

УДК 633.13:631.52

**Ю. А. ЛІСОВА**, молодший науковий співробітник

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшино Пустомитівського р-ну Львівської обл.,

81115, e-mail: [inagrokarpat@gmail.com](mailto:inagrokarpat@gmail.com)

## **СЕЛЕКЦІЙНІ ІНДЕКСИ ГОЛОЗЕРНИХ ЗРАЗКІВ ВІВСА**

*Наведено результати визначення селекційних індексів у голозерних зразків вівса, мінливості і кореляції між ними та врожайністю. Проведено кластерний аналіз зразків за селекційними індексами.*

**Ключові слова:** селекційні індекси, кількісні ознаки, мінливість, кореляція, кластерний аналіз.

**Вступ.** Селекційні індекси використовують для порівняльної оцінки генотипів разом з аналізом кількісних ознак, які мають безпосередній вплив на продуктивність. Їх застосування дозволяє не тільки ретельніше оцінювати селекційний матеріал, але й виявляти цінні ознаки, цілеспрямовано проводити добори на різних етапах селекційного процесу за допомогою вторинних маркерних ознак, планувати схеми гібридизації на основі додаткової інформації про фенотиповий прояв кількісних та якісних ознак. У селекційній практиці широко використовують ряд індексів, які поєднують комплекс ознак вегетативних та репродуктивних частин рослинних ценозів.

Ідею селекційних індексів запропонував Г. Сміт у 30-х роках минулого століття при роботі з пшеницею. Цей підхід застосовують у

© Лісова Ю. А., 2016

Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2016. Вип. 60.

селекції рослин і тварин. В останні десятиріччя у США і деяких європейських країнах метод селекційних індексів включено в селекційні програми на етапах попереднього відбору серед великої кількості сімей або ліній популяції [1].

Відбір з допомогою селекційних індексів більш ефективний при низьких коефіцієнтах успадкування ознак. Метод потрібно використовувати в програмах рекурентної селекції. Кожний цикл такої селекції включає відбір частини популяції з допомогою селекційних індексів і рекомбінації генотипового матеріалу шляхом проміжних схрещувань [2].

Встановлено, що селекційні індекси є більш інформативними, поєднують декілька ознак, які тісно корелюють між собою та врожайністю [3, 4], а також характеризуються меншою мінливістю [5].

Метою наших досліджень було визначити селекційні індекси у голозерних зразків вівса, кореляції між ними та врожайністю і провести кластерний розподіл зразків за індексами.

**Матеріали і методи.** Експериментальну частину досліджень проводили у 2011–2014 рр. на полях лабораторії селекції зернових та кормових культур в умовах селекційно-насінницької сівозміни Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Попередник – озимі зернові, агротехніка – загальноприйнята для вирощування вівса в зоні надмірного зволоження, фон – N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>.

У вивченні голозерних генотипів вівса було використано 31 сортозразок різного еколого-географічного походження, який надійшов з Національного центру генетичних ресурсів рослин України, і 7 голозерних селекційних ліній, які створені в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН. Облікова площа ділянок – 5 м<sup>2</sup>, повторність – 6-кратна. Стандартні сорти півчастого типу Чернігівський 27, голозерного – Скарб України і Авгол розміщували через 10 номерів. Сівбу проводили селекційною сівалкою СКС-6-10 з центральним апаратом висіву, збирання – комбайном «Сампо-130».

Визначали такі морфобіологічні та компонентні ознаки продуктивності і якості зерна: висоту рослин (Н), довжину волоті (ДВ), довжину верхнього міжвузля (ДВМ), масу зерна у волоті (М<sub>1</sub>), масу рослини (М<sub>2</sub>), масу волоті з зерном (М<sub>3</sub>), масу полови (М<sub>4</sub>), масу волоті з стеблом (М<sub>5</sub>), кількість зерен у волоті (КЗ), продуктивну (ПК) і загальну (ЗК) куцистість. Проаналізовано 25–50 рослин у 2–4 повтореннях. Для встановлення мінливості кількісних ознак голозерних сортозразків визначали показники варіації за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Excel: середнє арифметичне,

мінімальне значення, максимальне значення, розмах варіації, середнє лінійне відхилення, дисперсію, середнє квадратичне відхилення, коефіцієнт варіації. Визначення коефіцієнтів кореляції проводили за Б. А. Доспеховим (1985).

