

Оцінка сортів гороху на основі кореляції кількісних ознак та індексів

О. І. Присяжнюк*, Л. В. Король

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03141, Україна,
*e-mail: olpris@mail.ru

Мета. Оцінити продуктивність рослин гороху та визначити ступінь кореляційних зв'язків (залежності) між основними господарсько-цінними ознаками у сортів гороху. **Методи.** Структурний та статистичний аналіз. **Результати.** Оцінка зразків гороху за показниками рівня елементів продуктивності рослин з використанням кореляційного аналізу та застосуванням простих індексів дає уявлення про відношення частки однієї ознаки на одиницю іншої. Встановлено, що деякі залежності між елементами продуктивності не тільки мають помірні та слабкі рівні зв'язку, а й взагалі змінюють свій знак, що може свідчити про вплив умов вирощування на структурні взаємодії між окремими ознаками та, як наслідок, – перерозподіл їхніх внесків у формування продуктивності сорту. Виявлено позитивну й дуже тісну залежність багатьох ознак, зокрема: між висотою рослини загальною та висотою рослини до першого бобу, кількістю вузлів та кількістю стерильних вузлів ($r = 0,95-0,97$). Розглянуто методичні аспекти створення моделі сорту, що може бути корисним не лише в селекції гороху, а й для удосконалення технології його вирощування. **Висновки.** Встановлено кореляційні зв'язки між кількістю бобів та плодкових вузлів і плодоносів з двома бобами ($r = 0,86-0,88$), масою насіння з рослини й масою рослини ($r = 0,81$), кількістю насіння з рослини й масою рослини та масою насіння з рослини ($r = 0,78-0,81$), кількістю кондиційного насіння й кількістю насіння з рослини ($r = 0,84$), середньою кількістю бобів на фертильному вузлі й кількістю плодоносів з двома бобами ($r = 0,74$), що дає можливість використовувати їх під час оцінки продуктивності рослин.

Ключові слова: горох, сорт, кількісна ознака, елементи продуктивності, індекс, кореляція.

Вступ

Продуктивність рослин гороху – складна кількісна ознака, зумовлена взаємодією цілого комплексу показників, з яких найбільше значення мають такі елементи структури врожаю, як кількість бобів, кількість насінин, кількість продуктивних вузлів на рослині, довжина стебла та кількість бобів у вузлі та ін. [1].

На думку А. А. Жученка [2], важливе місце у характеристиці продуктивності рослин займає зв'язок з кількісними ознаками, які характеризують внесок окремих ознак у показник урожайності насіння на рівні виду (підвиду).

Максимальний урожай формується за умови оптимального співвідношення в розвитку всіх елементів його структури. Однак, у разі слабого розвитку одного структурного елемента врожай може бути компенсований за рахунок інших елементів. При цьому необхідно мати на увазі, що деякі елементи врожаю формуються на різних етапах органогенезу і для їх оптимального розвитку необхідні різні умови.

За даними багатьох авторів [3–5], продуктивність рослини має тісний кореляційний зв'язок з кількістю бобів та насінин на рослині, меншою мірою залежить від кількості бобів у вузлі й насінин у бобі. Зв'язок продуктивності з тривалістю періоду вегетації спостерігається лише в сприятливій роки.

Одним з найдоступніших методів оцінки продуктивності рослин є ідентифікація генотипів за кількісними (непрямими) ознаками та простими індексами [6]. Під час добору високопродуктивних генотипів доводиться мати справу з фенотипною мінливістю, спричиненою як генетично зумовленим рівнем розвитку ознаки, так і варіюванням умов вирощування. Від величини останньої залежить правильність ідентифікації генотипів за фенотипом. Під час добору на продуктивність значний інтерес становлять істотні ознаки.

Мета досліджень – оцінити продуктивність рослин гороху та визначити ступінь кореляційних зв'язків (залежності) між основними господарсько-цінними ознаками у сортів гороху.

Матеріали та методика досліджень

Експериментальні дослідження проводили на дослідному полі відділу селекції та насінництва зернобобових культур Уладово-

Oleh Prisyazhniuk
<http://orcid.org/0000-0002-4639-424X>
Larysa Korol
<http://orcid.org/0000-0003-1414-0015>

Люлинецької дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України протягом 2014–2015 рр.

