

УДК 633.52:631.5 (477.41/.42)
© 2014

Ю.В. Шеремет

І.Ю. Деробон,
кандидат сільсько-
господарських наук

В.Г. Дідора,
доктор сільсько-
господарських наук

*Житомирський національний
агроєкологічний університет*

ФАКТОРНИЙ АНАЛІЗ ПОЛЬОВОГО ДОСЛІДУ НА ПРИКЛАДІ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

На основі 3-факторного дослідження з льоном олійним здійснено статистичний аналіз, який дав змогу встановити точність і однозначність ступенів ймовірності та надійності висновків щодо оптимальних норм висіву, унесення і впливу мінеральних добрив на запрограмований урожай та адаптованість і пластичність сортів до умов Полісся.

Ключові слова: льон олійний, сорт, норма внесення мінеральних добрив, дисперсійний аналіз, метод рендомізованих повторень, частка факторів, урожайність.

На всіх етапах сучасних наукових досліджень передбачається широке використання методів статистичного аналізу, який дає можливість установити приховані залежності, властиві багатьом біологічним явищам.

Застосування математичної статистики в галузях сільськогосподарської науки вносить точність і однозначність, дає змогу глибше оцінювати ступінь науково-виробничих завдань, виявляти раніше невідомі закономірності.

Мета досліджень — розроблення сортової технології вирощування льону олійного в екологічних умовах Полісся залежно від норми мінеральних добрив на запрограмований урожай.

Методика досліджень. Дослідження здійснювали впродовж 2010–2012 рр. на дослідному полі Житомирського національного агроєкологічного університету в с. Велика Горбаша Черняхівського району.

Ґрунт дослідного поля — ясно-сірий лісовий, супіщаний; материнська порода — водно-льодовиковий відкладення, ступінь окультурення — середній.

В орному шарі ґрунту (18–20 см) міститься гумусу (за Тюрнімом) 1,1–1,4%; легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) — 48,5–51,5 мг/кг ґрунту; рухомого фосфору (за Кірсановим) і обмінного калію (за Масловою) — відповідно 70–80 і 80–100 мг/кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину кисла — рН 5,2–5,9; Нг — 2,2–2,5 мг-екв./100 г ґрунту; сума поглинутих основ — 2,55 мг-екв./100 г ґрунту.

Схема досліджень містить 3-факторний дослід з вивчення сортів, норм висіву і доз добрив на запрограмований урожай.

Фактор А — сорти льону олійного: Блакитно-помаранчевий, Симпатик, Еврика.

Фактор В — норма мінеральних добрив: без добрив — 0,9 т/га; $N_{34}P_{10}K_{21}$ — 1,0 т/га; $N_{52}P_{16}K_{36}$ — 1,5; $N_{71}P_{22}K_{51}$ — 2,0 т/га.

Фактор С — норма висіву: 6 млн шт./га; 8; 10 млн шт./га.

Головна мета статистичного аналізу — визначити результати досліджень, на які впливає багато різноманітних передбачених і випадкових факторів і якими не може повною мірою управляти дослідник. Польові стаціонарні довготривалі дослідження потребують великих затрат часу і коштів, а в короткотривалих пошукових дослідженнях отримані сумнівні різниці між варіантами часто залишаються без достатнього аналізу і пояснень.

Статистика — один із найважливіших методів польових досліджень, оскільки дає змогу порівняти й оцінити досить незначні відмінності. Інтерпретація та оцінка саме таких різновидів є набагато складнішими, ніж демонстрація тих, що не викликають ніяких сумнівів.

До закладання дослідження потрібно чітко сформулювати межі експерименту, яка визначатиме оптимальне використання експериментальної техніки і наперед заплановані методи прикладної статистики. Методика досліджень, що об'єднує всі технологічні процеси виконання дослідження, передбачає автоматизований облік і своєчасне корегування самої технології, забезпечує економію часу, трудових ресурсів, коштів, експериментального матеріалу тощо. На прикладі визначення достовірних факторів впливу на продуктивність льону олійного як сільськогосподарської культури, невластивої Полісся України, показано вплив елементів технології на врожайність.

Результати досліджень. За розрахунками

HIP_{05} за методиками [2, 3] отримано такі результати у 2010 і 2011 рр.: фактор $A=0,04$, фактор $B=0,03$ і фактор $C=0,03$ т/га. В умовах 2012 р. HIP_{05} факторів A , B і C становили $0,04$ т/га.

