

УДК 631.811.98

С.М. ГАРМАШ, Є.В. ЧЕРНЕЦЬКИЙ

## РЕГРЕСІЙНІ МОДЕЛІ ЗАЛЕЖНОСТІ ВРОЖАЙНОСТІ ТОМАТІВ ВІД ЗАСТОСОВУВАННЯ БІОГУМУСУ І БІОГУМАТУ

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпропетровськ

Досліджено рівень статистичної достовірності впливу екологічно безпечних добрив залежно від їх дози. На підставі одержаних даних врожайності томатів сорту Персей створені моделі залежностей врожайності від витрати біогумусу і біогумату, здійснено порівняння різних способів оброблення томатів.

Новий напрям біотехнології — вермикультування (промислове розведення дощових черв'яків) — дозволяє вирішити на біологічній основі актуальні екологічні проблеми: утилізацію органічних відходів, одержання високоякісного органічного добрива та підвищення родючості ґрунту. Кафедрою біотехнології розроблена технологія біопереробки рослинних відходів вермикультурою *Eisenia foetida* з метою утилізації цих відходів (соняшникове, гречане, рисове лушпиння), а також отримання екологічно безпечного природного добрива — біогумусу і регулятора росту рослин — біогумату [1].

З метою вивчення ефективності застосування біогумусу і біогумату проведені дослідження трьох способів їх застосування: обприскування рослин біогуматом, замочування насіння в біогуматі, внесення в ґрунт біогумусу.

Статистичний аналіз закономірностей впливу біогумату і біогумусу на врожайність томатів проводили з застосуванням комп'ютерної програми „Statistica 6,0”. Для оцінки достовірності відмінностей середніх значень двох незалежних вибірок застосовувався *t-тест* на основі параметричного критерію Ст'юдента [4].

Ефекти впливу декількох факторів і їх комбінацій обчислювали за допомогою  $F$  — критерію Фішера, використовуючи багатофакторний дисперсійний аналіз по Н. Джонсону та К. Ейнслейну [2,5]. Лінійні і нелінійні регресійні моделі однієї і декількох незалежних змінних будувалися методом найменших квадратів [2, 5]. Поверхні відгуку створювалися за допомогою методів планування експерименту за Н. Джонсом [3].

Комп'ютерні розрахунки і створення графічного матеріалу здійснювалися за стандартними методиками за допомогою табличного процесора Microsoft Excel 2000 по С.Н. Лапачу та ін. [6] і багатофункціонального статистичного пакета Stat Soft STATISTICA 6.0 за В. Боровиковим [7].

Результати порівняння середніх значень врожайності томатів за декілька років (табл. 1) показують, що тільки обприскування біогуматом в розведенні 1:50, 1:100 і 1:150 дає статистично достовірний приріст врожайності.

Вказану тенденцію зображено на діаграмі (рис. 1), де сірим кольором відмічені стовпці з достовірними ефектами. Оптимальна доза біогумату при обприскуванні — розведення 1:100.

Таблиця 1

Дескриптивна статистика і *t-тест* порівняння середніх значень врожайності томатів при їх обприскуванні стимуляторами росту

Варіанти досліджу	Середнє значення	Стандартне відхилення	Рівень значущості	Приріст урожаю	
				ц/га	%
Вода (контроль)	210,3	7,1	—	—	—
Гумат натрію (1:100)	214,0	5,0	0,223	3,7	1,7
Біогумат (1:50)	219,0	5,9	0,012	8,7	4,1
Біогумат (1:100)	237,0	5,0	0,000	26,7	12,7
Біогумат (1:150)	229,0	2,4	0,000	18,7	8,9
Біогумат (1:200)	216,0	4,2	0,056	5,7	2,7

Дескриптивна статистика і t-тест порівняння середніх значень врожайності томатів при замочуванні її насіння в різних розчинах

Варіанти дослідів	Середнє значення, ц/га	Стандартне відхилення	Рівень значущості	Приріст урожаю	
				ц/га	%
Вода (контроль)	210,3	7,1	–	–	–
Гумат натрію (1:100)	214,0	5,0	0,223	3,7	1,7
Біогумат (1:50)	219,0	5,9	0,012	8,7	4,1
Біогумат (1:100)	237,0	5,0	0,000	26,7	12,7
Біогумат (1:150)	229,0	2,4	0,000	18,7	8,9
Біогумат (1:200)	216,0	4,2	0,056	5,7	2,7

