

## Резюме

В работе представлены данные влияния изменения паттерна метилирования генома на различные признаки растений. Обработка 5-azaC индуцирует наследуемые эпигенетические и эпипластомные изменения у сахарной свеклы по следующим признакам: миксплоидность клеточных популяций, содержание сахара в корне, раздельно-сростноцветковость (РЦ-СЦ), время вступление в фазу цветения.

The paper presents a data of influence of genome methylation pattern on different characters of sugar beet. 5-azaC treatment induce inherited epigenetic and epiplastom changes: it influences on the number of sub-cellular organelles in cytoplasm, on sugar content in roots, on choriflowered-symflowered (mono- and polygerm) character, hastens the early flowering of sugar beet, decreases the amount of not-flowering plants (flowerless, stemless).

**ЯНЧУК В.І., МАМАЛИГА В.С.**

*Вінницький національний аграрний університет,  
Україна, 21008, Вінниця, вул. Сонячна, 3, yanvlad@rambler.ru*

## **КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ ОЗНАК НАСІННЕВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ *MEDICAGO SATIVA* L.**

Вивчення структури популяцій за кількісними ознаками передбачає встановлення між ними зв'язків. Такий аналіз має важливе значення в селекційній роботі. Він дає можливість використати його для вирішення задач практичної селекції, пов'язаних з:

- а) виявленням відмінностей між сортами чи групами сортів;
- б) аналізом структури спряженої мінливості корелюючих ознак;
- в) вивченням впливу різних факторів на величину і напрямок зв'язку корелюючих ознак.

Коефіцієнти фенотипових кореляцій мають, як відомо, не тільки складну генотипову, але й паратипову обумовленість [1]. Значний практичний інтерес має виявлення кореляцій між морфологічними і господарсько — цінними ознаками [2], що дає можливість проводити непрямий добір. Наявність тісних негативних зв'язків між ознаками може створювати і певні ускладнення в селекції. В цих ситуаціях при поліпшенні однієї ознаки іде погіршення іншої. У цукрових буряків, наприклад, добір за масою коренеплоду супроводжується зниженням вмісту цукру [2].

Багатьма дослідниками [1, 2] відмічається значна мінливість коефіцієнтів кореляції в залежності від сортових особливостей та умов зовнішнього середовища. Багаточисельні дані показують, що між двома ознаками може існувати від'ємна генотипова кореляція, тоді як фенотипова може бути позитивною. В більшості випадків кореляції між ознаками виникають на основі плейотропного ефекту не одного, а багатьох генів, які складають генні системи, сформовані в процесі еволюції.

Жученко А. А. [3] показав, що коефіцієнти кореляцій при певних умовах можуть бути ефективно використані в селекційному процесі при індивідуальних і масових, непрямих і прямих оцінках напрямків зміни досліджуваних ознак. Встановлення характеру і напрямків кореляційних зв'язків між ознаками, які визначають пристосованість рослин до конкретних умов середовища, відіграє також важливу роль в побудові оптимальних моделей сорту і агроценозу, виборі методів селекції, розробці принципів диференційованої агротехніки, тобто комплексного вирішення задач по підвищенню загальної і специфічної адаптивності видів, які культивуються, в цілому.

### **Матеріали і методи**

В наших дослідженнях був проведений кореляційний аналіз між основними ознаками насінневої продуктивності (*число продуктивних стебел рослини — ЧПС, число китиць на рослині — ЧКР, число квіток в китиці — ЧКК, число бобів в китиці — ЧБК, число насінин в бобі — ЧНБ і маса насіння з рослини — МНР*) у 18 сортозразків різного еколого-географічного походження.

На першому етапі нами був проведений кореляційний аналіз зв'язків між ознаками у всіх зразків по кожному року досліджень окремо. Дані аналізу показали, що величина і, навіть, напрямок кореляційних зв'язків між ознаками насінневої продуктивності в значній мірі залежить від умов року. Причому, у різних сортозразків зміни спряженості ознак по роках не завжди мають однакову спрямованість. Все це значно утруднювало можливості представлення отриманих результатів в узагальненій формі.

З подібними труднощами зустрічались і інші дослідники [3], і тому користувались усередненими показниками.

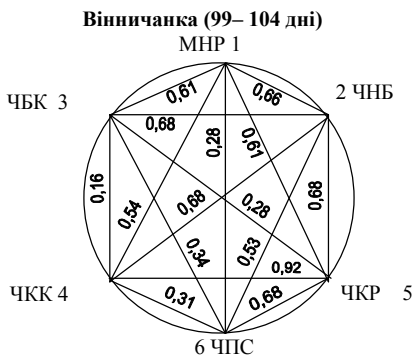
Нами також були використані середні показники кореляції різних ознак за три роки досліджень.

