

УДК 332.33:631.45:633.521:631.559  
© 2017

**А.С. ЛІМОНТ,**  
кандидат технічних наук

Житомирський агротехнічний коледж,  
Україна

E-mail: info@zhatk.zt.ua

вул. Покровська, 96, м. Житомир

СТАТИСТИЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ  
РОЗОРАННОСТІ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ  
УГІДЬ ТА ВРОЖАЙНІСТЬ  
ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЮ

*Висвітлено розораність сільськогосподарських угідь великотоварних аграрних формувань Житомирського Полісся, концентрація посівів льону-довгунцю в яких в роки усталеного і інтенсивного розвитку льонарства в Україні, коливалася, у межах 4,2–13,6 %. Середнє арифметичне значення і середнє квадратичне відхилення емпіричного розподілу розораності аналізованих підприємств дорівнювали відповідно 65,5 і 9,75 %. За показниками асиметрії і ексцесу емпіричний розподіл розораності сільгоспугідь несуттєво відхилявся від нормального. З підвищенням розораності від 38,2 до 83,1 % урожайність насіння і волокна льону-довгунцю зростає з поступовим сповільненням за визначеними гіперболічними залежностями.*

*Ключові слова:* сільськогосподарські угіддя, розораність, льон-довгунець, урожайність, насіння, волокно, кореляція, рівняння регресії.

**Постановка проблеми.** Однією з найактуальніших проблем сучасного землеробства вважають ерозію ґрунтів [1–7]. Основними причинами, що зумовлюють розвиток ерозійних процесів, вважають розораність сільськогосподарських угідь, розширення площі посіву просапних культур, укрупнення полів та значне зниження площі залісення [2–9]. На необхідність поліпшення структури агроландшафтів і оптимізації структури сільськогосподарських угідь вказано в багатьох працях, і зокрема в [8, 10]. Проте в проблемі поліпшення структури агроландшафтів залишилася поки що невирішеною низка питань. У запропонованому матеріалі й передбачено з'ясувати деякі з них.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Інформація щодо розораності сільськогосподарських угідь в Україні наведена в Статистичних щорічниках, стан земельного фонду в розрізі областей, основних природних зон (Полісся, Лісостеп і Степ) аналізується в багатьох роботах. Повідомляється, що в окремих районах країни розораність сягає 96 % [6]. У структурі сільськогосподарських угідь

Дніпропетровської області на орні землі припадає 84 %, а на середовищестабілізуючі угіддя лише 16 % (у тому числі на пасовища – 13 %, багаторічні насадження – 2, на сіножаті – лише 1 %) [8]. За частки орних земель в Чернігівській області 66,5 % сприятливі кліматичні умови дозволяють вирощувати більшість сільськогосподарських культур [11]. З підвищенням розораності земель в адміністративних районах Житомирської області від 49,9 до 85,0 % рівень родючості угідь зростає від 16,3 до 34,3 бала. Проте дослідники зауважують, що високе господарське освоєння земельного фонду без належних заходів його охорони і відтворення спричинює щораз більшу деградацію земель [12, с. 63].

За розробками проф. С.Ю. Булигіна [13, 14], оптимальним слід вважати відношення дестабільних факторів (рілля, сади) до стабільних (природні кормові угіддя, ліси, лісосмуги), яке не перевищує одиниці. Розрахунки проф. М.В. Зубця і його співавторів [2] показують, що частка ріллі у складі найбільш продуктивних земель не повин-

## ЗЕМЛЕРОБСЬКА МЕХАНІКА

на перевищувати 57,9 %. За даними проф. В.Ф. Сайка [6], прогнозована розораність сільськогосподарських угідь в Україні за рахунок вилучення з обробітку відповідного обсягу ріллі і переведення її в природні кормові угіддя має становити 56,8 %. Пропонованим комплексом протиерозійних заходів передбачено зменшення розораності до 40 % [2]. Стосовно розораності поліських агроландшафтів, то, за напрацюваннями В.П. Стрельченка і його співавторів [15], вона не повинна перевищувати 33 %. З посиланням на щойно згаданих науковців і рекомендовані ними обмеження розораності сільськогосподарських угідь вважаємо, що в першому наближенні зміну розораності сільськогосподарських угідь 33–57,9 % слід визнати з урахуванням можливих допусків як таку, яка встановлює граничну розораність, з перевищенням якої ґрунт деградує, і встановлена межа, на думку дослідників, є екологічно обґрунтованою.