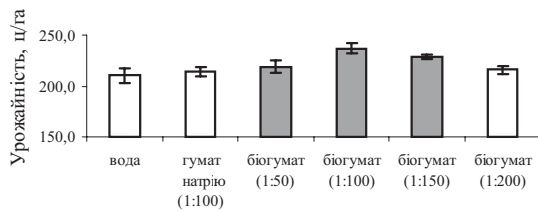


Рис. 1. Залежність середньої врожайності томатів від обприскування стимуляторами росту різної концентрації

Регресійні моделі (рис. 2) підтверджують знайдену залежність. Лінійна регресійна модель з низьким коефіцієнтом детермінації є неадекватною. Квадратична модель більш адекватно відображає закономірності. Вона показує, що максимальний приріст врожайності повинен бути при витраті біогумату 5 л/га.

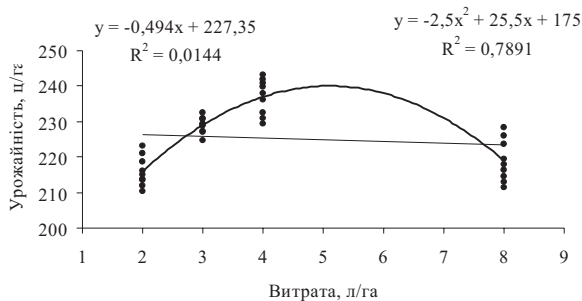


Рис. 2. Регресійні моделі залежності врожайності томатів від витрати біогумату при їх обприскуванні

Порівняння середніх значень врожайності томатів за три роки (табл. 2) при замочуванні насіння у воді, гуматі натрію і біогуматі різних концентрацій дозволило встановити статистично достовірний приріст врожайності при використанні гумату натрію в порівнянні з водою і біогумату в порівнянні з гуматом натрію і з водою.

У двофакторному дисперсійному аналізі задіяний дворівневий фактор «препарат» (гумат натрію – біогумат) і дворівневий фактор «доза» (0,01%–0,005%). Розташуємо у порядку зменшення достовірні ефекти (табл. 3) дії факторів і їх комбінацій: «доза» → «препарат» → «доза – препарат». Послідовність розташування факторів показує, що в першу чергу на врожайність впливає доза препарату, в другу – вид препарату. Регулюванням дози обох препаратів при замочуванні насіння можна істотно впливати на підсумкову врожайність томатів.

Таблиця 3

Ефекти впливу виду препарату, його дози і їх комбінацій на врожайність томатів при замочуванні насіння

Фактори і їх комбінації	Критерій Фішера	Рівень значущості
Препарат	106,8	0,000
Витрата	155,6	0,000
Препарат + Витрата	56,0	0,000

Середні значення врожайності томатів за три роки (табл. 4) при внесенні різної кількості орга-

Таблиця 4

Дескриптивний статистичний аналіз і t-тест порівняння середніх значень врожайності томатів при внесенні в ґрунт органічних добрив

Варіанти дослідів	Середнє значення, ц/га	Стандартне відхилення	Рівень значущості (перегній)	Приріст урожаю	
				ц/га	%
Без добрив (контроль)	227,0	4,3	–	–	–
Перегній (2т/га)	235,0	3,4	–	8,0	3,5
Перегній (4т/га)	244,0	4,4	–	17,0	7,5
Перегній (6т/га)	258,0	3,9	–	31,0	13,7
Біогумус (2т/га)	239,0	5,6	0,086	12,0	5,3
Біогумус (4т/га)	255,0	3,6	0,000	28,0	12,3
Біогумус (6т/га)	304,0	3,7	0,000	77,0	33,9

нічних добрив в ґрунт мають у всіх варіантах досліду статистично достовірні відмінності в порівнянні з врожайністю томатів без внесення добрив. Окрім цього спостерігається достовірне збільшення врожайності при використанні біогумусу в порівнянні з використаним перегноєм, але тільки для доз більше 4 т/га.