Результати дисперсійного аналізу 3-факторного польового дослідку свідчать про те, що у 2010 р. сорт льону Симпатик (фактор B) за удобрення в дозі $N_{71}P_{22}K_{51}$ не забезпечив істотного приросту врожаю ($HIP_{05}=0,03$ т/га; різниця між середніми врожайностями стандартного сорту і сорту Симпатик становить $0,01$ т/га). За інших варіантів удобрення сорти Симпатик і Еврика забезпечили достовірні прирости врожаю. Сорт Еврика порівняно із сортом Симпатик забезпечив достовірні прирости врожаю насіння в контрольному варіанті і за доз добрив $N_{34}P_{10}K_{21}$ і $N_{52}P_{16}K_{36}$. ($HIP_{05}=0,03$ т/га; різниця між середніми врожайностями сортів Симпатик і Еврика за доз добрив $N_{34}P_{10}K_{21}$ і $N_{52}P_{16}K_{36}$ становить $0,10$ т/га).

Слід додати, що в цьому самому році фактор A за удобрення в дозі $N_{34}P_{10}K_{21}$ мав статистично достовірний вплив на врожайність насіння сортів льону олійного ($HIP_{05}=0,04$ т/га; різниця між середніми врожайностями сортів без добрив і за удобрення в дозі $N_{34}P_{10}K_{21}$ дорівнює $0,11$ т/га). За підсумковою таблицею оцінки істотності різниць, удобрення в дозах $N_{52}P_{16}K_{36}$ і $N_{71}P_{22}K_{51}$ забезпечило статистично достовірні прирости врожаю ($HIP_{05}=0,04$ т/га; різниця між середніми врожайностями сортів без добрив і за удобрення в дозах $N_{52}P_{16}K_{36}$ і $N_{71}P_{22}K_{51}$ відповідно дорівнює $0,24$ та $0,26$ т/га). Проте аналіз різниці середніх урожайностей насіння льону олійного цих рівнів фактора A виявляє відсутність істотного впливу ($HIP_{05}=0,04$ т/га; різниця між середніми врожайностями сортів за удобрення в дозах $N_{52}P_{16}K_{36}$ і $N_{71}P_{22}K_{51}$ відповідно становить $0,26-0,24=0,02$ т/га).

Подібна тенденція склалася і стосовно норми висіву (фактор C). Норми висіву 8 і 10 млн шт./га забезпечили достовірні прирости врожайності насіння порівняно з висівом 6 млн шт./га ($HIP_{05}=0,03$ т/га; різниця між середніми врожайностями сортів за норми висіву 6 млн шт./га і нормами висіву 8 і 10 млн шт./га відповідно дорівнює $0,08$ та $0,10$ т/га). За аналізу різниці між середніми врожайностями насіння льону олійного за норм висіву 8 і 10 млн шт./га виявлено відсутність істотного впливу на врожайність за збільшення норми висіву до 10 млн шт./га ($HIP_{05}=0,03$ т/га; різниця між середніми врожай-

ностями сортів за висіву 8 і 10 млн шт./га відповідно дорівнює $0,08-0,06=0,02$ т/га).

Тенденція стосовно впливу сортів на врожайність льону олійного зберігалася і в 2011 р. Так, у сорту Симпатик (фактор B) за дози добрив $N_{52}P_{16}K_{36}$ знизилася врожайність насіння на рівні статистично достовірної ($HIP_{05}=0,03$ т/га; різниця між середніми врожайностями сортів Блакитно-помаранчевий і Симпатик становила $-0,03$ т/га). Сорти Симпатик і Еврика порівняно із сортом-стандартом забезпечили достовірні прирости врожайності насіння за доз добрив $N_{34}P_{10}K_{21}$ і $N_{71}P_{22}K_{51}$ порівняно із сортом Блакитно-помаранчевий. Проте різниця між середніми врожайностями сортів Симпатик і Еврика за цих самих рівнів удобрення виявилася неістотною.