Досліджували сорти гороху ‘Улюбленець’ та ‘Юлій’. Для структурного аналізу з кожного повторення (7 варіантів по 4 повторення) цих сортів відбирали по 15 рослин.

Структурний аналіз здійснювали за абсолютними кількісними ознаками: загальна висота, довжина стерильної та фертильної частин рослини; кількість фертильних, стерильних вузлів та їхня загальна кількість; кількість бобів на рослині; кількість фертильних вузлів з одним, двома та трьома бобами; кількість насінин з рослини; кількість кондиційного насіння з рослини; максимальна кількість насіння в бобі; загальна маса рослини та маса насіння з рослини.

На основі цих даних розраховували прості індекси: співвідношення стерильної та фертильної довжини рослини; середньої довжини стерильного та фертильного міжвузля; лінійної щільності стебла (співвідношення загальної маси рослини до її висоти); середньої кількості бобів на фертильному вузлі (співвідношення загальної кількості бобів до кількості фертильних вузлів); середньої кількості насінин у бобі (співвідношення загальної кількості насіння з рослини до кількості бобів); маси 1000 насінин та збирального індексу (співвідношення маси насіння з рослини до її загальної маси).

Для визначення структури фенотипічної продуктивності сорту гороху застосовували еколого-генетичну модель кількісних ознак [7].

Статистичний аналіз результатів роботи здійснювали за допомогою прикладного пакету Statistica 6.0 [8, 9].

Результати досліджень

Кількісні ознаки гороху умовно можна поділити на 5 груп: ознаки маси, плодової продуктивності, насінневої продуктивності, висоти рослини та кількості вузлів. Всі кількісні ознаки поділяють на абсолютні та відносні, або індекси, що є високоінформативними показниками.

Цінність простих індексів полягає в тому, що вони дають уявлення про відношення частки однієї ознаки на одиницю іншої, а також в їх значно нижчій екологічній мінливості порівняно з абсолютними кількісними ознаками (табл. 1).

З даних таблиці видно, що показники лінійної щільності стебла, середньої кількості насіння в бобі, маси 1000 насінин є вищими в сорту ‘Улюбленець’ порівняно з ‘Юлієм’.

Таблиця 1

Індекси продуктивності сортів гороху (за даними 2014–2015 рр.)

Індекс	Сорт	
	‘Улюбленець’	‘Юлій’
Лінійна щільність стебла, г/см	0,22	0,11
Середня кількість бобів на фертильному вузлі, шт.	1,69	1,73
Середня кількість насінин у бобі, шт.	3,49	3,31
Маса 1000 насінин, г	202,97	197,77
Збиральний індекс	0,48	0,45

Збиральний індекс визначається сортовими особливостями.

Отже, використання простих індексів дає можливість точніше провести оцінку як індивідуальної, так і сортової продуктивності рослин, що створює передумови для оптимізації елементів технології вирощування.

Урожай гороху визначається кількістю рослин на одиниці площі, кількістю бобів на рослині та насінин у бобі, масою 1000 насінин та ін. Загальну характеристику продуктивності сортів наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Характеристика ознак продуктивності сортів (середнє за 2014–2015 рр.)

Ознака	Сорт	
	‘Улюбленець’	‘Юлій’
Висота рослини загальна, см	50,17	40,29
Висота рослини до першого бобу, см	46,40	36,44
Кількість стерильних вузлів, шт.	14,24	12,96
Кількість плодкових вузлів, шт.	2,14	2,11
Усього вузлів, шт.	16,39	15,07
Кількість плодоносів з одним бобом, шт.	0,70	0,60
Кількість плодоносів з двома бобами, шт.	1,44	1,54
Кількість бобів усього, шт.	3,60	3,63
Маса рослини, г	5,16	4,29
Маса насіння з рослини, г	2,47	1,99
Кількість насіння з рослин усього, шт.	11,86	11,66
Кількість кондиційного насіння з рослини, шт.	10,97	11,06
Максимальна кількість насіння в бобі, шт.	4,89	4,34
Маса 1000 насінин, г	202,97	197,77

Досліджувані сорти відрізняються за багатьма показниками продуктивності. Так, ‘Улюбленець’ порівняно з ‘Юлієм’ має більшу масу 1000 насінин, рослини та насіння з рослини, кількість вузлів, висоту рослини, висоту рослини до першого бобу, хоч кількість бобів, плодкових вузлів і насінин з рослини істотно не відрізнялись. Різниця між сортами зумовлена здебільшого сортовими особливостями.