На підставі структурного аналізу вираховували селекційні індекси за В. М. Тищенком [6]:

– збиральний (HI) – маса зерна у волоті на масу рослини ( $M_1/M_2$ );

– атракції (AI) – маса волоті з зерном на масу стебла ( $M_3/M_5$ );

– мікророзподілу (Mic) – маса зерна у волоті на масу половини волоті ( $M_1/M_4$ );

– мексиканський (Mx) – маса зерна у волоті на висоту рослини ( $M_1/H$ );

– полтавський (PI) – маса зерна у волоті на довжину верхнього міжвузля ( $M_1/ДВМ$ );

– інтенсивності (SI) – маса стебла на висоту рослини ( $M_5/H$ );

– потенційної продуктивності (SPI) – маса зерна у волоті на масу волоті з зерном ( $M_1/M_3$ ).

Два селекційні індекси були пристосовані до культури вівса: це компактності волоті (KB) –  $M_1/ДВ$  і лінійної компактності волоті (ЛКВ) –  $КЗ/ДВ$ .

Визначення генетичної дивергенції зразків здійснювали методом багатомірної статистики кластерним аналізом у пакеті Cluster Analysis.

**Результати та обговорення.** Найбільш поширеним у наукових та селекційних дослідженнях є збиральний індекс, який являє собою відсоткове відношення маси зерна у волоті ( $M_1$ ) до маси рослини ( $M_2$ ). У середньому за три роки збиральний індекс голозерних зразків вівса становив 22,30 % (від мінімального 7,63 до максимального 33,78 %). Згідно з коефіцієнтом варіації мінливість цього індексу була значною (табл. 1). Більше 30,0 % збиральний індекс був у трьох зразків канадського походження: Vicar (30,31), AC Ernie (33,78) і Boudrais (31,26 %).

Індекс атракції показує відсоткове відношення маси зерна у волоті ( $M_1$ ) до маси волоті з зерном ( $M_3$ ) і за своїм значенням подібний до збирального індексу. Середнє за три роки значення індексу атракції у голозерних зразків становило 54,76 % і коливалося в межах від 32,21 (ІЗТ 00422) до 70,64 % (лінія AC Belmont / Крепыш). Більше 60,0 % індекс атракції був у 9 зразків з найвищими показниками у Гальз (64,37 %), Boudrais (65,34 %) і лінії AC Belmont / Крепыш (64,0 %). Мінливість аналізованого індексу була середньою (14,36).

**1. Селекційні індекси голозерних зразків вівса та їх статистичні параметри (середнє за 2011–2013 рр.)**

| Індекси                            | Статистичні параметри |                     |                      |                 |           |                       |                    |                     |
|------------------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|-----------------|-----------|-----------------------|--------------------|---------------------|
|                                    | середнє арифметичне   | мінімальне значення | максимальне значення | розмах варіації | дисперсія | стандартне відхилення | стандартна похибка | коефіцієнт варіації |
| Збиральний (HI)                    | 22,30                 | 7,63                | 33,78                | 26,15           | 0,00      | 0,05                  | 0,05               | 23,18               |
| Атракції (AI)                      | 54,76                 | 32,21               | 70,64                | 38,43           | 0,01      | 0,08                  | 0,08               | 14,36               |
| Мікророзподілу (Mic)               | 4,21                  | 1,54                | 6,86                 | 5,32            | 1,21      | 1,10                  | 1,25               | 26,12               |
| Мексиканський (Mx)                 | 1,83                  | 0,43                | 2,75                 | 2,32            | 2,00      | 0,00                  | 0,00               | 24,59               |
| Полтавський (PI)                   | 3,75                  | 1,27                | 5,27                 | 4,00            | 7,46      | 0,01                  | 0,01               | 22,63               |
| Інтенсивності (SI)                 | 4,13                  | 1,74                | 5,39                 | 3,65            | 4,33      | 0,01                  | 0,01               | 16,09               |
| Потенційної продуктивності (SPI)   | 79,79                 | 60,05               | 87,28                | 27,23           | 0,00      | 0,05                  | 0,05               | 5,87                |
| Компактності волоті (KB)           | 8,28                  | 2,23                | 11,39                | 9,16            | 0,00      | 0,02                  | 0,02               | 24,09               |
| Лінійної компактності волоті (ЛКВ) | 3,40                  | 2,15                | 4,21                 | 2,06            | 0,24      | 0,49                  | 0,49               | 14,35               |