Дози добрив $N_{52}P_{16}K_{36}$ і $N_{71}P_{22}K_{51}$ (фактор A) забезпечили значні прирости врожайності ($HIP_{05}=0,04$ т/га; різниця між середніми врожайностями сортів без добрив і з удобренням у дозах $N_{52}P_{16}K_{36}$ і $N_{71}P_{22}K_{51}$ відповідно дорівнює $0,28$ та $0,25$ т/га). Різниця між середніми врожайностями насіння льону олійного за удобрення $N_{52}P_{16}K_{36}$ і $N_{71}P_{22}K_{51}$ виявляє недостовірний вплив ($HIP_{05}=0,04$ т/га; різниця між середніми врожайностями сортів за удобрення в дозах $N_{52}P_{16}K_{36}$ і $N_{71}P_{22}K_{51}$ відповідно дорівнює $0,25-0,28=-0,03$ т/га). Норми висіву (друга і третя градація фактора C) 8 і 10 млн шт./га, як і в 2010 р., забезпечили достовірні прирости врожайності насіння порівняно з висівом 6 млн шт./га ($HIP_{05}=0,03$ т/га; різниця між середніми врожайностями сортів за норми висіву 6 млн шт./га і норм висіву 8 і 10 млн шт./га відповідно дорівнює $0,09$ та $0,11$ т/га). Різниця між середніми врожайностями насіння льону олійного за норм висіву 8 і 10 млн шт./га виявилася неістотною ($HIP_{05}=0,03$ т/га; різниця між середніми врожайностями сортів за висіву 8 і 10 млн шт./га відповідно дорівнює $0,11-0,09=0,02$ т/га).

Дисперсійний аналіз 3-факторного польового дослідку свідчить про те, що в 2012 р. сорт Симпатик (фактор B) без удобрення і з унесенням добрив у дозах $N_{34}P_{10}K_{21}$ і $N_{71}P_{22}K_{51}$ забезпечив неістотний приріст врожаю ($HIP_{05}=0,04$ т/га; різниця між середніми врожайностями сортів Блакитно-помаранчевий і Симпатик становить $0,02-0,03$ т/га відповідно до варіанта з удобренням у досліді). Сорти Симпатик і Еврика за рівня удобрення $N_{52}P_{16}K_{36}$ забезпечили істотні різниці врожайності порівняно із сортом Блакитно-помаранчевий. Проте перевагу за вирощування слід надати сорту Еври-

1. Вплив сорту, норми висіву і удобрення на врожайність льону олійного у 2010–2012 рр., т/га

Фактор			Повторення			Суми V	Середнє
удобрєння	сорт	норма	2010	2011	2012		
A1(контроль)	B1 (Блакитно-помаранчевий)	C1(6)	0,95	0,71	1,16	2,82	0,94
		C2(8)	0,97	0,94	1,12	3,03	1,01
		C3(10)	1,00	0,98	1,17	3,15	1,05
	B2 (Симпатик)	C1	1,11	1,06	1,19	3,36	1,12
		C2	1,01	1,08	1,18	3,27	1,09
		C3	1,19	1,07	1,16	3,42	1,14
	B3 (Еврика)	C1	1,31	1,11	1,22	3,64	1,21
		C2	1,38	1,14	1,27	3,79	1,26
		C3	1,37	1,16	1,28	3,81	1,27
A2	B1	C1	1,12	0,98	1,17	3,27	1,09
		C2	1,20	1,15	1,24	3,59	1,20
		C3	1,23	1,15	1,26	3,64	1,21
	B2	C1	1,21	1,13	1,25	3,59	1,20
		C2	1,24	1,18	1,24	3,66	1,22
		C3	1,30	1,16	1,26	3,72	1,24
	B3	C1	1,29	1,1	1,23	3,62	1,21
		C2	1,37	1,2	1,32	3,89	1,30
		C3	1,38	1,19	1,37	3,94	1,31
A3	B1	C1	1,21	1,21	1,28	3,70	1,23
		C2	1,30	1,3	1,41	4,01	1,34
		C3	1,32	1,32	1,32	3,96	1,32
	B2	C1	1,27	1,23	1,34	3,84	1,28
		C2	1,44	1,21	1,49	4,14	1,38
		C3	1,45	1,29	1,46	4,20	1,40
	B3	C1	1,46	1,36	1,44	4,26	1,42
		C2	1,50	1,42	1,48	4,40	1,47
		C3	1,51	1,43	1,49	4,43	1,48
A4	B1	C1	1,28	1,12	1,32	3,72	1,24
		C2	1,41	1,23	1,5	4,14	1,38
		C3	1,43	1,35	1,42	4,20	1,40
	B2	C1	1,28	1,22	1,4	3,90	1,30
		C2	1,42	1,32	1,46	4,20	1,40
		C3	1,44	1,35	1,45	4,24	1,41
	B3	C1	1,47	1,35	1,46	4,28	1,43
		C2	1,52	1,59	1,5	4,61	1,54
		C3	1,50	1,53	1,51	4,54	1,51
Суми р			46,84	43,32	47,82	137,98	1,28

N=108; C=176,282; C_y=2,71; C_p=0,3111; C_c=0,17; C_v=2,15591; C_z=0,24; C_a=1,3801; C_в=0,51; C_{ав}=0,0554315; C_{ас}=0,01818; C_{св}=0,01284.

