

УДК 633.171:631.52b.32

© 2009

*Чекалин Н.М., доктор биологических наук,  
Тищенко В.Н., доктор сельскохозяйственных наук,  
Панченко П.М., соискатель\**

Полтавская государственная аграрная академия,

*Сидоренко В.С., кандидат сельскохозяйственных наук*  
Всероссийский институт зернобобовых и крупяных культур (г. Орёл)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА КАК МЕТОДА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ОТБОРА У ПРОСА (*PANICUM MILIACEUM L.*)

*Рецензент – доктор сельскохозяйственных наук, профессор П.В. Писаренко*

*При проведенні добору найбільш продуктивних рослин проса з 11 гібридних селекційних ліній за допомогою кластерного аналізу кращими групувальними ознаками виявилися маса стебла ( $M_5$ ) і лінійна щільність волоття (LDP). У результаті з 220 рослин було відібрано 12 (5,5%) рослин із найвищими показниками продуктивності волоття, кількістю зерна з волоття та індексів: збирального (HI), мікророзподілів (DI), мексиканського (Mx), атракції (AI), полтавського (PI) і лінійної щільності волоття (LDP). Це перше повідомлення про застосування в селекції проса кластерного аналізу та можливе його ширше застосування для підвищення ефективності індивідуального відбору на ранніх етапах селекції.*

**Ключевые слова:** кластерный анализ, индивидуальный отбор, селекционный процесс, группирующие признаки, группы кластеров.

**Постановка проблемы.** Поиск путей совершенствования и повышения эффективности отбора на ранних этапах селекции культурных растений остается актуальным. Примером может служить применение кластерного анализа как нового метода математической обработки экспериментального материала.

Кластерный анализ, как свидетельствуют специальные литературные источники, применялся на мягкой пшенице для изучения степени генетического родства [1, 5]; средовой изменчивости урожайности и других хозяйственно полезных признаков у сортов пшеницы [6], взаимосвязи элементов продуктивности озимой пшеницы с морозостойкостью [2].

В ранее проведенных нами исследованиях по применению кластерного анализа в селекции озимой пшеницы [3-4] были получены следующие результаты. Во-первых, лучшими группирующими признаками оказались масса стебля ( $M_5$ )

и линейная плотность колоса (LDP). На основе кластерного анализа среди случайно отобранных с частичной гомозиготностью селекционных линий  $F_4$ - $F_6$  были выделены кластеры высокопродуктивных растений (4,5%) с улучшенными характеристиками признаков колоса, расположенных на дендрограммах близко друг от друга.

Высокоурожайные селекционные линии  $F_4$ - $F_6$ , выделенные на основе предыдущего кластерного анализа, в большинстве случаев выявились исходным материалом для индивидуального отбора высокопродуктивных растений, распределенных в лучшие кластеры. Идентичность результатов кластерного анализа при группировке как по средним показателям селекционных линий, так и по отдельным растениям, случайно отобранным среди этих линий, указывает на достоверность полученных данных по оценке генотипов по величине признаков и индексов, связанных с зерновой продуктивностью [3-4].

**Цель исследования.** На основании экспериментальных данных осуществлен кластерный анализ для характеристики по хозяйственно полезным признакам отдельных растений проса из различных селекционных линий гибридного происхождения и отбора высокопродуктивных генотипов.

**Материал и методы.** В качестве материала были взяты 11 гибридных линий проса  $F_4$ ... $F_5$  из различных комбинаций скрещивания, которые высевали в 2007 году на опытном поле Полтавской государственной аграрной академии на участках площадью 50 кв. м, проводили необходимые фенологические наблюдения и учеты. Перед уборкой с каждого участка отбирали для последующего структурного анализа 20 растений из средних рядков, измеряли и вычисляли следующие признаки и индексы:

\*Руководитель – доктор сельскохозяйственных наук, профессор В.Н. Тищенко

**СИЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО**

а) метелка – масса с зерном ( $M_3$ ), масса зерна ( $M_1$ ), число зерен (КЗ), масса 1000 зерен (МТЗ), масса половы ( $M_4$ ), длина метелки (ДМ);

б) растение – высота (Н), число междоузлий (КМ), длина верхнего междоузлия (ДВМ), длина нижнего междоузлия (ДНМ), масса растения ( $M_2$ ), масса стебля ( $M_5$ );

в) индексы – уборочный ( $HI = M_1/M_2$ ), микро-

распределений ( $DI = M_1/M_4$ ), мексиканский ( $Mx = M_1/H$ ), интенсивности ( $SI = M_5/H$ ), аттракции ( $AI = M_3/M_5$ ), полтавский ( $PI = M_1/ДВМ$ ), линейной плотности метелки ( $LDP = КЗ/ДМ$ ).

Кластерный анализ проводили с использованием модуля Cluster Analysis компьютерной программы Statistica.

**1. Распределение растений проса по кластерам и группам  
(по признакам генеративной части растения)**

| Кластеры       |     | Число растений | $M_1$                | КЗ                       | $M_3$                | МТЗ                    |
|----------------|-----|----------------|----------------------|--------------------------|----------------------|------------------------|
| К <sub>2</sub> | I   | 69             | 6,7±1,6<br>3,8-12,3  | 809,7±174,3<br>491-1458  | 8,3±2,0<br>4,6-15,0  | 8,3±0,8<br>4,3-10,0    |
|                | II  | 151            | 4,2±1,1<br>1,9-7,6   | 489,3±118,3<br>184-870   | 5,5±1,3<br>3,1-9,6   | 8,7±1,0<br>6,09-13,7   |
| К <sub>3</sub> | I   | 50             | 7,0±1,62<br>4,2-12,3 | 858,4±171,1<br>574-1458  | 8,8±2,01<br>5,5-15,0 | 8,2±0,80<br>4,33-9,27  |
|                | II  | 97             | 5,0±1,07<br>2,8-7,6  | 578,6±112,3<br>367-873   | 6,3±1,36<br>3,6-9,6  | 8,6±1,02<br>6,09-13,7  |
|                | III | 73             | 3,7±0,8<br>1,9-6,2   | 420,8±96,8<br>184-654    | 4,9±1,2<br>3,1-9,0   | 8,7±0,9<br>7,3-10,8    |
| К <sub>4</sub> | I   | 18             | 8,2±1,6<br>5,9-12,3  | 990,8±170,6<br>768-1458  | 10,1±2,0<br>7,0-15,0 | 8,3±0,6<br>7,2-9,1     |
|                | II  | 52             | 6,1±1,1<br>3,8-9,3   | 738,2±122,2<br>491-1108  | 7,7±1,5<br>4,6-11,9  | 8,4±0,7<br>7,2-10,0    |
|                | III | 91             | 4,6±0,9<br>2,8-7,6   | 532,9±94,4<br>354-870    | 5,8±1,2<br>3,6-9,6   | 8,6±1,1<br>6,1-13,7    |
|                | IV  | 59             | 3,3±0,6<br>1,9-5,2   | 380,2±72,4<br>184-620    | 4,5±0,8<br>3,1-7,0   | 8,9±0,9<br>7,3-10,8    |
| К <sub>5</sub> | I   | 18             | 8,2±1,6<br>5,9-12,3  | 990,8±170,6<br>768-1458  | 10,1±2,0<br>7,0-15,0 | 8,3±0,6<br>7,2-9,1     |
|                | II  | 52             | 6,2±1,1<br>3,8-9,3   | 738,2±122,2<br>491-1108  | 7,7±1,5<br>4,6-11,9  | 8,4±0,7<br>7,2-10,0    |
|                | III | 17             | 4,8±1,2<br>2,7-7,6   | 545,1±128,5<br>344-753   | 6,3±1,5<br>4,0-9,6   | 8,7±0,9<br>7,5-10,5    |
|                | IV  | 79             | 4,5±0,8<br>2,8-7,1   | 521,8±88,0<br>354-870    | 5,6±1,1<br>3,6-8,8   | 8,6±1,1<br>6,1-13,7    |
|                | V   | 54             | 3,3±0,6<br>1,9-5,2   | 375,7±71,0<br>184-620    | 4,4±0,8<br>3,1-7,0   | 8,86±0,9<br>7,26-10,76 |
| К <sub>6</sub> | I   | 42             | 5,5±1,1<br>3,4-7,5   | 649,0±112,9<br>444-873   | 6,8±1,4<br>4,1-9,4   | 8,4±0,8<br>7,2-10,0    |
|                | II  | 37             | 6,4±1,1<br>4,2-9,3   | 793,4±114,5<br>574-1108  | 8,1±1,5<br>5,5-11,9  | 8,12±0,9<br>4,3-9,3    |
|                | III | 65             | 4,7±0,9<br>2,8-7,6   | 534,9±81,8<br>367-722    | 5,9±1,2<br>3,6-9,6   | 8,7±1,1<br>6,1-13,7    |
|                | IV  | 44             | 3,7±0,6<br>2,5-5,7   | 421,1±70,5<br>323-620    | 4,8±1,0<br>3,1-7,4   | 8,7±0,86<br>7,3-10,8   |
|                | V   | 12             | 8,9±1,5<br>6,6-12,3  | 1067,9±155,8<br>895-1458 | 11,0±1,8<br>8,0-15,0 | 8,3±0,6<br>7,2-9,1     |
|                | VI  | 20             | 3,1±0,7<br>1,9-4,8   | 351,8±78,4<br>184-542    | 4,3±0,9<br>3,2-6,4   | 9,0±1,0<br>7,3-10,4    |