### **Результати та обговорення**

Встановлено, що між ознаками насінневої продуктивності існують позитивні кореляційні зв'язки, тіснота яких визначається їх ієрархією в комплексі зв'язків з результируючою ознакою (маса насіння з рослини), сортовими особливостями і обумовлена мінливістю ознак по роках, тривалістю вегетаційного періоду (рис.).

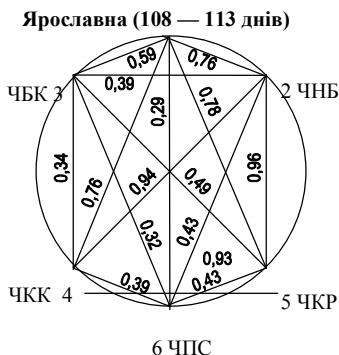
Спочатку ми зупинимось на розгляді загальних тенденцій і тісноти зв'язків між окремими ознаками, а потім відмітимо особливості прояву їх в окремих зразків. Ознака "*число продуктивних стебел рослини*" позитивно корелювала з іншими п'ятьма ознаками. Значення коефіцієнтів кореляції в цілому були невисокими. Так, між найближчими в ієрархії ознаками — числом китиць на рослині і числом квіток в китиці — коефіцієнти кореляції коливались в межах  $r = 0,4-0,6$ . Ще менше ( $r = 0,3-0,5$ ) дана ознака корелювала з числом бобів в китиці, числом насінин в бобі і масою насіння рослини.

У сорту Йигева-118 відмічений невисокий зв'язок числа продуктивних стебел з числом китиць на рослині і числом квіток в китиці, де коефіцієнти у сортів становили 0,13 і 0,19 відповідно, а у сортів Місцева і Мега вони були найвищими. Ознака "*число китиць на рослині*" найбільш тісно корелю-



$$R_{1,23} = 0,714$$

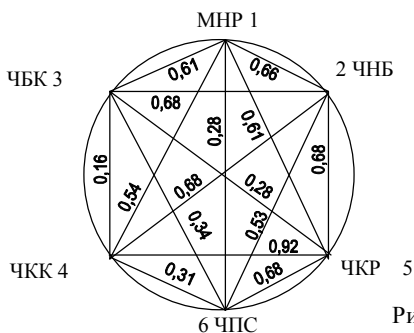
$$Y_{xz} = 3,012 + 0,638 X - 0,157 Z$$



$$R_{1,23} = 0,827$$

$$Y_{xz} = 0,928 + 0,907 X + 0,081 Z$$

**Gulus (121 — 133 дні)**



$$R_{1,23} = 0,780$$

$$Y_{xz} = 1,002 - 0,019 X + 1,759 Z$$

**Рис. Кореляційні зв'язки між окремими ознаками насіннєвої продуктивності у сортів люцерна різних груп скоростиглості**

вала ( $r = 0,68-0,98$ ) з числом квіток у китиці і в меншій мірі з числом насінин в бобі ( $r = 0,43-0,87$ ) (за виключенням сорту Ярославна) і масою насіння рослини ( $r = 0,61-0,77$ ). Невисокий позитивний зв'язок ця ознака мала з числом бобів в китиці ( $r = 0,20-0,60$ ). Тісний позитивний зв'язок ( $r = 0,60-0,87$ ) спостерігався між ознаками “число квіток в китиці” і “числом насінин в бобі” та “масою насіння з рослини” ( $r = 0,60-0,70$ ). Дещо вищими були коефіцієнти кореляції між цими ознаками у сортів Ярославна, Vertus і Місцева.

Коефіцієнт кореляції між числом бобів в китиці і числом насінин в бобі був позитивним, але невисоким — на рівні  $0,40-0,50$ . Найбільш тісний зв'язок між цими ознаками був виявлений лише у сортозразків Sverge, Vella, AU-PX, Szarvase-1 і Gulus ( $r = 0,58-0,80$ ).

Ознака “*маса насіння з рослини*” позитивно корелювала з числом бобів в китиці і числом насінин в бобі. Коефіцієнти кореляції були на рівні  $0,6-$

0,7. Отже, можна говорити про те, що між ознаками насінневої продуктивності в цілому існують позитивні кореляційні зв'язки. Разом з тим, між окремими групами ми бачимо посилення або послаблення цих зв'язків. Особливо це проявляється в окремі роки досліджень. Мінливість кореляційних зв'язків між близько структуризованими ознаками може посилювати або послаблювати тісноту кореляції між іншими ознаками.