2. Урожайність насіння льону олійного за 2010–2012 рр. залежно від сорту, удобрення і норми висіву, т./га

Удобрення	Сорт	Норма висіву, млн шт./га				Середнє за сортами	± до контролю	Середнє за добривами	± до контролю
		6	8	10	10				
Контроль (без добрив)	Блакитно-помаранчевий — st	0,94	1,01	1,05	1,00	—	—	1,13	—
	Симпатик	1,12	1,09	1,14	1,13	0,12	0,12	—	—
N ₃₄ P ₁₀ K ₂₁	Еврика	1,21	1,26	1,27	1,25	0,25	0,25	—	—
	Блакитно-помаранчевий — st	1,09	1,20	1,21	1,17	—	—	1,22	0,09
N ₅₂ P ₁₆ K ₃₆	Симпатик	1,20	1,22	1,25	1,22	0,05	0,05	—	—
	Еврика	1,21	1,30	1,31	1,27	0,10	0,10	—	—
N ₇₁ P ₂₂ K ₅₁	Блакитно-помаранчевий — st	1,23	1,34	1,32	1,30	—	—	1,37	0,24
	Симпатик	1,28	1,38	1,40	1,35	0,05	0,05	—	—
Середнє за нормами висіву ± до контролю	Еврика	1,42	1,47	1,48	1,46	0,16	0,16	—	—
	Блакитно-помаранчевий — st	1,24	1,38	1,40	1,34	—	—	1,38	0,25
НІР ₀₅ добрив — 0,04 т/га; сортів і норм висіву — 0,03; добрив і сортів — 0,06 т/га	Симпатик	1,30	1,40	1,41	1,37	0,03	0,03	—	—
	Еврика	1,39	1,45	1,46	1,43	0,09	0,09	—	—
		—	1,22	1,30	1,31	—	—	—	—
		—	0,08	0,09	0,09	—	—	—	—

ка, який порівняно із сортом Симпатик забезпечив приріст середньої врожайності 0,04 т/га.

Дози добрив (фактор А) N₃₄P₁₀K₂₁, N₅₂P₁₆K₃₆ і N₇₁P₂₂K₅₁ забезпечили істотні прирости врожаю (НІР₀₅=0,04 т/га; різниця між середніми врожайностями сортів без добрив і за удобрення в дозах N₃₄P₁₀K₂₁, N₅₂P₁₆K₃₆ і N₇₁P₂₂K₅₁ відповідно дорівнює 0,06; 0,22 та 0,25 т/га). Прирости врожайності льону олійного за удобрення в дозі N₃₄P₁₀K₂₁ є мінімальними. Різниця між середніми врожайностями насіння льону олійного за удобрення N₅₂P₁₆K₃₆ і N₇₁P₂₂K₅₁ є неістотною (НІР₀₅=0,04 т/га; різниця між середніми врожайностями сортів за удобрення в дозах N₅₂P₁₆K₃₆ і N₇₁P₂₂K₅₁ відповідно дорівнює 0,25–0,22 = 0,03 т/га).

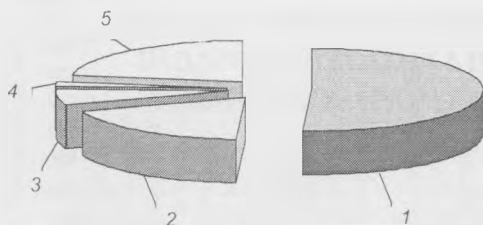
Норми висіву (друга і третя градація фактора С) 8 і 10 млн шт./га, як і в 2010 та 2011 рр., забезпечили істотні прирости врожаю насіння порівняно з висівом 6 млн шт./га (НІР₀₅=0,03 т/га; різниця між середніми врожайностями сортів за норми висіву 6 млн шт./га і норм висіву 8 і 10 млн шт./га відповідно дорівнює 0,06 та 0,06 т/га). Різниця між середніми врожайностями насіння льону олійного за норм висіву 8 і 10 млн шт./га дорівнює нулю (НІР₀₅=0,03 т/га; різниця між середніми врожайностями сортів за норм висіву 8 і 10 млн шт./га відповідно дорівнює 0,06–0,06=0).