У Житомирській області у 2015 р. розораність сільськогосподарських угідь становила 73,7 % [16]. У Житомирському Поліссі станом на 2008 р. – 63 % за екологічно обґрунтованої 40 % [17].

У США рілля становить 20 % сільськогосподарських угідь [6] (зустрічаємо близькі до цих, але дещо інші значення розораності).

Розораність сільськогосподарських угідь як антропогенний або антропогенний чинник, що спричинює деградацію ґрунтів і, за дослідженнями [12], формує їхню родючість, відповідним чином має впливати на врожайність сільськогосподарських культур. Проте аналіз публікацій засвідчив, що в літературних джерелах відсутня інформація про вплив розораності сільськогосподарських угідь на врожайність хоча б провідних та характерних і традиційних для відповідної природної зони чи окремого регіону сільськогосподарських культур. Тому вважаємо, що опублікований раніше матеріал [18] варто доповнити відомостями про особливості опрацювання зібраних статистичних даних, одержання відповідних модельних рівнянь регресії та їх графічного подання з подальшим тлумаченням.

**Мета дослідження** полягала в підвищенні ефективності виробництва льону-довгунцю

цю шляхом пошуку і пізнання розораності сільськогосподарських угідь льоносіючих аграрних формувань, що забезпечує наближену до максимальної врожайності льонопродукції. *Завдання дослідження:* 1) проаналізувати розподіли розораності сільськогосподарських угідь та врожайності насіння і волокна льону-довгунцю; 2) за розподілом розораності сільськогосподарських угідь в досліджуваних підприємствах з'ясувати ймовірність її забезпечення в екологічно обґрунтованих за узагальненнями межах; 3) побудувати двомірні варіаційні ряди “розораність сільськогосподарських угідь” і “врожайності насіння та волокна льону-довгунцю”; 4) за дисперсійним аналізом з'ясувати вплив розораності сільськогосподарських угідь на врожайність льонопродукції; 5) з використанням побудованих двомірних варіаційних рядів визначити коефіцієнти кореляції і кореляційні відношення, що характеризують якісний статистичний зв'язок між досліджуваними результативними і факторіальними ознаками; 6) розрахувати середньозважені значення результативних ознак, що відповідають середньогруповим значенням факторіальності; 7) здійснити вирівнювання середньозважених “експериментальних” значень результативних ознак передбачуваними алгебраїчними функціями і за  $R^2$ -коефіцієнтом вибрати найбільш прийнятний варіант апроксимації; 8) на підставі середньої помилки вирівнювання “експериментальних” значень результативних ознак розрахувати показники оцінювання вирівнювання врожайностей насіння і волокна льону-довгунцю; 9) за середніми квадратичними відхиленнями розподілів урожайностей насіння і волокна льону-довгунцю та кореляційними відношеннями цих урожайностей по розораності сільськогосподарських угідь розрахувати помилки відповідних модельних рівнянь регресії та визначити коефіцієнти детермінації, що характеризують силу впливу факторіальної ознаки на результативні.

**Об'єкт та методика дослідження.** Об'єкт дослідження – виробництво льону-довгунцю в 52 великотоварних аграрних формуваннях Житомирського Полісся в роки усталеного і за державної підтримки розви-

тку льонарства і концентрації посівів льону-довгунцю в межах 4,2–13,6 % та різної розораності сільськогосподарських угідь.

Ефективність виробництва льону-довгунцю оцінювали за врожайністю насіння і волокна культури, які в дослідженні були прийняті за результативні ознаки. Розораність сільськогосподарських угідь в дослідженні прийнята за факторіальну ознаку, яку розраховували як частку ріллі у відсотковому відношенні до загальної площі сільськогосподарських угідь в підприємстві. Площі сільськогосподарських угідь і ріллі та врожайності насіння і волокна льону-довгунцю в розрізі окремих підприємств вибирали з матеріалів їх державної звітності. Обробка зібраних і опрацьованих даних здійснена за допомогою методів математичної статистики, зокрема дисперсійного та кореляційно-регресійного аналізів [19, 20], а також з використанням стандартних комп'ютерних програм.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Розмах варіювання, середнє арифметичне значення, середнє квадратичне відхилення, коефіцієнт варіації, показники скошеності і пологості розподілів розораності сільськогосподарських угідь та врожайності насіння і волокна льону-довгунцю наведені в табл. 1. За визначених асиметричності і ексцесивності досліджуваних розподілів, відно-

шень показників міри асиметрії і ексцесу до своїх середніх квадратичних відхилень аналізовані розподіли несуттєво відхиляються від нормального.