Можливість краще зрозуміти взаємовплив різних ознак на прояв кореляційного зв'язку в системі зв'язків дають частинні та множинні коефіцієнти кореляції. Це можна продемонструвати прикладом мінливості показників кореляції між першою (маса насіння) і другою (число насінин в бобі) ознакою у сорту Вінничанка в залежності від якоїсь однієї чи двох інших. Нижче для прикладу приведемо частинні коефіцієнти кореляції різних комбінацій ознак:  $r_{12,3} = 0,52$ ;  $r_{12,4} = 0,48$ ;  $r_{12,5} = 0,36$ ;  $r_{12,6} = 0,63$ ;  $r_{12,3,4} = 0,06$ ;  $r_{12,4,6} = 0,71$ ;  $r_{12,5,6} = 0,38$  і т.д.

Із приведених на рисунку кореляційних зв'язків можна бачити, що результуюча ознака — урожай насіння — має найбільш тісні кореляційні зв'язки з числом бобів в китиці і числом насінин в бобі. В таблиці 1 приведені частинні та множинні коефіцієнти кореляції між цими трьома ознаками насінневої продуктивності для всіх вивчених сортотразків.

Таблиця 1

**Частинні та множинні коефіцієнти кореляції деяких господарсько-цінних ознак у різних сортотразків люцерни**

Сортотразки	$r_{12,3}$	$r_{13,2}$	$r_{23,1}$	$R_{1,2,3}$
Вінничанка	0,470±0,092	0,375±0,096	0,296±0,099	0,714
Йггева-118	0,503±0,098	0,230±0,099	0,309±0,097	0,645
№152	0,362±0,096	0,498±0,089	0,240±0,100	0,703
Жидруне	0,592±0,098	0,360±0,114	0,077±0,122	0,718
Mega	0,519±0,131	0,592±0,124	0,002±0,154	0,789
Ellerslaie-1	0,583±0,124	0,619±0,119	-0,060±0,152	0,826
Vika	0,661±0,084	0,176±0,110	0,259±0,108	0,753
Vertus	0,737±0,081	0,589±0,097	-0,264±0,116	0,843
Місцева	0,548±0,118	0,556±0,117	0,057±0,141	0,804
Ярославна	0,716±0,080	0,490±0,099	-0,109±0,114	0,827
Sverre	0,407±0,108	0,436±0,107	0,302±0,113	0,714
Vella	0,720±0,095	0,202±0,135	0,314±0,130	0,849
Verko	0,685±0,080	0,488±0,096	-0,123±0,109	0,797
Globus	0,594±0,098	0,499±0,106	0,011±0,122	0,780
AU-PX	0,354±0,129	0,537±0,117	0,360±0,129	0,795
Gulus	0,565±0,091	0,144±0,109	0,573±0,089	0,803
Szarvase-1	0,450±0,124	0,529±0,118	0,258±0,134	0,806
Orca	0,575±0,142	0,390±0,160	0,137±0,172	0,745

Приведені дані показують, що тіснота кореляційного зв'язку між двома ознаками в значній мірі залежить від якоїсь третьої. Розглядаючи першу колонку, можна бачити зменшення тісноти зв'язку між масою насіння рослини і числом насінин в бобі в залежності від числа бобів в китиці.

Така ж тенденція спостерігається по кореляції між масою насіння і числом бобів в китиці в залежності від числа насінин в бобі (колонка 2 табл. 1). При цьому можна бачити і сортові відмінності. В одних сортів зменшення тісноти кореляцій проявляється слабше, у інших — сильніше.

В останній колонці приводяться коефіцієнти множинної кореляції, де показана тіснота зв'язку маси насіння з рослини із двома іншими ознаками — числом бобів в китиці і числом насінин в бобі.

Дані аналізу показують, що між сортами існують певні відмінності. У одних сортів коефіцієнт множинної кореляції має нижче значення, у інших він досить високий. Цей коефіцієнт ще більш наочно показує, що рівень насінневої продуктивності рослин у всіх сортів визначається впливом цих двох ознак.

Приведені значення коефіцієнтів кореляції дозволяють судити лише про ступінь зв'язку у варіації двох чи декількох перемінних величин, або їх тісноту зв'язку, але не дозволяють судити про те, як кількісно міняється одна величина в залежності від зміни іншої. Відповідь на це питання можуть дати розраховані нами рівняння лінійної регресії, які дозволяють визначити значення функції в залежності від значення аргументу у різних сортів (табл. 2).

