

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ КООРДИНАТ НА ПЛОЩИНІ В АГРАРНІЙ НАУЦІ

С. П. Антонюк, кандидат сільськогосподарських наук

Інститут зернового господарства НААН України

В. С. Антонюк

ТОВ "Піонер Насіння Україна"

Запропоновано математичне обґрунтування індексів в сільськогосподарській науці та метод оцінки селекційного матеріалу кукурудзи за індексом $R_{HM}(tg\varphi)$ – відношення урожайності ($m/га$) до вологості зерна (%).

Ключові слова: система координат на площині, полярна система координат, селекційні індекси, кукурудза, гібриди, сільськогосподарська наука, урожайність зерна, вологість зерна.

Наукова робота з біологічними об'єктами тісно пов'язана з необхідністю пошуку способів реєстрацій та систематизації мінливості. Насамперед це стосується селекційної роботи, головним завданням якої є створення популяцій, які необхідно буде в подальшому порівнювати між собою в різноманітних аспектах.

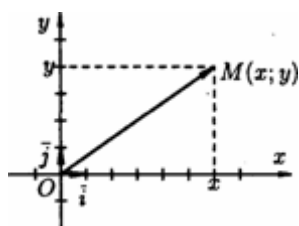
Відомо, що більшість кількісних ознак взаємопов'язані. Ступінь зв'язку між двома змінними при роботі з сукупністю сортів, селекційних популяцій рослин, елементів технології вирощування сільськогосподарських культур вимірюється величинами кореляції або регресії. Кореляцію визначають в тих випадках, коли перемінні не залежать одна від одної, а регресію – при їх взаємозалежності. Прикладом використання регресійного аналізу слугує визначення залежності між урожайністю і кількістю опадів, добрив тощо [1].

Проблема встановлення кореляційних і регресійних зв'язків тісно пов'язана з найважливішим аспектом селекційної роботи – комплексним доббором за кількома ознаками. Для селекціонера важливо знати взаємозв'язок між ознаками, оскільки селекційне поліпшення однієї ознаки обов'язково супроводжується зміною інших, які мають продуктивне або адаптивне значення. Ефективність такого доббору істотно підвищується при об'єднанні селекційних ознак в так звані селекційні індекси [2].

Використання кореляції чи регресії для визначення ступеня зв'язку між ознаками для окремо взятого сорту чи гібрида, окремого генотипу із популяції чи сукупності популяцій, конкретного елемента технології вирощування неможливе.

Системи ідентифікації та добору фізіологічних та генетичних систем, які підвищують урожайність (атракції, толерантності до загущення, адаптивності, горизонтального імунітету тощо) неможливо описати «абсолютними величинами», оскільки вони не є ознаками і проявляють себе лише в певних ознакових координатах, де має місце різноспрямованість їх реакції на екологічний та генетичний вплив. Оскільки ці системи швидко і досить просто можуть бути вивчені у вигляді індексів, вони використовуються селекціонерами і досить широко впроваджуються в сучасні селекційні технології [3].

Теоретично на рослині вимірюванню можуть підлягати десятки тисяч ознак, тобто ознаки можуть за чисельністю суттєво перевищувати кількість генів в геномі рослини. Вивчивши генетику кожної ознаки селекціонер отримає величезний масив інформації, який буде мало корисним для роботи. Для селекціонера набагато важливіше створення експресних методів точної ідентифікації головних фізіолого-генетичних систем, які сприяють підвищенню урожайності в конкретному середовищі, а не генетична характеристика кількісної ознаки, яка обов'язково буде змінюватися в іншому середовищі.



Одним з раціональних підходів до питання визначення взаємозв'язку між ознаками є використання системи координат на площині. Під системою координат на площині розуміють спосіб, що дає можливість чисельно описати положення точки на площині. Однією з таких систем є прямокутна (декартова) система координат. Прямокутна система координат задається двома взаємно перпендикулярними прямими – осями, на кожній з яких вибрано додатній напрямок та заданий одиничний (масштабний) відрізок. Ці осі називаються осями координат, а точку їх

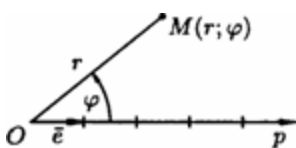
перетину (О) – початком координат. Одну із осей називають вісь абсцис (Ох), другу – віссю ординат (Оу).

Координати точки М записують так: $M(x, y)$, число x називається абсцисою точки М, y – ординатою точки М. Ці два числа x та y повністю визначають положення точки на площині.

В сільськогосподарській науці найбільш вживаним є використання декартової системи у графічному вигляді.