Використовуючи властивості нормального розподілу і табульовані значення функції Лапласа, визначали, що в обстежених підприємствах ймовірність розораності сільськогосподарських угідь, яка знаходиться в межах 33–57,9 %, становить 0,21.

Побудовані двомірні варіаційні ряди розораності сільськогосподарських угідь як факторіальної ознаки та врожайності насіння й волокна як результативних ознак. Для з'ясування впливу розораності сільськогосподарських угідь на врожайність льону-довгунцю здійснили дисперсійний аналіз експериментальних даних за схемою нерівномірного однофакторного комплексу [19]. У дослідженні врожайності насіння і волокна число ступенів вільності факторіальної дисперсії (чисельник) становило 4, а випадкової (знаменник) – 47. Відношення першої дисперсії до другої визначало спостережуваний (розрахунковий)  $F$ -критерій ( $F_p$ ). Виявилось, що стосовно насіння  $F_{pn} = 2,43$ , а волокна –  $F_{pv} = 3,31$ . Значущість впливу розораності сільськогосподарських угідь на врожайність насіння доведена з ймовірністю 0,90, оскільки за такої ймовірності табличний  $F$ -критерій

**1. Основні статистичні показники розподілів розораності сільськогосподарських угідь та врожайності насіння і волокна льону-довгунцю**

Показник	Розораність сільськогосподарських угідь $P_{уз}$ , %	Урожайність, ц/га	
		насіння $U_{лн}$	волокна $U_{лв}$
Розмах варіювання	38,2–83,1	0,96–6,60	1,96–12,80
Середнє арифметичне значення	65,5	2,50	6,00
Середнє квадратичне відхилення	9,75	1,06	3,07
Коефіцієнт варіації, %	14,9	42,4	51,2
Показник міри: – асиметрії – ексцесу	–0,37 –0,56	0,77 1,06	0,64 –0,88
Відношення показника міри до його середнього квадратичного відхилення: – асиметрії – ексцесу	1,09 0,82	2,27 1,57	1,89 1,30

( $F_T$ ) за числа ступенів вільності чисельника 4 і знаменника 40 і 60 дорівнює відповідно 2,09 і 2,04, тобто витримується умова  $F_{рн} > F_T$ . Розораність сільськогосподарських угідь з ймовірністю  $P = 0,95$  значущо встановлює врожайність волокна, оскільки за такої ймовірності і наведених вище чисел ступенів вільності табличний  $F$ -критерій ( $F_T$ ) приймає значення 2,61 і 2,53, тобто  $F_{рн} > F_T$  [20].

З використанням двовірних варіаційних рядів опрацьована кореляційна таблиця щодо пошуку і з'ясування зв'язку між урожайністю насіння та волокна і розораністю сільськогосподарських угідь (табл. 2). Коефіцієнти кореляції між урожайністю насіння та волокна і розораністю сільськогосподарських угідь мали додатні значення, що свідчить про зростання врожайності льнопродукції з підвищенням розораності сільськогосподарських угідь. Кореляційні відношення врожайності льнопродукції по розораності сільськогосподарських угідь дещо перевищують відповідні коефіцієнти кореляції, що є ознакою можливого криволінійного зв'язку між досліджуваними величинами. Криволінійний характер зміни врожайностей насіння і волокна залежно від розораності сільськогосподарських угідь підтвердив розрахунок  $t$ -критерію Стюдента. Для з'ясування характеру зв'язку між факторіальною і результативними ознаками

здійснили вирівнювання “експериментальних” значень врожайностей прямолінійними залежностями з додатними кутовими коефіцієнтами, логарифмічними і ступеневими функціями та сповільнено зростаючими гіперболами з визначенням для відповідних залежностей  $R^2$ -коефіцієнта. Виявилось, що за значенням  $R^2$ -коефіцієнта найкраще вирівнювання забезпечила апроксимація “експериментальних” даних рівняннями гіпербол.