Таблиця 2

Рівняння лінійної та множинної лінійної регресії для різних сортозразків люцерни

Сортозразок	$Y_x = a + R_1 X$	$Y_z = a + R_2 Z$	$Y_{xz} = a + R_1 X + R_2 Z$
Вінничанка	$Y_x = 3,071 + 0,546 X$	$Y_z = 4,994 + 0,608 Z$	$Y_{xz} = 3,012 + 0,638X - 0,157Z$
Йигева 118	$Y_x = 0,430 + 0,911 X$	$Y_z = 0,811 + 1,862 Z$	$Y_{xz} = 0,941 - 0,062X + 1,965Z$
№152	$Y_x = 2,221 + 0,862 X$	$Y_z = 2,654 + 1,680 Z$	$Y_{xz} = 1,821 + 0,258X + 1,364Z$
Жидруне	$Y_x = 1,661 + 0,617 X$	$Y_z = 2,434 + 1,061 Z$	$Y_{xz} = 2,118 + 0,185X + 0,761Z$
Mega	$Y_x = 4,999 + 0,040 X$	$Y_z = 4,402 + 0,222 Z$	$Y_{xz} = 3,652 + 0,075X + 0,238Z$
Ellerslaie-1	$Y_x = 4,00 + 0,268 X$	$Y_z = 2,452 + 0,889 Z$	$Y_{xz} = 3,856 + 0,224X + 0,996Z$
Vika	$Y_x = 1,004X - 0,836$	$Y_z = 4,135 + 0,766 Z$	$Y_{xz} = -1,234 + 1,161X - 0,198Z$
Vertus	$Y_x = 0,677 + 0,597 X$	$Y_z = 2,113 + 0,814 Z$	$Y_{xz} = 1,118 + 0,382X + 0,309Z$
Місцева	$Y_x = 1,256X - 4,474$	$Y_z = 0,647 + 1,281 Z$	$Y_{xz} = 3,903 + 0,922X + 0,522Z$
Ярославна	$Y_x = 0,960X - 1,058$	$Y_z = 4,403 + 0,740 Z$	$Y_{xz} = 0,928 + 0,907X + 0,081Z$
Sverre	$Y_x = 0,209 + 0,701 X$	$Y_z = 1,504Z - 0,859$	$Y_{xz} = 1,242 + 0,362X + 0,925Z$
Vella	$Y_x = 0,267 + 0,743 X$	$Y_z = 2,765 + 1,046 Z$	$Y_{xz} = 0,581 + 0,619X + 0,201Z$
Verko	$Y_x = 1,183 + 0,679 X$	$Y_z = 1,943 + 1,510 Z$	$Y_{xz} = 0,628 + 0,340X + 1,007Z$
Globus	$Y_x = 0,717 + 0,527X$	$Y_z = 1,435 + 1,171 Z$	$Y_{xz} = 1,050 + 0,530X + 0,616Z$
AU-PX	$Y_x = 8,446 + 0,114X$	$Y_z = 6,073 + 0,379 Z$	$Y_{xz} = 7,227 - 0,222X + 0,558Z$
Gulus	$Y_x = 0,464 + 0,828 X$	$Y_z = 0,949 + 1,731 Z$	$Y_{xz} = 1,002 - 0,019X + 1,759Z$
Szarvase-1	$Y_x = 1,436 + 0,572 X$	$Y_z = 2,313 + 1,046 Z$	$Y_{xz} = 0,203 + 0,468X + 0,586Z$
Orca	$Y_x = 5,743 + 0,02 X$	$Y_z = 5,211 + 0,165 Z$	$Y_{xz} = 5,496 + 0,050X + 0,204Z$

Рівняння першої колонки показують залежність маси насіння рослини від числа бобів в китиці, а в другій колонці — від числа насінин в бобі. У більшості сортів збільшення числа бобів в китиці або числа насінин в бобі сприяє підвищенню насінневої продуктивності. Але є такі сортозразки, у яких для підвищення насінневої продуктивності вимагається значне збільшення другої ознаки.

В останній колонці представлені рівняння множинної лінійної регресії, які описують рівень насінневої продуктивності в залежності від числа бобів в китиці і числа насінин в бобі. З приведених даних можна бачити, що в окремих сортів, наприклад, у Вінничанки, насіннева продуктивність більше залежить від числа бобів в китиці, а у сортів Йигева-118, AU-PX, Ellerslaie-1 і Gulus — від числа насінин в бобі. У сорту Vika спостерігається значне збільшення числа бобів в китиці. У решти сортів підвищення рівня насінневої продуктивності можна забезпечити збільшенням двох ознак. Хоча і тут є свої відмінності, зумовлені більшим впливом тієї чи іншої ознаки.

