рослин. З методологічної точки зору необхідно було вирішити три основні задачі:

1) проведення графічного аналізу в MS Excel для встановлення форми чи структури (лінійна, криволінійна) досліджуваних факторів;

2) розрахунок простої лінійної, часткової або множинної кореляції залежно від кількості та структури досліджуваних факторів;

3) на основі результатів досліджень прийняття науково обґрунтованих висновків і рішень для підвищення ефективності вибору препаратів для захисту рослин.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для вирішення задач у захисті рос-

лин методом кореляційно-регресійного аналізу використовували електронні таблиці MS Excel. За їх допомогою були:

- побудовані діаграми зв'язку досліджуваних факторів;
- обчислена і оцінена суттєвість коефіцієнтів простої лінійної кореляції;
- розраховані й проаналізовані коефіцієнти регресії;

Проста лінійна кореляція – це найбільш проста форма кореляції. Основний її показник – коефіцієнт кореляції r , який визначає форму та тісноту зв'язку.

Коефіцієнт кореляції визначається за формулою:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

Для оцінки r в MS Excel використовується функція КОРРЕЛ.

Для оцінки суттєвості r обчислюють його помилку s_r :

$$s_r = \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}} \quad (2)$$

де n – кількість парних значень показників, за якими обчислюється значення r , а також критерій суттєвості t_r ,

$$t_r = \frac{r}{s_r} \quad (3)$$

Якщо $t_r \geq t_{теор}$, то кореляційний зв'язок суттєвий. Теоретичне значення критерію Стьюдента беруть із таблиць при рівні ймовірності 95 і 99% та числі ступенів вільності $n-2$.

Розглянемо приклад. Визначити вплив насінневої інфекції ярої пшениці на схожість насіння. Дані до прикладу:

№ пп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Уражені рослини, %	69	66	64	46	39	38	23	18	17	8	7,9
Схожість насіння, %	32	33	42	40	81	63	67	86	91	82	78

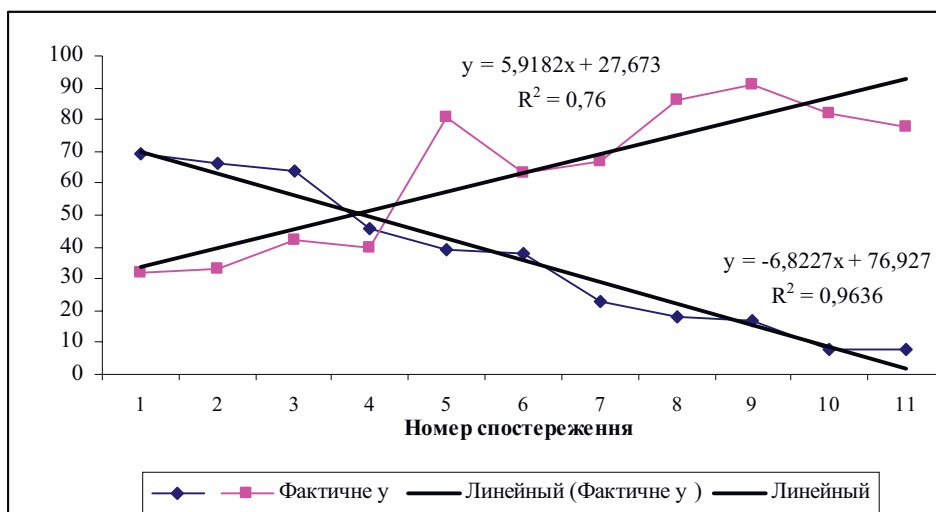


Рис. 1. Лінійна форма факторів “уражені рослини, %” і “схожість насіння, %”

Зображення на рис. 1 підтверджує використання лінійної кореляції, оскільки ряди даних “уражені рослини, %” і “схожість насіння, %” апроксимуються лінійними трендами. Коефіцієнти кореляції між фактором “уражені рослини, %” і лінійним трендом

дорівнює 0,87, а між фактором “схожість насіння, %” і лінійним трендом – 0,98, що підкреслює значний прямий зв’язок між досліджуваними факторами.