Зміна врожайності насіння льону-довгунцю  $U_{лн}$  (ц/га) залежно від розораності сільськогосподарських угідь  $P_{yr}$  (%) за здійсненими розрахунками і проведеним аналізом описується таким рівнянням сповільнено зростаючої гіперболи:

$$U_{лн} = 3,89 - 89,69 / P_{yr} \quad (1)$$

при  $r = 0,109$ ;  $\eta = 0,204$ ;  $R^2 = 0,629$ ;  $\lambda_{лн} = 0,12$ ;  $S_y = 1,04$  ц/га і  $k_d = 0,042$ ,

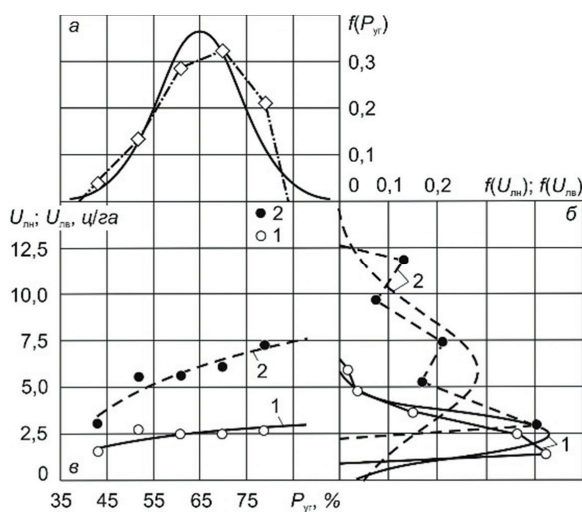
де  $r$  – коефіцієнт кореляції між результативною ознакою (тут урожайність насіння) і розораністю сільськогосподарських угідь;

$\eta$  – кореляційне відношення результативної ознаки (тут урожайності насіння) по факторіальній (розораності сільськогосподарських угідь);

$R^2$  – коефіцієнт, що визначає вірогідність апроксимації експериментальних значень результативної ознаки (тут урожайності насіння) рівнянням (1);

**2. Кореляційна таблиця щодо пошуку і з'ясування зв'язку між урожайністю насіння й волокна та розораністю сільськогосподарських угідь**

Середня зважена врожайність насіння, ц/га	Сума частот	Урожайність насіння, ц/га					Розораність сільськогосподарських угідь, %	Урожайність волокна, ц/га					Сума частот	Середня зважена врожайність волокна, ц/га
		5,48–6,60	4,35–5,47	3,22–4,34	2,09–3,21	0,96–2,08		1,96–4,12	4,13–6,29	6,30–8,46	8,47–10,63	10,64–12,80		
1,52	2					2	38,2–47,1	2				2	3,04	
2,65	7		1	1	2	3	47,2–56,1	5				2	7	5,52
2,42	15			3	6	6	56,2–65,1	8	3		1	3	15	5,64
2,52	17		1	4	4	8	65,2–74,1	6	3	5	1	2	17	6,10
2,65	11	1			7	3	74,2–83,1		3	6	2		11	7,18
	52	1	2	8	19	22	Сума частот	21	9	11	4	7	52	



**Полігони і криві нормального розподілу:**

*a* – розораності сільськогосподарських угідь  $P_{уг}$ ; *б* – урожайності насіння  $U_{лн}$  (1) і волокна  $U_{лв}$  (2); *в* – зміни врожайності насіння  $U_{лн}$  (1) і волокна  $U_{лв}$  (2) залежно від розораності сільськогосподарських угідь  $P_{уг}$

$\lambda_{лв}$  – показник оцінювання вирівнювання експериментальних значень результативної ознаки (тут урожайності насіння) рівнянням (1);

$S_y$  – помилка рівняння (1) криволінійної регресії результативної ознаки (тут урожайності насіння) по розораності сільськогосподарських угідь;

$k_d$  – коефіцієнт детермінації, що визначає силу впливу факторіальної ознаки на результативну.