### **Висновки**

Таким чином, проведені дослідження показали, що між такими корелятивно зв'язаними ознаками як число продуктивних стебел і число китиць на рослині існує середній рівень міжпопуляційної та внутрішньопопуляційної мінливості. Між ознаками “число квіток в китиці”, “число бобів в китиці” і “число насінин в бобі” існує низький рівень міжпопуляційної і середній внутрішньопопуляційної мінливості.

За ознакою “маса насіння з рослини” виявлений середній рівень міжпопуляційної і високий — внутрішньопопуляційної мінливості.

При відсутності чіткої дивергенції сортозразків люцерни за ознаками насінневої продуктивності селекційне їх покращання повинно базуватися на використанні внутрішньопопуляційної мінливості.

Виявлений поліморфізм окремих популяцій люцерни (Vertus, Vella, Ellerslaie-1) за такими ознаками як “число квіток в китиці”, “число бобів в китиці” і “число насінин в бобі”. В цьому відношенні особливої уваги заслуговує сорт Ярославна, у якого цей поліморфізм найбільш чітко виражений (коефіцієнти повторюваності становили відповідно 0,41, 0,43 і 0,77), що, очевидно, зумовлено частковою його автогамією.

Показано, що результуюча ознака — насіннева продуктивність — в значній мірі залежить від досягнутого рівня селекційного покращання, головним чином, двох її складових — “число бобів в китиці” і “число насінин в бобі”. Можливості добору за цими ознаками складають 10–15%.

### **Література**

1. *Рокицкий П.Ф.* Введение в статистическую генетику. Минск: Высшая школа.— 1974.— 440 с.
2. *Лысенко Н.И.* Относительная скорость роста семядольных листьев сахарной свеклы — информативный параметр для прогнозирования гетерозиса // IV съезд генетиков и селекционеров Украины. Часть 3. Тезисы докл.— К.: 1981.— С. 198–199.

3. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений (эколого-генетические основы). Кишинев: Штиинца.— 1980.— 587 с.

4. Помогайбо В.М., Чекалин Н.М., Изучение самонесовместимости и самосовместимости у люцерны. Использование насыщающих скрещиваний и самосовместимости в селекции сельскохозяйственных растений.— К.: Наукова думка.— 1975.— С. 195–202.

5. Помогайбо В.М. Изучение взаимосвязи между признаками у синегибридной люцерны // Цитология и генетика.— 1981.— Т.15.— №4.— С. 58–60.

### **Резюме**

При відсутності чіткої дивергенції сортозразків люцерни за ознаками насінневої продуктивності селекційне їх покращення повинно базуватися на використанні внутрішньопопуляційної мінливості. Насіннева продуктивність в значній мірі залежить від досягнутого рівня селекційного покращення, головним чином, двох основних складових — “число бобів в китиці” і “число насінин в бобі”.

При отсутствии строгой дивергенции сортообразцов люцерны по признакам семенной продуктивности селекционное их улучшение должно базироваться на использовании внутрипопуляционной изменчивости. Семенная продуктивность в значительной степени зависит от достигнутого уровня селекционного улучшения, главным образом двух составляющих — “количество бобов в соцветии” и “количество семян в бобе”.

At absence strict divergention Grade a sample of Lucerne to attributes of seed efficiency their selection improvement should be based on use Inside population of variability. The seed efficiency substantially depends on the achieved level of selection improvement mainly two compound — “quantity of beans in flowers” and “quantity seeds in a bean”.

**RÁCZ F., HIDVÉGI S., SZPKE C., HADI G., PÁL M., MARTON C.L**

*Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences,  
P.O.B. 19. Martonvásár, 2462 Hungary, email: raczfe@mail.mgki.hu*

## **POLLEN PRODUCTION OF INBRED MAIZE LINES IN DIFFERENT YEARS**

The majority of maize varieties and hybrids are able to produce adequate quantity of viable pollen under various ecological circumstances, and pollen production cannot be considered as a limiting factor as far as yield is concerned (Duvick, 1997, Westgate *et al.*, 2003). However, extreme abiotic stress factors may cause flowering asynchronism, reducing the chance of fertilization or may generate the production of less viable pollens in lower quantity.

Plants are the most susceptible to decreased water supply right before and during the process of flowering. Water deprivation often results in the disorder of pollen production or even the complete lack of it (Hall *et al.* 1980, Herrero and Johnson, 1980), or may delay the development of style. The response of genotypes depends on the extent of stress, and the inherited traits of the genotype under