Результати двофакторного дисперсійного аналізу (табл. 5), де застосовуються описаний вище дворівневий фактор «добриво» (перегній–біогумус) і трирівневий фактор «дози внесення» (2–4–6 т/га), показали, що ефекти від цих факторів і їх комбінацій достовірні. Найбільший відгук рівень збільшення показників врожайності припадає на фактор «дози внесення», в два рази менше – вплив фактора «добриво». Взаємодія оптимальних показників кожного з цих факторів також має досить високе значення – 275,2. Перераховані фактори є основними.

Таблиця 5

Ефекти впливу виду добрива, норм його внесення та їх комбінацій на врожайність томатів

Фактори і їх комбінації	Критерій Фішера	Рівень значущості
Добриво	674,0	0,000
Дози внесення	1117,5	0,000
Добриво + Дози внесення	275,2	0,000

Залежність врожайності томатів від дози внесеного перегною адекватно описується лінійною регресійною моделлю (рис. 3).

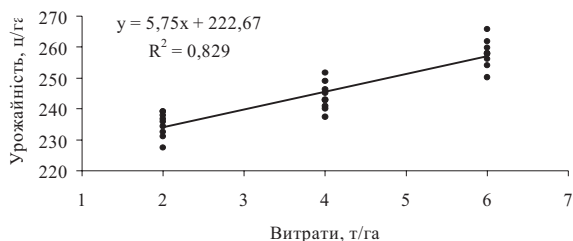


Рис. 3. Лінійна регресійна модель залежності врожайності томатів від норм внесення перегною в ґрунт

У той же час для прогнозування впливу дози біогумусу на врожайність томатів найкращою є нелінійна квадратична регресійна модель (рис. 4).

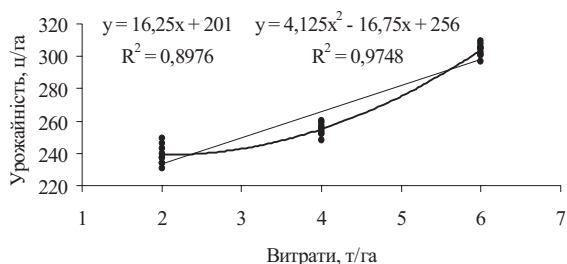


Рис. 4. Регресійні моделі залежності врожайності томатів від норм внесення біогумусу в ґрунт

Виявлена нелінійність ефектів дії біогумусу в ґрунті на врожайність томатів відображає складні механізми різносторонньої дії даного добрива на рослини в порівнянні з традиційно застосованим перегноєм.

Виконано порівняльний аналіз ефективності різних способів дії препаратів на рослину. Найкращим для отримання більшої врожайності є спосіб замочування насіння в розчині біогумату. Високі показники врожайності дає внесення біогумусу в ґрунт. Проте цей спосіб енергоємний і добрі результати отримують тільки при великих нормах внесення органічних добрив.

У результаті всі способи застосування біогумусу і біогуматів при вирощуванні томатів у відкритому ґрунті мають достовірні переваги, що характеризуються високою врожайністю. Моделювання експериментальних даних достовірно відобразило різну реакцію рослин томатів на застосування біогумату і біогумусу.

Таким чином, на підставі порівняння середніх значень врожайності томатів сорту Персей за декілька років створенні моделі залежностей врожайності від витрати біогумусу і біогумату.

Моделювання експериментальних даних достовірно відобразило різну реакцію рослин томатів на застосування біогумату і біогумусу.

Залежність врожайності томатів від дози внесеного перегною адекватно описується лінійною регресійною моделлю.

На врожайність томатів в першу чергу впливає доза препарату, в другу – вид препарату. Регулюванням дози різних препаратів при замочуванні насіння можна істотно впливати на підсумкову врожайність томатів.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гармаш С.М., Рябченко М.О., Кулик О.П. Біоконверсія соняшникового лушпиння: Монографія / Ред. Рябченко М.О. – Дніпропетровськ: Пороги, 2008. – 94 с.
2. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных. – М.: Мир, 1980. – 612 с.
3. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы планирования эксперимента. – М.: Мир, 1981. – 518 с.
4. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
5. Эйнслийн К., Рэстон Э., Уилф Г.С. Статистические методы для ЭВМ. – М.: Наука, 1986. – 464 с.
6. Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. Статистика в науке и бизнесе. – К.: МОРИОН, 2002. – 640 с.
7. Боровиков В. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. – СПб.: Питер, 2001. – 656 с.

Надійшла до редакції 25.06.2012