За коефіцієнтом детермінації  $k_d = 0,042$  можна зробити висновок щодо значущості впливу розораності сільськогосподарських угідь на врожайність насіння льону-довгунцю. Розораність сільськогосподарських угідь тільки на 4,2 % визначає варіювання врожайності насіння льону-довгунцю, а решту 95,8 % не поясненої дисперсії характеризує вплив інших неврахованих у цьому дослідженні факторів.

Кількісну зміну врожайності волокна льону-довгунцю  $U_{лв}$  (ц/га) від розораності сільськогосподарських угідь  $P_{уг}$  (%) характеризує таке рівняння:

$$U_{лв} = 11,43 - 345,63 / P_{уг} \quad (2)$$

при  $r = 0,245$ ;  $\eta = 0,270$ ;  $R^2 = 0,908$ ;  $\lambda_{лв} = 0,08$ ;  $S_y = 2,95$  ц/га і  $k_d = 0,078$ .

На рисунку наведені полігони і криві нормального розподілу досліджуваних ознак та криві зміни врожайності насіння і волокна льону-довгунцю залежно від розораності сільськогосподарських угідь, що побудовані з використанням рівнянь (1) і (2).

Рівняння (1) і (2) по показниках оцінювання вирівнювання  $\lambda_{лв}$  задовільно описують характер зміни врожайності насіння і волокна льону-довгунцю залежно від розораності сільськогосподарських угідь. За значеннями помилок  $S_y$  рівнянь регресії (1) і (2) та наведеними кривими зміни  $U_{лн}$  і  $U_{лв}$  залежно від  $P_{уг}$  простежується, що з підвищенням розораності сільськогосподарських угідь понад 50 % урожайність льонопродукції зростає, але темп цього зростання уповільнюється і знаходиться в межах помилок рівнянь регресії.

**Висновки**

Дослідження функціонування 52 реальних великотоварних аграрних підприємств Житомирського Полісся з концентрацією посівних площ льону-довгунцю від 4,2 до 13,6 % і розораністю сільськогосподарських угідь в межах 38,2–83,1 % виявили між урожайністю льону-довгунцю і розораністю угідь відповідний статистичний

зв'язок. Цей зв'язок оцінюють додатні коефіцієнти кореляції між урожайністю насіння й волокна та розораністю угідь відповідно 0,109 і 0,245 за кореляційних відношень у тій самій послідовності 0,204 і 0,270.

Вирівнювання експериментальних значень урожайності льонопродукції залежно від роз-

ораності сільгоспугідь за прямою з додатним кутівим коефіцієнтом, рівняннями логарифмічної і ступеневої функцій та гіперболою зворотного зв'язку з визначенням R2-коефіцієнтів указало на краще узгодження експериментальних даних рівняннями гіперболічних залежностей. Такі залежності є сповільнено зростаючими. Зі збільшенням розораності понад 50 % підвищення врожайності льону-довгуноцю уповільнюється, сягаючи за вільними членами гіперболічних рівнянь своїх асимптотичних значень, які по врожайності насіння і волокна дорівнюють відповідно 3,89 і 11,43 ц/га.

Одержані результати до деякої міри збігаються з рекомендованою агроекологічною доціль-

ністю обмеження розораності сільськогосподарських угідь в Україні [2, 6, 14]. Опосередкованим підтвердженням виявленого характеру зміни врожайності льону-довгуноцю залежно від розораності сільськогосподарських угідь є з'ясування дослідниками [12] зростання рівня родючості угідь від 16,3 до 34,3 бала з підвищенням в адміністративних районах Житомирської області розораності земель від 49,9 до 85,0 %.

**Напрямок подальших розвідок** має бути спрямований на пошук і з'ясування зв'язків між розораністю сільськогосподарських угідь і показником ефективності використання машинно-тракторного парку аграрних підприємств.