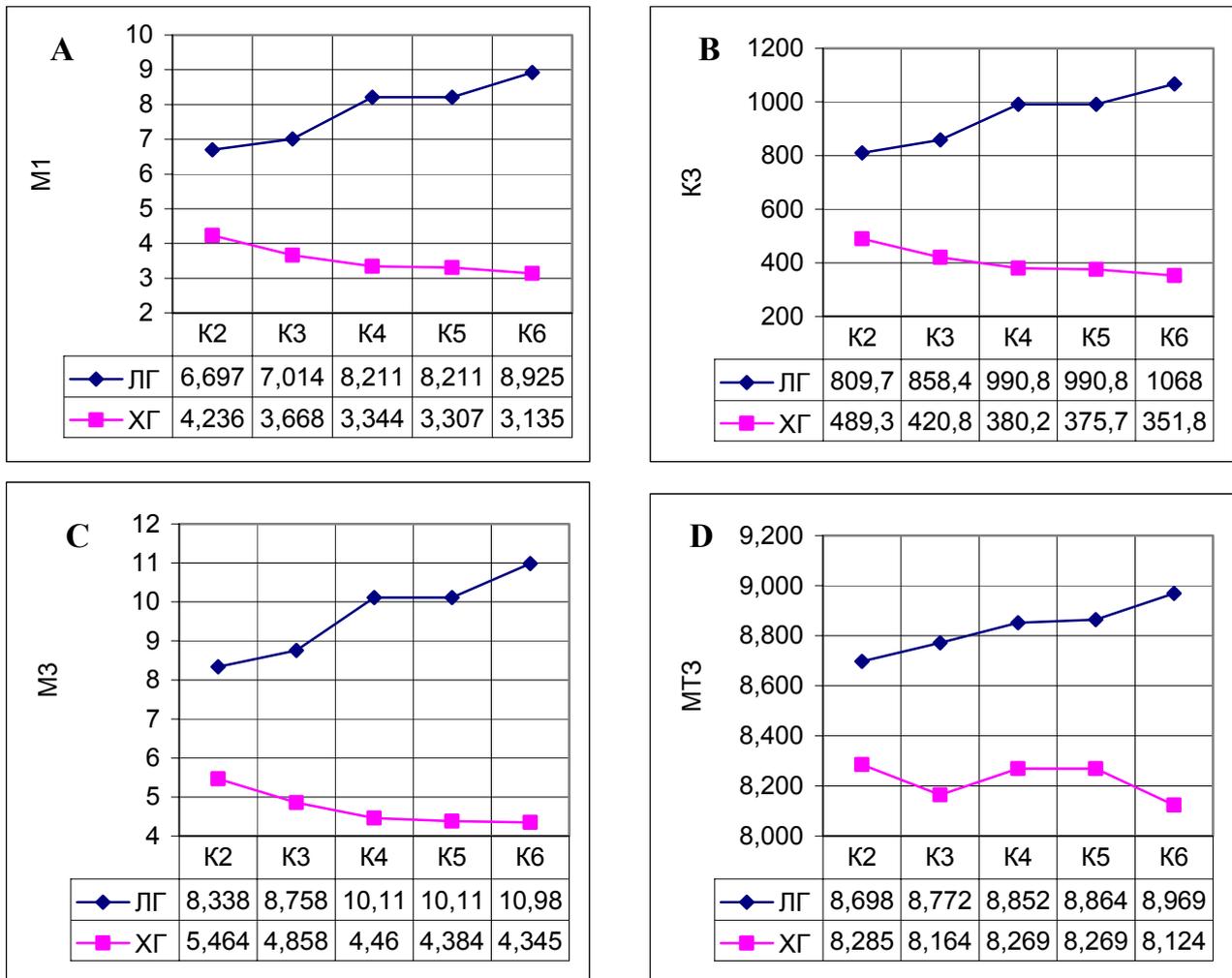


Рис. 1. Лучшие (ЛГ) и худшие (ХГ) группы растений проса в различных кластерах (А – М<sub>1</sub>, В – К<sub>3</sub>, С – М<sub>3</sub>, D – МТ<sub>3</sub>)

**Результаты исследований** (экспериментальная часть). Предварительный поиск группирующих признаков и индексов показал, что аналогично озимой пшенице лучшую информацию по элементам продуктивности дает кластерный анализ при использовании в качестве группирующих параметров массы стебля (М<sub>3</sub>) и индекса линейной плотности колоса (ЛПК). Распределение растений проса в лучшие и худшие кластеры, а внутри кластеров – в лучшие (ЛГ) и худшие (ХГ) группы по признакам и индексам приведены в табл. 1, 2, 3 и рис. 1-3 (А, В, С, D).

1. *Признаки генеративной части растения.