Придатність тієї чи іншої ознаки для достовірної оцінки сортів прийнято визначати за коефіцієнтом кореляції, що дасть можливість встановити тісноту лінійного зв'язку між кількісними ознаками рослин гороху [10] та визначити кількісні параметри майбутнього сорту під час математичного обґрунтування його моделі.

Коефіцієнти кореляції між ознаками продуктивності гороху наведено в таблиці 3.

Після обчислення кореляційних зв'язків за допомогою процедури Correlation matrices проводили перевірку достовірності розрахованих коефіцієнтів кореляції, оскільки значення коефіцієнта може бути високим, але не достовірним, випадковим. Згідно з цією процедурою отримані кореляції, за яких спостерігався помірний, значний, тісний та дуже тісний зв'язок, були достовірними на рівні $p < 0,05$.

У наших дослідженнях встановлено позитивну й дуже тісну залежність між висотою рослин і висотою рослини до першого бобу, кількістю вузлів і кількістю стерильних вузлів ($r = 0,95-0,97$).

Визначено позитивну та тісну залежність між кількістю бобів і кількістю плодкових вузлів і плодоносів з двома бобами ($r = 0,86-0,88$), масою насіння з рослини та масою рослини ($r = 81$), кількістю насіння з рослини й масою рослини та масою насіння з рослини ($r = 0,78-0,81$), кількістю кондиційного насіння та кількістю насіння з рослини ($r = 0,84$), середньою кількістю бобів на фертильному вузлі й кількістю плодоносів з двома бобами ($r = 0,74$).

Спостерігається значна позитивна кореляційна залежність між такими ознаками, як кількість плодоносів з двома бобами та кількість плодкових вузлів ($r = 0,51$), маса рослини та висота рослини ($r = 0,51$), кількість насіння з рослини та кількість плодоносів з двома бобами й загальна кількість бобів ($r = 0,52$), кількість кондиційного насіння з рослини та маса рослини й маса насіння з рослини ($r = 0,69-0,70$), максимальна кількість насіння в бобі та маса насіння з рослини й кількість насіння з рослини ($r = 0,52-0,59$), середня кількість насіння в бобі та максимальна кількість насіння в бобі ($r = 0,52$), зби-

Таблиця 3

Коефіцієнт кореляції між елементами продуктивності гороху

Ознака	Висота рослини загальна, см	Висота рослини до першого бобу, см	Кількість стерильних вузлів, шт.	Кількість плодкових вузлів, шт.	Всього вузлів, шт.	Кількість плодоносів з одним бобом, шт.	Кількість плодоносів з двома бобами, шт.	Кількість бобів всього, шт.	Маса рослини, г	Маса насіння з рослини, г	Кількість насіння з рослини всього, шт.	Кількість кондиційного насіння з рослини, шт.	Максимальна кількість насіння в бобі, шт.
Висота рослини до першого бобу, см	0,97	-											
Кількість стерильних вузлів, шт.	0,40	0,42	-										
Усього вузлів, шт.	0,37	0,37	0,95	0,41	-								
Кількість плодоносів з двома бобами, шт.				0,51	0,31	-0,55	-						
Кількість бобів всього, шт.				0,86	0,41		0,88	-					
Маса рослини, г	0,51	0,45		0,34	0,35		0,43	0,45	-				
Маса насіння з рослини, г	0,39	0,34		0,32	0,30		0,39	0,41	0,81	-			
Кількість насіння з рослини всього, шт.				0,38			0,52	0,52	0,81	0,78	-		
Кількість кондиційного насіння з рослини, шт.							0,37	0,31	0,69	0,70	0,84	-	
Максимальна кількість насіння в бобі, шт.	0,43	0,41	0,31		0,30				0,48	0,52	0,59	0,49	-
Середня кількість бобів на фертильному вузлі, шт.						-0,90	0,74	0,37					
Середня кількість насіння в бобі, шт.	0,31	0,30		-0,43			-0,39	-0,47	0,31	0,31	0,40	0,44	0,52
Збиральний індекс										0,61			