### Бібліографія

- Надточій П.П. Екологія ґрунту та його забруднення / Надточій П.П., Вольвач В.Ф., Гермащенко В.Г. – К.: Аграрна наука, 1998. – 286 с.
- Зубець М.В. Ерозія: стан та шляхи розв'язання проблеми / М.В. Зубець, С.А. Балюк, Д.О. Тімченко // Вісник аграр. науки. – 2008. – № 3 – С. 8–12.
- Банк О.П. Агроекологічні аспекти оцінки втрат запасів ґрунту від ерозійних процесів / О.П. Банк, П.І. Мороз // Зб. наук. праць Уманського держ. аграр. ун-ту / Редкол.: П.Г. Копитко (відп. ред.) та ін. – Умань, 2004. – Вип. 58. – С. 133–141.
- Сайко В. Актуальні проблеми землеробства: протистих шляхів мінімалізації обробітку ґрунту не буває / В. Сайко // Техніка АПК. – 2008. – № 1. – С. 8–14.
- Банк О.П. Агроекологічна оцінка еродованості земель на Черкащині / О.П. Банк, П.І. Мороз // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2007. – № 1. – С. 26–29.
- Сайко В.Ф. Проблеми раціонального використання земельного фонду України / В.Ф. Сайко // Землеробство. – К.: Урожай, 1996. – Вип. 71. – С. 3–10.
- Докучаєв В.В. Избранные труды / В.В. Докучаев; под ред. Б.Б. Полюнова. – М.: Изд-во АН СССР, 1949. – 643 с.
- Оптимізація агроландшафтів та раціональне землекористування в Дніпропетровській області / І.П. Чабан, В.О. Забалуєв, В.І. Фененко, В.В. Кулініч // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – Дніпропетровськ, 2003. – № 2. – С. 7–12.
- Татаріко О.Г. Біологізація та екологізація ґрунтозахисного землеробства / О.Г. Татаріко // Вісник аграр. науки. – 1999. – № 10. – С. 5–9.
- Охорона та раціональне використання природних ресурсів і рекультивация земель: навч. посібник / [П.П. Надточій, Т.М. Мислива, В.В. Морозов та ін.]; за ред. Надточія П.П., Мисливої Т.М. – Житомир: Вид-во Держ. агрокол. ун-ту, 2007. – 420 с.
- Шевченко І.А. Використання орних земель Чернігівщини та проблеми відродження їх продуктивності / І.А. Шевченко // Вісник Харків. нац. аграр. ун-ту. – Харків, 2004. – № 7. – С. 282–286. – (Серія: “Економіка АПК і природокористування”: ринкові трансформації та розвиток продуктивних сил аграрного сектору).
- Микитюк В.М. Формування продовольчої безпеки в Україні: регіональний аспект: монографія / Микитюк В.М., Скидан О.В. – Житомир: Вид-во Держ. агроколог. ун-ту, 2005. – 248 с.
- Булигін С.Ю. Формування екологічно сталих агроландшафтів / С.Ю. Булигін. – К.: Урожай, 2005. – 300 с.
- Булигін С.Ю. Формування просторової бази землеробства ХХІ сторіччя / С.Ю. Булигін // Вісник Харків. держ. аграр. ун-ту. – Х., 1999. – № 2. – С. 20–25. – (Серія: Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство).
- Особливості програмування агроєкосистем Полісся / В.П. Стрельченко, А.М. Бовсунівський, О.П. Стецюк, М.В. Налупко // Вісник аграр. науки. – 1999. – № 10. – С. 21–24.
- Житомирщина у цифрах у 2015 році: статистичний зб. / За ред. Г.А. Пащинської. – Житомир: Держ. служба статистики України, Головне управління статистики у Житомир. обл., 2016. – 143 с.
- Комплексна програма розвитку сільського господарства Житомирської області у 2009–2010 роках та на період до 2015 року. – Житомир: Рута, 2009. – 304 с.
- Лімонт А.С. Розораність сільськогосподарських угідь та результативність машинно-тракторного парку льоносіючих підприємств / А.С. Лімонт // Вісник Житомир. нац. агроколог. ун-ту. – Житомир, 2008. – № 2. – С. 118–129.
- Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении: учеб. пособие / Е.А. Дмитриев. – М.: Изд-во МГУ, 1972. – 292 с.
- Хикс Ч. Основные принципы планирования эксперимента / Ч. Хикс; пер. с англ. Т.И. Голиковой, Е.Г. Коваленко, Н.Г. Микешинной; под ред. В.В. Налимова. – М.: Мир, 1967. – 407 с.