Селекція гібридів, що поєднують низьку збиральну вологість зерна з високою продуктивністю була і залишається найбільш актуальним селекційним та господарчим питанням стосовно кукурудзи усіх груп стиглості (рис.). На графіку відображено взаємозв'язок між урожайністю зерна 20 найкращих за продуктивністю гібридів кукурудзи ФАО 300-400 та їх вологістю.

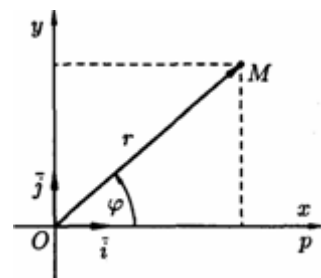
Недоліком цієї системи є певні труднощі при використанні великого масиву даних та неможливість чисельного вираження, порівняння даних, отриманих в різних схемах дослідів.



Другою, практично важливою, системою координат є полярна система координат. Задається вона точкою О, яка називається полюсом і променем Оρ – полярною віссю та одиничним вектором $\vec{e}$ того ж напрямку, що й промінь Оρ.

Числа r и φ називаються полярними координатами точки М, їх записують $M(r; \varphi)$, при цьому r є полярним радіусом, а φ – полярним кутом.

Координати прямокутної системи точки М виражаються через полярні координати точки наступним чином:



$$\begin{cases} x = r \cdot \cos \varphi, \\ y = r \cdot \sin \varphi. \end{cases}$$

Полярні ж координати точки М виражаються через її декартові координати такими формулами:

$$\begin{cases} r = \sqrt{x^2 + y^2}, \\ \operatorname{tg} \varphi = \frac{y}{x}. \end{cases}$$

Використання полярної системи координат, а саме полярних координат точки через її декартові координати (r та $\operatorname{tg} \varphi$) дає змогу чисельно виразити ступінь зв'язку між ознаками для **окремо взятого** сорту чи гібрида, окремого генотипу із популяції чи сукупності популяцій, конкретного елемента технології вирощування, охарактеризувати та порівняти низку об'єктів, що вивчає наука.

В селекції кукурудзи вона дає можливість різносторонньо оцінити та порівняти між собою гібриди різних груп ФАО, тесткроси в межах однієї популяції чи декількох шляхом співставлення низки взаємозв'язаних показників за їх абсолютними значеннями: урожайність/вологість зерна, урожайність/висота рослин та іншими селекційно-цінними та господарсько-корисними ознаками тощо.

В таблиці 1 наведено приклад взаємозв'язку урожайності та вологості зерна кукурудзи з полярними координатами, встановленого на основі даних конкурсного сортовипробу-

1. Взаємозв'язок урожайності та вологості зерна кукурудзи з полярними координатами (за даними конкурсного сортовипробування 2009 р. Інституту зернового господарства)

Показник	Урожайність, т/га	Вологість, %	$\operatorname{tg} \varphi$	r
Урожайність, т/га	1			
Вологість, %	-0,12	1		
$\operatorname{tg} \varphi$	0,57	-0,84		
r	-0,07	1	-0,81	1