Індекси мікророзподілу та потенційної продуктивності пов'язані з масою волоті та зерна і полови в ній. Індекс мікророзподілу в середньому за три роки становив 4,21 з розмахом варіації 5,32, а індекс інтенсивності – відповідно 79,79 і 27,23 %. Різні показники розмаху варіації спричинили різну варіабельність цих індексів: високу у першого (26,12 %) і незначну – у другого (5,87 %). Вищі показники індексу мікророзподілу були у зразків Гоша (6,86), Гальз (6,79), Крепыш / Ант (6,23), Expression (6,19), а індексу потенційної продуктивності – Гоша (87,28), Гальз (87,17) і Expression (86,10 %).

Наведені нижче індекси у свої визначення включають біометричні показники: мексиканський – маса зерна у волоті на висоту рослини ( $M_1/H$ ), полтавський – маса зерна у волоті на довжину верхнього міжвузля ( $M_1/ДВМ$ ) та індекс інтенсивності – маса стебла на висоту рослини ( $M_5/H$ ). Особливо близько пов'язані перші два індекси як за визначеннями, так і за показниками. Середній за три роки показник мексиканського індексу становив 1,83, розмах варіації 2,32 та коефіцієнт варіації 24,59 %, а показники полтавського індексу – відповідно 3,75; 4,00 і 22,63 %. Високі показники мексиканського індексу відзначено у зразків IZT 00422 (6,86), Fishi (5,57), Caesar (5,43), а низькі – Інермис 2 (1,25), Hendon (1,33), Vicar (1,61). За деякими зразками щодо високих та низьких показників полтавського індексу спостерігали збіг порівняно з попереднім індексом. Індекс інтенсивності стосується лише до вегетативної частини рослин, а високі його показники було зафіксовано у таких зразків: Гоша (5,39), AC Belmont (5,15) і Вандроу́нік (5,00).

Індекси компактності волоті та лінійної компактності волоті були пристосовані до культури вівса від інших колосових культур і характеризують в основному морфобіологічні особливості зразків. Середній за три роки показник компактності волоті становить 8,28 за досить значного розмаху варіації (9,16) і, отже, високої мінливості (24,09 %). Індекс лінійної компактності волоті характеризується меншим розмахом варіації (2,06) та середньою мінливістю (14,35 %). На основі розрахунків виділено зразки з високими значеннями індексу компактності волоті – AC Belmont (11,39), AC Belmont / Крепыш (11,21), Вандроу́нік / AC Accinoboia (10,95) та лінійної компактності волоті – AC Belmont (4,21) і дві селекційні лінії AC Belmont / Крепыш (4,01; 4,02).

Для встановлення залежностей між продуктивністю та селекційними індексами провели кореляційний аналіз (табл. 2).