Примітка. За значення коефіцієнта кореляції від 0,10 до 0,29 зв'язок оцінюють як слабкий, від 0,30 до 0,49 – помірний, від 0,50 до 0,69 – значний, від 0,70 до 0,89 – тісний, 0,90 й вище – дуже тісний. На практиці використовують значні, тісні й дуже тісні зв'язки.

ральний індекс та маса насіння з рослини ($r = 0,61$).

Що стосується взаємозв'язку між кількістю плодкових вузлів, лінійною щільністю стебла з іншими характеристиками господарських ознак, то він виявився слабким, що не дає змогу проводити ефективний добір за цими ознаками. Деякі кореляційні зв'язки між елементами продуктивності не тільки мають помірні та слабкі рівні тісноти зв'язку, а й взагалі змінюють свій знак, що може свідчити про вплив умов вирощування на структурні взаємодії між окремими ознаками та, як наслідок, – перерозподіл їхніх внесків у формування продуктивності сорту. Так, наприклад, кількість плодоносів формувалася на рослині за достатньої кількості опадів та температури, а в період зав'язування–утворення бобів склались умови, що спричинили значне зменшення кількості бобів на рослині. З огляду на те, що онтогенез рослин нерозривно пов'язаний з утворенням та диференціацією їхніх органів, компенсації основних компонентів, що визначають структуру врожаю, може не відбутися у разі погіршення умов вирощування на наступних етапах росту й розвитку рослин.

Для успішного створення моделі сорту потрібно мати повну інформацію про кореляцію між елементами продуктивності [5]. Адже модель сорту передбачає, яким має бути сорт, щоб за певних умов вирощування найкраще задовольнити вимоги виробництва до цієї культури. Крім того, під час створення моделі бажано врахувати, чи погодні умови були сприятливими для росту й розвитку рослин протягом вегетаційного періоду. Нестачу певних чинників життєзабезпечення рослини завжди можна компенсувати зміною окремих елементів структурних показників, а от в подальшому опрацювати такі дані буде надзвичайно складно через втручання неконтрольованих чинників у кореляційні моделі.

Висновки

За результатами досліджень визначено, що насіннева продуктивність зразків гороху дуже тісно корелює з такими показниками, як висота рослини загальна з висотою рослини до першого бобу, кількість вузлів – з кількістю стерильних вузлів ($r = 0,95-0,97$).

Встановлено позитивну та тісну залежність між кількістю бобів і кількістю плодкових вузлів та плодоносів з двома бобами ($r = 0,86-0,88$), масою насіння з рослини та масою рослини ($r = 0,81$), кількістю насіння з рослини та масою рослини й масою насін-

ня з рослини ($r = 0,78-0,81$), кількістю кондиційного насіння й кількістю насіння з рослини ($r = 0,84$), середньою кількістю бобів на фертильному вузлі та кількістю плодоносів з двома бобами ($r = 0,74$), що дає можливість частково використовувати їх для оцінки продуктивності рослин.