На рис. 2 наведено розрахунок лінійної кореляції і зроблені висновки щодо суттєвос-

F7		fx =КОРЕНЬ((1-F5)/(СЧЕТ(B5:B15)-2))				
	A	B	C	D	E	F
1	Проста лінійна кореляція					
2						
3						
4	№ пп	Уражені рослини, %	Схожість насіння, %	Коефіцієнт кореляції:	r =	-0,9
5	1	69	32	Коефіцієнт детермінації:	r ² =	0,8
6	2	66	33	Помилка r:	s =	0,15
7	3	64	42	Критерій суттєвості:	t _r =	6,5
8	4	46	40	Число ступенів вільності	v =	9
9	5	39	81	Критерій суттєвості t _{теор.} :	t _{теор.} =	4,8
10	6	38	63	ВИСНОВОК		
11	7	23	67	Так як t _r > t _{теор.} , зв’язок між факторами «уражені рослини, %» та «схожість насіння, %» є суттєвий з ймовірністю 0,99 %		
12	8	18	86			
13	9	17	91			
14	10	8	82			
15	11	7,9	78			
16						
17						
18						
19						

Рис. 2. Розрахунок простої лінійної кореляції між факторами “уражені рослини, %” і “схожість насіння, %” в MS Excel

ті зв'язку двох розглянутих факторів, тобто “уражені рослини, %” і “схожість насіння, %”, згідно з критерієм Стьюдента в додатку MS Excel. У чарунці F4 обчислюється r за формулою: =КОРРЕЛ(B5:B24). Його значення (-0,9) свідчить про сильний зворотний зв'язок між факторами. У чарунках F7, F10 та F13 обчислюються помилка s_r за формулою (2), критерій суттєвості t_r за формулою (3) та число ступенів вільності $n-2$ за формулою: =СЧЕТ((B5:B24)-2).

Регресія – це один з основних показників кореляційного зв'язку, що вимірюється коефіцієнтом регресії b_{yx} , який показує, в якому напрямі та на яку величину в середньому змінюється функція (y) при зміні аргументу (x) на одиницю. Коефіцієнт регресії вимірюється в тих самих одиницях, що й функція, і має той ж самий знак, що й його коефіцієнт

кореляції. Обчислюється коефіцієнт регресії за формулою

$$b_{yx} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad (4)$$

де \bar{x}, \bar{y} – середні арифметичні аргументу і функції відповідно; n – кількість вимірювань.

На рис. 3 представлено розрахунок регресії для наведеного прикладу. У діапазоні чарунок H15:L25 розраховані допоміжні дані для обчислення коефіцієнтів регресії. У чарунках I26, K26, L26 – суми допоміжних даних. У чарунках E27, F27 за допомогою функції СРЗНАЧ обчислюються середні арифметичні вхідних даних (“уражені рослини, %” і “схожість насіння, %”). У чарун-

H15		fx =E15-SES27						
	D	E	F	G	H	I	J	K
12	Регресія							
13								
14	№ пп	Уражені рослини x, %	Схожість насіння y, %	у передбачене, %	(x _i -X)	(x _i -X) ²	(y _i -Y)	(y _i -Y) ²
15	1	69,2	32,4	34	33,4	1116	-30,77	947,0
16	2	66,2	33,3	37	30,4	925	-29,87	892,4
17	3	63,6	42,4	39	27,8	773	-20,77	431,5
18	4	45,5	39,8	55	9,7	94	-23,37	546,3
19	5	38,5	80,9	61	2,7	7	17,73	314,3
20	6	37,5	62,9	62	1,7	3	-0,273	0,1
21	7	23	66,7	74	-12,8	164	3,527	12,4
22	8	17,6	85,7	79	-18,2	331	22,53	507,5
23	9	16,7	90,5	80	-19,1	364	27,33	746,8
24	10	8	81,9	87	-27,8	772	18,73	350,7
25	11	7,9	78,4	87	-27,9	778	15,23	231,9
26		Середнє x _i	Середнє y _i			5328		4980,7
27		35,79	63,17					
28		b _{yx} = -0,866		b _{xy} = -0,927		$b_{yx} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - X)(y_i - Y)}{i = \sum_{i=1}^n (x - X)^2}$		
29						$b_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - X)(y_i - Y)}{i = \sum_{i=1}^n (y - Y)^2}$		
30								
31								
32								
34		$s_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - X)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - Y)^2}}$			s _r = 0,16	t _b = $\frac{b}{s_r}$	t _b = 5,58	
35					v=n-2= 9			t _{теор} = 4,48
36								
38							t _b > t _{теор}	P=0,99