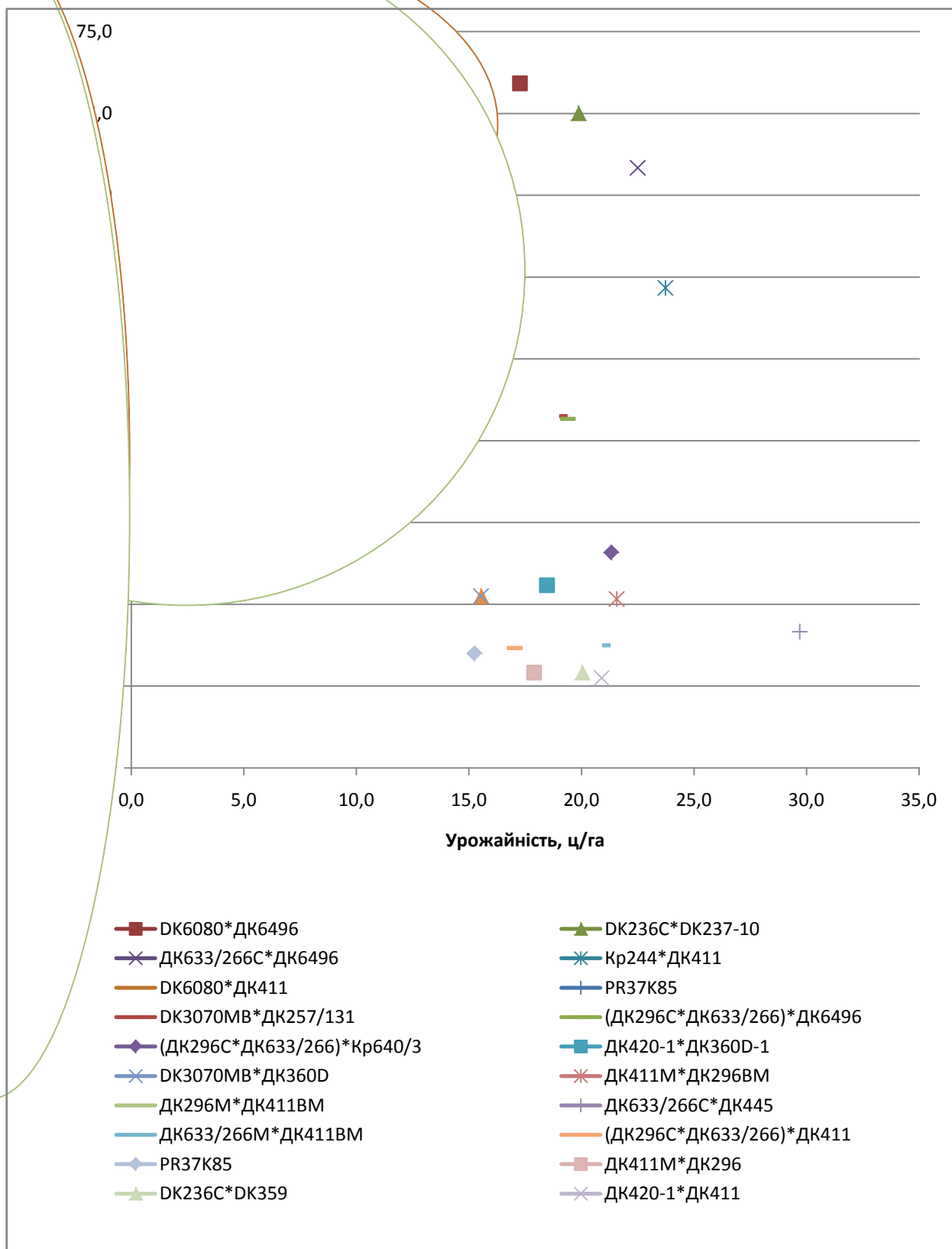


Рис. Продуктивність та вологість зерна гібридів кукурудзи (ФАО 300-400) конкурсного сортовипробування (Інститут зернового господарства, за 2009 р.)

вання в Інституті зернового господарства. Вони відображають домінуюче значення показника $tg\phi$ при визначенні ступеня взаємозв'язку між продуктивністю та вологістю зерна: цей показник визначається як рівнем урожайності (0,57), так і вологістю (-0,84). Слід відмітити, що в інших схемах, в різних місцях вирощування чи в різні роки ступінь взаємозв'язку між ними може відрізнятися, але тенденція та математичне значення $tg\phi$ залишаються сталими.

Оскільки вплив продуктивності на значення r не суттєве (-0,07), а вологість зерна повністю визначає його величину (1,0), то інформативність цього показника для аналізу незнач-

на.

**2. Крайні гібриди кукурудзи ФАО 300-400 конкурсного сортовипробування (2009 р.)
(виділені на основі значень полярних координат)**

Гібриди	Урожайність, т/га	Вологість, %	Ранг	tgφ	г
PR37K85	7,08	13,1	6	0,54	14,86
AS3070MB*ДК360D	6,81	15,5	11	0,44	16,96
ДК6080*ДК6496	7,44	17,3	1	0,43	18,80
ДК6080*ДК411	7,15	16,6	5	0,43	18,07
ДКC2960	5,83	13,6	75	0,43	14,75
ДК633/266C*ДК-6	6,46	15,9	34	0,41	17,19
(ДК296C*ДК633/266)*ДК307-5	6,22	15,6	53	0,40	16,79
ДКC3420	5,36	13,5	100	0,40	14,53
(ДК296C*ДК633/266)*ДК411	6,75	17,0	16	0,40	18,32
ДК296C*ДК500	6,03	15,3	62	0,39	16,48
ДК3070MB*ДК360D-1	6,66	17,0	23	0,39	18,26
ДК296M*ДК411BM	6,79	17,8	13	0,38	19,05
ДК99161*ДК247	5,67	14,9	88	0,38	15,94
ДК633/266C*ДК359	6,51	17,2	31	0,38	18,42
ДК411M*ДК296	6,72	17,9	18	0,38	19,12
PR38R92	5,42	14,5	99	0,37	15,48
AS814*ДК257-7	6,28	16,8	48	0,37	17,97
ДК236C*ДК237-10	7,40	19,9	2	0,37	21,20
ДК744M*Кр244MB	6,06	16,4	60	0,37	17,45