* При делении на два кластера (К<sub>2</sub>) лучшей группой (ЛГ) по М<sub>1</sub>, М<sub>3</sub> и К<sub>3</sub> оказалась группа I, в которую вошло 69 растений из 220 (или 31,4%), причем величина М<sub>1</sub> в ЛГ превосходила М<sub>1</sub> в ХГ на 2,5 г (+60%), М<sub>3</sub>, соответственно, на 2,8 г (+51%); К<sub>3</sub> – на 320,4 (+65,5%), и только по МТ<sub>3</sub> между ЛГ и

ХГ не было отмечено достоверной разницы. Аналогичная картина наблюдалась и по лимитам варьирования по вышеупомянутым признакам (рис. 1-4). По МТ<sub>3</sub> лучшие растения попали в ХГ.

При делении на три кластера (К<sub>3</sub>) ЛГ также оказалась I группой, в которую вошли 50 растений (22,7%), причем М<sub>1</sub> в ЛГ превосходила М<sub>1</sub> в ХГ на 89%, М<sub>3</sub> – на 79,6%, К<sub>3</sub> – на 104%. МТ<sub>3</sub> в ЛГ имела, по сравнению с ХГ, показатель несколько ниже. Лучшие растения проса по МТ<sub>3</sub> попали в группу II так же, как и в К<sub>2</sub>.