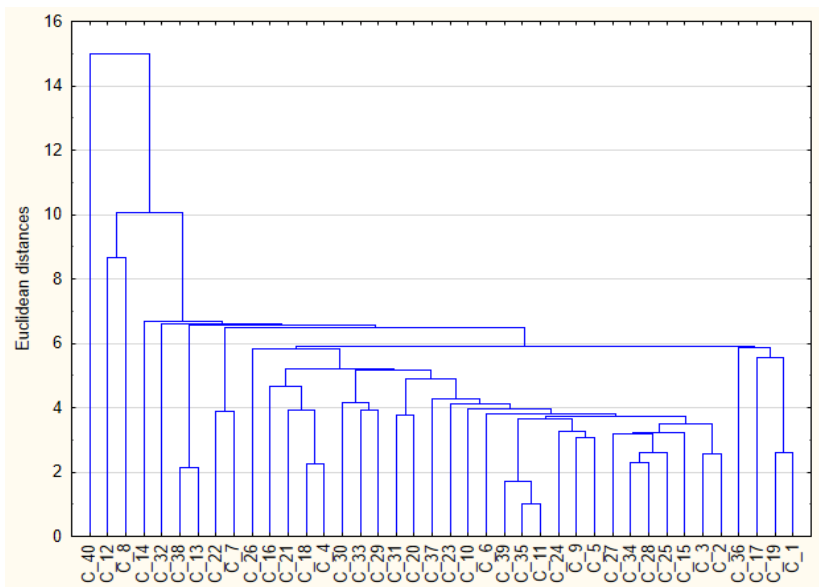
## 2. Коефіцієнти кореляції врожайності та селекційних індексів зразків голозерного вівса (середнє за 2011–2013 рр.)

| Врожайність та індекси | HI    | AI    | Mic   | Mx    | PI    | SI    | SPI   | KB    | ЛКВ   |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| В                      | 0,57* | 0,53* | 0,55* | 0,67* | 0,63* | 0,52* | 0,50* | 0,60* | 0,18  |
| HI                     |       | 0,67* | 0,38* | 0,56* | 0,58* | 0,27  | 0,44* | 0,62* | 0,16  |
| AI                     |       |       | 0,21  | 0,78* | 0,77* | 0,38* | 0,24  | 0,80* | 0,43* |
| Mic                    |       |       |       | 0,48* | 0,43* | 0,25  | 0,92* | 0,37* | 0,17  |
| Mx                     |       |       |       |       | 0,94* | 0,82* | 0,92* | 0,37* | 0,60* |
| PI                     |       |       |       |       |       | 0,73* | 0,47* | 0,88* | 0,53* |
| SI                     |       |       |       |       |       |       | 0,19  | 0,70* | 0,50* |
| SPI                    |       |       |       |       |       |       |       | 0,44* | 0,15  |
| KB                     |       |       |       |       |       |       |       |       | 0,63* |
| ЛКВ                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

\* Достовірно на 5-відсотковому рівні значущості.

Аналіз кореляційних залежностей свідчить, що врожайність голозерних зразків позитивно і достовірно корелювала з усіма індексами, за винятком індексу лінійної компактності волоті. Слід зауважити, що ці кореляційні залежності були середніми (від 0,50 до 0,67). Збиральний індекс мав позитивні кореляції майже з усіма індексами, крім індексів інтенсивності та лінійної компактності волоті. Найсильніші зв'язки збирального індексу встановлено з індексом атракції ( $r = 0,67$ ) і компактності волоті ( $r = 0,62$ ). Індекс атракції відзначався сильними кореляційними залежностями з індексами компактності волоті ( $r = 0,80$ ), мексиканським ( $r = 0,78$ ) та полтавським ( $r = 0,77$ ). Індекс мікророзподілу характеризувався сильним позитивним зв'язком з індексом потенційної продуктивності та середніми – з мексиканським, полтавським та компактності волоті. Мексиканський та полтавський індекси мали тільки позитивні залежності з іншими індексами. Потрібно підкреслити, що коефіцієнти кореляції між індексами мали тільки позитивні значення. Отже, результати кореляційного аналізу свідчать про позитивні кореляції між врожайністю голозерних зразків вівса та більшістю селекційних індексів, що дає можливість використовувати їх у доборах та формуванні модельних генотипів. Розрахунок індексів значно підвищує інформативність селекційного процесу.

Для встановлення подібності зразків голозерного вівса за селекційними індексами було проведено кластерний аналіз (рис.).