Використана література

1. Іванюк С. В. Оцінка сорторазків квасолі звичайної на основі кореляції кількісних ознак та індексів / С. В. Іванюк, А. В. Глявін // Селекція і насінництво : міжвід. темат. наук. зб. – Х. : [б. в.], 2012. – Вип. 101. – С. 192–197.
2. Жученко А. А. Адаптивный потенциал культурных растений: Эколого-генетические основы / А. А. Жученко. – Кишинев : Штиинца, 1988. – 767 с.
3. Коханюк Н. В. Оцінка зразків сої на основі кореляції кількісних ознак та індексів / Н. В. Коханюк // Селекція і насінництво : міжвід. темат. наук. зб. – Х. : [б. в.], 2014. – Вип. 106. – С. 74–76.
4. Марченко Т. Ю. Кореляційні взаємозв'язки кількісних ознак сорторазків сої на зрошенні / Т. Ю. Марченко // Зрошуване землеробство : міжвід. темат. наук. зб. – Херсон : Айлант, 2012. – Вип. 57. – С. 238–242.
5. Михайлов В. Г. Кореляційна залежність між важливими господарськими ознаками у форм сої з фасційованим і нефасційованим типом стебла / В. Г. Михайлов, М. В. Слісарчук, О. З. Щербина, Л. С. Романюк // Генетичні ресурси рослин. – 2008. – № 6. – С. 49–55.
6. Іванюк С. В. Математико-статистичні методи оцінки вихідного матеріалу сої за елементами продуктивності / С. В. Іванюк, І. В. Темченко // Корми і кормовиробництво : міжвід. темат. наук. зб. – Вінниця : [б. в.], 2011. – Вип. 69. – С. 45–53.
7. Драгавцев В. А. Эколого-генетическая модель организации количественных признаков растений / В. А. Драгавцев // Сельскохозяйственная биология. – 1995. – № 5. – С. 20–29.
8. Дроздов В. И. Инструкция по использованию пакета Statistica 6.0 / В. И. Дроздов. – Курск : Изд-во ЮЗГУ, 2010. – 74 с.
9. Marques de Sá J. P. Applied Statistics Using SPSS, STATISTICA, MATLAB and R. / J. P. Marques de Sá. – 2nd ed. – Berlin : Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007. – 520 p. doi: 10.1007/978-3-540-71972-4
10. Ермантраут Е. Р. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті STATISTICA 6.0 : метод. вказівки / Е. Р. Ермантраут, О. І. Присяжнюк, І. Л. Шевченко. – К. : Поліграф-Консалтинг, 2007. – 55 с.

References

1. Ivaniuk, S. V., & Hliavin, A. V. (2012). Evaluation of common bean samples based on correlation of quantitative traits and indices. *Seleksia I Nasinnitstvo* [Plant Breeding and Seed Production], 101, 192–197. [in Ukrainian]
2. Zhuchenko, A. A. (1988). *Adaptivnyy potentsial kul'turnykh rasteniy: Ekologo-geneticheskie osnovy* [Adaptive potential of cultivated plants: Ecological and genetic basic principles]. Kishinev: Shtiintsa. [in Russian]
3. Kokhaniuk, N. V. (2014). Evaluation of soybean varieties based on correlation of quantitative traits and indices. *Seleksia I Nasinnitstvo* [Plant Breeding and Seed Production], 106, 74–76. [in Ukrainian]
4. Marchenko, T. Yu. (2012). Correlation relationships of quantitative traits of irrigated soybean samples. *Zroshuvane zemlerobstvo* [Irrigated Agriculture], 57, 238–242. [in Ukrainian]
5. Mykhailov, V. H., Slisarchuk, M. V., Shcherbyna, O. Z., & Romaniuk, L. S. (2008). Correlation relationship between major economic traits in soybean forms with a fasciated and unfasciated type of the stem. *Henetychni resursy roslyn* [Plant Genetic Resources], 6, 49–55. [in Ukrainian]

6. Ivaniuk, S. V., & Temchenko, I. V. (2011). Mathematical and statistical methods for evaluating soybean source material for productivity elements. *Kormy i kormovyrobnytstvo* [Feeds and Feed Production], 69, 45–53. [in Ukrainian]
7. Dragavtsev, V. A. (1995). Ecological and genetic model of the organization of plant quantitative traits. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* [Agricultural Biology], 5, 20–29. [in Russian]
8. Drozdov, V. I. (2010). *Instruktsiya po ispolzovaniyu paketa Statistica 6.0* [Manual for using the Statistica 6.0]. Kursk: Izdatelstvo YuZGU. [in Russian]
9. Marques de Sá, J. P. (2007). *Applied Statistics Using SPSS, STATISTICA, MATLAB and R*. (2nd ed.). Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. doi: 10.1007/978-3-540-71972-4
10. Ermantraut, E. R., Prysiazhniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh v paketi STATISTICA 6.0* [Statistical analysis of agronomic study data in the Statistica 6.0 software suite]. Kyiv: PolihrafKon-saltynh. [in Ukrainian]