В таблиці 2 наведені дані урожайності, вологості, та їхнього рангу за продуктивністю 19 гібридних комбінацій кукурудзи ФАО 300-400 конкурсного сортовипробування, перелік яких визначено на основі значення полярної координати **tgφ**. Серед 19 кращих гібридів кукурудзи, відібраних за цими показниками, знаходяться комбінації, які за рангом продуктивності посідали місця від 1 до 100. Дані показника **tgφ** дають змогу порівняти між собою гібриди з неоднаковим рівнем вологості зерна (13,1% -19,9 %) та суттєво різним рівнем продуктивності (5,36 т/га -7,44 т/га) і виділити комбінації, яким властиве найбільш оптимальне поєднання продуктивності та вологості зерна.

**3. Крайні гібриди кукурудзи конкурсного сортовипробування Інституту зернового господарства,
виділені на основі значень полярних координат (2009 р.)**

Гібриди	Урожайність, т/га	Вологість, %	Ранг	tgφ	г
(ДК257M*ДК744)*ДК227/202	6,58	10,7	14	0,61	12,56
ДК239*ДК252	7,66	13,7	1	0,56	15,67
AS814*ДК252	7,27	13,1	5	0,56	14,95
PR37K85	7,08	13,1	6	0,54	14,86
PR39G12	7,26	13,8	1	0,53	15,59
ДК959*ДК54555	6,64	12,6	11	0,53	14,27
ДК744*ДК959	7,24	13,9	2	0,52	15,67
ДК296C*ДК360D	6,78	13,4	25	0,51	15,02
ДК239*ДК254	7,24	14,3	8	0,50	16,06
ДК296C*ДК237-10	6,42	12,9	59	0,50	14,41
ДК296C*PR39D81	7,00	14,1	16	0,50	15,71
ДК239*ДК274/W-16	6,08	12,2	109	0,50	13,66
PR38R92	7,25	14,7	7	0,49	16,36
ДК232*ДК252	6,51	13,4	16	0,49	14,87
Clarica-1*ДК744	7,09	14,6	13	0,49	16,20
ДК212MB *ДК54555	5,80	11,9	51	0,49	13,27
(Кр742M*ДК744)*ДК959	7,12	14,9	11	0,48	16,52
ДК744M*ДК959	6,83	14,4	6	0,47	15,97
(ДК296C*ДК633/266)*ДК237-10	7,25	15,7	6	0,46	17,26
ДК232*ДК247	6,46	14,0	17	0,46	15,42

Універсальність використання полярної системи координат дає можливість аналізувати гібриди різних груп ФАО, нівелюючи вплив неадекватного віднесення гібрида до групи ФАО на загальну його оцінку, та визначити взаємозв'язок між ознаками (табл. 3).

Таким чином, використання системи координат на площині дає змогу чисельно

виразити ступінь зв'язку між ознаками для **окремо взятого** сорту чи гібрида, окремого генотипу із популяції чи сукупності популяцій, конкретного елемента технології вирощування, охарактеризувати та порівняти низку об'єктів, що підлягають науковому вивченню.

Використання полярної системи координат, через встановлення різноманітних індексів, в аграрній науці є корисним та абсолютно необхідним, оскільки більшість фізіолого-генетичних систем підвищення урожайності не є ознаками, а являють собою індекси, що певним чином проявляються і мають кількісну оцінку в певних ознакових двомірних координатах.

Запропоновано математичне обґрунтування індексів в сільськогосподарській науці та метод оцінки селекційного матеріалу кукурудзи за індексом $R_{Н/М} (tg\phi)$ – відношення урожайності (т/га) до вологості зерна (%).

Бібліографічний список

1. *Бригс Ф.* Научные основы селекции растений / *Ф. Бригс, П Ноулз.* – М.: Колос, 1972. – С. 160–162.
2. *Смиряев А.В.* Биометрия в генетике и селекции растений / *А.В. Смиряев, С.П. Мартынов, А.В. Кильчевский.* – М.: МСХА, 1992. – 269 с.
3. *Тищенко В.Н.* Корреляционно-регрессионный анализ количественных признаков у озимой мягкой пшеницы: О методе индексов в селекции [Электронный ресурс] / *В.Н. Тищенко, Н.М. Чекалин* // Генетические основы адаптивной селекции озимой пшеницы в зоне Лесостепи. – Полтава, 2005. – Режим доступа к книге: http://www.agromage.com/stat_id.php?id=139&t=08.