**Рис. Кластеризація зразків вівса за селекційними індексами (горизонтально – номери зразків, вертикально – евклідові відстані)**

Кластеризація за селекційними ознаками показала, що кластери не утворювалися за низьких значень евклідових відстаней. При перших ітераціях об'єдналися зразки Крепыш / ІЗО-14 (С-35) і Крепыш (С-11) з приєднанням Grafton (С-39). Наступні ітерації привели до об'єднання Brighton (С-13) і Інєрмис 2 (С-38), АС Fregeaur (С-18) і АС Baton (С-4), Крепыш / АС Belmont (С-34), Чернігівський 27 / АС Lotta (С-28) і Terra (С-15), Авгол (С-2) і Скарб України (С-3). Навколо цих центрів і проводилося утворення кластерів, яке майже завершилося при евклідових відстанях 7.

### **Висновки**

1. За 9 селекційними індексами встановлено голозерні зразки вівса з мінімальними та максимальними їх показниками, що значно розширює порівняльну оцінку генотипів. Розрахунок індексів значно підвищує інформативність селекційного процесу.
2. Визначено статистичні параметри селекційних індексів. Згідно з коефіцієнтом варіації лише індекс потенційної продуктивності (SPI) відзначався незначною мінливістю (5,87 %). Індеси атракції (AI), інтенсивності (SI) та лінійної компактності волоті (ЛКВ)

характеризувалися середньою мінливістю, а інші визначені селекційні індекси мали значну варіабельність показників.

3. Врожайність голозерних зразків позитивно і достовірно корелювала з усіма індексами, за винятком індексу лінійної компактності волоті. Збиральний індекс мав позитивні кореляції майже з усіма індексами, крім індексів інтенсивності та лінійної компактності волоті. Найсильніші зв'язки збирального індексу встановлено з індексом атракції ( $r = 0,67$ ) і компактності волоті ( $r = 0,62$ ). Індекс атракції відзначався сильними кореляційними залежностями з індексами компактності волоті ( $r = 0,80$ ), мексиканським ( $r = 0,78$ ) та полтавським ( $r = 0,77$ ). Результати кореляційного аналізу свідчать про позитивні кореляції між врожайністю голозерних зразків вівса та більшістю селекційних індексів, що дає можливість використовувати їх у доборах та формуванні модельних генотипів.

4. Кластеризація за селекційними ознаками вказує на значну генетичну дивергенцію голозерних зразків за цими показниками. Утворення кластерів не відбувалося при низьких значеннях евклідових відстаней, а більшість ітерацій пройшли в діапазоні від 3 до 5.

### **Список використаної літератури**

1. Смирязев А. В. Биометрические методы в селекции растений / А. В. Смирязев, М. В. Гохман. – М. : Агропромиздат, 1985. – 215 с.

2. Смирязев А. В. Генетика популяций и количественных признаков / А. В. Смирязев, А. В. Кильчевский. – М. : КолосС, 2007. – 272 с. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

3. Мединец В. Д. Экология весеннего развития озимой пшеницы / В. Д. Мединец, В. А. Слепцов. – Полтава : АСМИ, 2006. – 260 с.

4. Власенко В. А. Характер прояву збирального індексу у міжсорткових гібридів пшениці м'якої ярої / В. А. Власенко, Т. П. Лозінська // Вісник Сумського нац. аграрного ун-ту. – 2012. – № 9 (24). – С. 152–154.

5. Тищенко В. Н. Использование индекса линейной плотности колоса в технологии селекционного процесса озимой пшеницы / В. Н. Тищенко // Тези доп. Міжнар. наук.-практ. конф. “Генетичні ресурси для адаптивного рослинництва: мобілізація, інвентаризація, збереження, використання” (Оброшино, 29 черв. – 1 лип. 2005 р.). – Оброшино : [Б. в.], 2005. – С. 186–189.

6. Тищенко В. М. Еколого-генетичні аспекти селекції озимої пшениці в умовах Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук.



ступеня д-ра с.-г. наук : спец. 06.01.05 «Селекція рослин»  
/ В. М. Тищенко ; Ін-т землеробства УААН. – К., 2007. – 44 с.

Отримано 22.08.2016

Рецензент – перший заступник директора з наукової роботи  
ІСГКР НААН, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий  
співробітник Г. С. Коник.