Рис 3. Розрахунок коефіцієнтів регресії в MS Excel

ках E28, E30 розраховують коефіцієнти регресії за формулою (4). Помилка коефіцієнта регресії s_b дорівнює 0,16 (чарунка G33) і критерій суттєвості $t_b = 5,58$ (чарунка K33). Теоретичне значення критерію Стьюдента з таблиць при числі ступенів вільності 9 становить $t_{теор} = 4,8$. Порівнюючи критерій суттєвості $t_b > t_{теор}$ ($5,58 > 4,8$) при числі ступенів вільності 9, виявили, що зв'язок між факторами суттєвий, з ймовірністю 99 %. У

діапазоні G15 : G25 розраховані передбачені значення функції y ("схожість насіння, %") згідно з рівнянням регресії.

Аналізуючи значення коефіцієнтів регресії, можна стверджувати, що зі зміною фактора "уражені рослини" (аргумент x) на 1 % фактор "схожість насіння" (функція y) зменшується на 0,866 %; зі зміною фактора "схожість насіння" (функція y) – на 1 %, фактор "уражені рослини" – на 0,9 %.

Висновки

Для підвищення ефективності використання біологічних та хімічних препаратів у захисті рослин пропонується:

- застосовувати економетричний аналіз досліджуваних факторів (рядів даних);
- з метою вибору методу розрахунку конкретних показників кореляції та регресії проводити графічний аналіз у MS Excel для встановлення форми (лінійна, криволінійна) досліджуваних факторів;
- використовувати програми розрахунку показників кореляційно-регресійного аналізу в електронних таблицях MS Excel в динамі-

ці, що дозволяє багаторазово вводити дані в той самий діапазон чарунок з миттєвим отриманням результатів.

Порівнюючи отримані показники кореляційно-регресійного аналізу для різних факторів у захисті рослин, вибираються найефективніші з них, ураховуючи якісні й кількісні показники (коефіцієнти кореляції та регресії, токсичність препарату, ціну, тощо). Запропоновані програми розрахунку показників кореляційно-регресійного аналізу можуть бути використані в будь-яких галузях виробництва як для наукових досліджень, так і для практичних цілей.

Бібліографія

1. Леснікова І.Ю. Основи роботи і вирішення задач сільського господарства в середовищі електронних таблиць Excel: навч. посібник / І.Ю. Леснікова, Є.М. Харченко. – Дніпропетровськ: Пороги, 2002. – 147 с.
2. Дронов С.В. Многомерный статистический анализ: учебное пособие / С.В. Дронов. – Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-та, 2003. – 213 с.
3. Опря А.Т. Статистика (модульний варіант з програмованою формою контролю знань): навч. посібник / А.Т. Опря. – К.: Центр навч. літ-ри, 2012. – 448 с.
4. Годин А.М. Статистика: учебник / А.М. Годин. – М.: Дашков и К°, 2012. – 451 с.
5. Моделювання технологічних процесів у середовищі Microsoft Excel: навч. посібник / [М.В. Терещенко, Є.М. Харченко, В.М. Ковшов, Ю. Леснікова, В.О. Петренко, О.І. Гогенко, Ф.К. Клименко]. – Дніпропетровськ: Пороги, 2005. – 266 с.
6. Васильєва Н.К. Методи й моделі оптимізації в економіці: навч. посібник / Н.К. Васильєва. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2008. – 142 с.
7. Васильєва Н.К. Моделювання розвитку аграрних підприємств регіонального кластера сільського господарства / Н.К. Васильєва. – Агросвіт. – 2012. – № 8. – С. 11–14.
8. Самарець Н.М. Використання інформаційних технологій у статистичному аналізі даних для аграрних підприємств / Н.М. Самарець, Є.М. Харченко, Н.О. Чорна // Агросвіт. – 2013. – № 20. – С. 14–20.
9. Samarets N. Application of mathematical models of transportation problems for optimization of agroindustrial production / N. Samarets // The providing of sustainable development of agricultural sector for its innovative base: collective monograph. – Science and Education Ltd, SHEFFIELD, 2015. – P. 176–183.
10. Чорна Н.О. Використання кривих Лоренца для оцінки рівномірності розподілу сільськогосподарських угідь в еко-агровиробництві / Н.О. Чорна // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. – 2015. – № 1. – С. 73–76.

Рецензенти – доктори економічних наук, професори Н.К. Васильєва, І.І. Вініченко