Отже, сорт Еврика впродовж 3-х років досліджень давав статистично істотні прирости врожаю насіння льону олійного порівняно із сортом-стандартом (фактор В). Істотною була й різниця між середніми врожайностями сортів Еврика і Симпатик. Для сорту Еврика різниці між середніми врожайностями за внесення добрив у дозах N₅₂P₁₆K₃₆ і N₇₁P₂₂K₅₁ (фактор А) та врожайностями за норм висіву (фактор С) 8 і 10 млн шт./га менші, ніж НІР₀₅.

Дисперсійний аналіз багатофакторного польового досліджу здійснено за Б.А. Доспеховим.

За результатами досліджень з вивчення впливу елементів технології вирощування льону олійного на насіння в умовах Полісся встановлено, що найвпливовішими з них є мінеральні добрива, внесені на запрограмований урожай, добір сортів з урахуванням біологічних особливостей та екологічних умов вирощування, формування оптимальної густоти стояння рослин (табл. 1).

Найбільший вплив на рівень урожайності льону олійного мали мінеральні добрива. Порівняно з контролем без добрив приріст урожайності насіння за внесення доз добрив



Частка впливу факторів на врожайність насіння льону олійного (середнє за 2010–2012 рр.): 1 — удобрення А (51%); 2 — сорт В (19%); 3 — норма висіву С (6%); 4 — взаємодія АВ (2%); 5 — інші (22%)

$N_{52}P_{16}K_{36}$ становив 0,24 т/га, $N_{34}P_{10}K_{21}$ — 0,15 т/га. Збільшення дози до $N_{71}P_{22}K_{51}$ не сприяло адекватному зростанню врожайності насіння льону олійного, порівняно з дозою $N_{52}P_{16}K_{36}$ приріст був у межах похибки дослі-

ду. Для умов Полісся кращим виявився сорт льону олійного Еврика. На фоні без добрив за врожайністю він перевищував контрольний сорт Блакитно-помаранчевий на 0,25 т/га, з унесення добрив — на 0,09–0,10 т/га.

Оптимальною нормою висіву льону олійного є 8 млн насінин/га, яка порівняно з контрольною 6 млн насінин/га забезпечує приріст урожайності 0,08 т/га.

За норми висіву льону олійного 10 млн насінин/га істотного приросту врожайності насіння не спостерігалось.

У середньому за 2010–2012 рр. на рівень урожайності насіння льону олійного найбільше впливали добрива і сорт — відповідно 51 і 19%; істотно впливали норма висіву та взаємодія добрив і сорту — відповідно 6 і 2%; інші фактори — 22% (рисунк).

Висновки

За результатами 3-річних польових досліджень на ясно-сірих лісових ґрунтах Полісся встановлено, що найбільш пластичним та адаптованим до абіотичних факторів є сорт Еврика з нормою висіву 8 млн шт. схожого насіння на 1 га. У середньому за 3 роки досліджень максимальна врожайність насіння льону олійного сорту Еврика на фоні внесення мінеральних добрив у дозі $N_{52}P_{16}K_{36}$ станови-

ла 1,46 т/га. За дисперсійного аналізу багатфакторного польового досліджу з використанням методу рандомізованих повторень з'ясувалося, що частка впливу удобрення на врожайність насіння льону олійного становить 51%, сорту — 19%, норми висіву — 6%, за статистично достовірної різниці ($HIP_{0,5}$) за впливом на врожайність удобрення — 0,04, норм висіву — 0,03 т/га.

Бібліографія

1. Вавилов П.П. Растениеводство/П.П. Вавилов, В.В. Гриценко, В.С. Кузнецов. — Изд. 5-е доп. и перераб. — М.: Колос, 1986. — 512 с.

2. Дідора В.Г. Методика наукових досліджень в агрономії/В.Г. Дідора, О.Ф. Смаглій, Е.Р. Ермантраут. — К.: Центр учб. л-ри, 2013. — 160 с.

3. Доспехов Б.А. Методика полевых опытов/Б.А. Доспехов. — М., 1985. — С. 417.

4. Минкевич И.А. Лен масличный/И.А. Минкевич. — М.: Сельхозгиз, 1957. — 170 с.

5. Fried W. Alternative für schwächere Standorte/W. Fried, K.A. Niepenlerg//DLGMitt, 1988. — V. 103. — № 7. — P. 360–361.

Надійшла 18.02.2014.