УДК 633.63: 631

Присяжнюк О. И.*, **Король Л. В.** Оценка сортов гороха на основе корреляции количественных признаков и индексов // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – 2016. – № 4. – С. 51–55. [http://dx.doi.org/10.21498/2518-1017.4\(33\).2016.88674](http://dx.doi.org/10.21498/2518-1017.4(33).2016.88674)

*Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН, ул. Клиническая, 25, г. Киев, 03141, Украина, *e-mail: olpris@mail.ru*

Цель. Оценить продуктивности растений гороха и определить степень корреляционных связей (зависимости) между основными хозяйственно-ценными признаками у сортов гороха. **Методы.** Структурный и статистический анализ. **Результаты.** Оценка образцов гороха по показателям уровня элементов продуктивности растений с использованием корреляционного анализа и применением простых индексов дает представление об отношении доли одного признака на единицу другого. Установлено, что некоторые зависимости между элементами продуктивности не только имеют умеренные и слабые уровни связи, но и вообще меняют свой знак, что может свидетельствовать о влиянии условий выращивания на структурные взаимодействия между отдельными признаками и, как следствие, – перераспределении их вкладов в формирование продуктивности сорта. Выявлена положительная и очень тесная зависимость многих признаков, в частности: между

высотой растения общей и высотой растения до первого боба, количеством узлов и количеством стерильных узлов ($r = 0,95-0,97$). Рассмотрены методические аспекты создания модели сорта, что может быть полезным не только в селекции гороха, но и для совершенствования технологии его выращивания. **Выводы.** Установлены корреляционные связи между количеством бобов и плодовых узлов и плодоносом с двумя бобами ($r = 0,86-0,88$), массой семян с растения и массой растения ($r = 0,81$), количеством семян с растения и массой растения и массой семян с растения ($r = 0,78-0,81$), количеством кондиционных семян и количеством семян с растения ($r = 0,84$), средним количеством бобов на фертильном узле и количеством плодоносом с двумя бобами ($r = 0,74$), что дает возможность использовать их при оценке продуктивности растений.

Ключевые слова: горох, сорт, количественный признак, элементы продуктивности, индекс, корреляция.

UDC 633.63: 631

Prysiazhniuk, O. I.*, & **Korol, L. V.** (2016). Evaluation of pea varieties based on correlation of quantitative traits and indices. *Sortovivčennâ ohor. prav sorti roslyn* [Plant Varieties Studying and Protection], 4, 51–55. [http://dx.doi.org/10.21498/2518-1017.4\(33\).2016.88674](http://dx.doi.org/10.21498/2518-1017.4(33).2016.88674)

*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of NAAS, 25 Klinichna Str., Kyiv, 03141, Ukraine, *e-mail: olpris@mail.ru*

Purpose. To evaluate pea plants productivity and determine the degree of correlation among the main agronomic characters in pea varieties. **Methods.** Structural and statistical analysis. **Results.** Evaluation of pea samples in terms of indices of plant productivity elements level based on correlation analysis and single-factor indices appliance provided insight into the ratio of one trait share per unit of another one. It was defined that some correlations among the elements of productivity was not only moderate and weak, but they also changed their sign that could be the evidence of growth conditions influence on structural relationships between some traits and, consequently, redistribution of their contributions to the formation of variety productivity. Positive and very close relationship of many traits was revealed, particularly between plant height and the height of the plant up to the first bean, the number of nodes and the number of

sterile nodes ($r = 0,95-0,97$). Methodological aspects of the variety model creation were considered, that may be useful not only in pea breeding but also for improving the technology of its cultivation. **Conclusions.** Correlation relationships were established between the number of beans and the number of fruiting nodes and the number of carpophores containing 2 beans ($r = 0,86-0,88$), seed mass and plant mass ($r = 0,81$), the number of seeds per plant and plant mass and seed mass per plant ($r = 0,78-0,81$), the number of certified seeds and the number of seeds per plant ($r = 0,84$), the average number of beans per fertile node and the number of carpophores containing 2 beans ($r = 0,74$) that makes it possible to use them in assessing the productivity of plants.

Keywords: pea, variety, quantitative trait, productivity elements, index, correlation.

Надійшла 1.08.2016