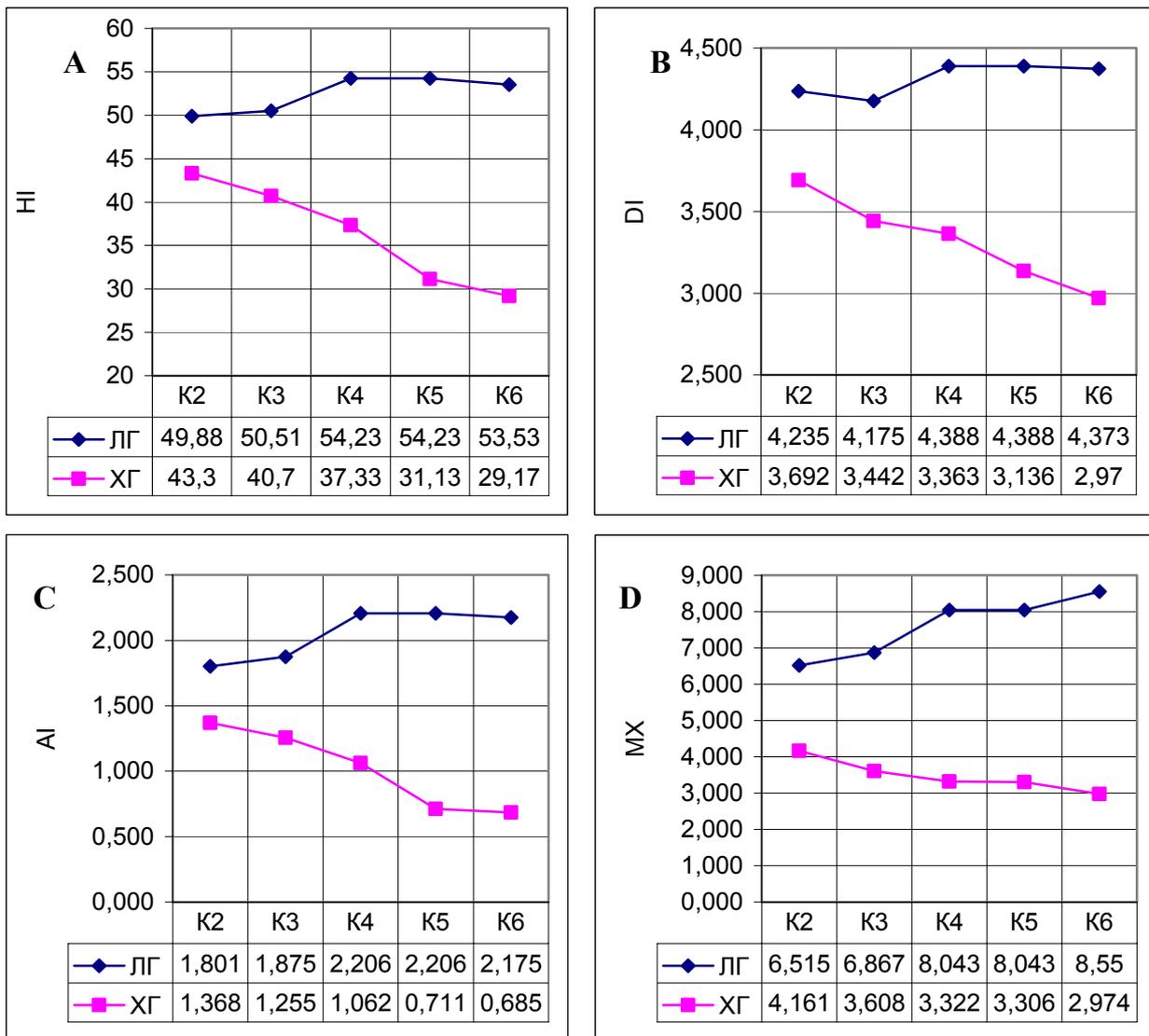
При делении на четыре кластера (К<sub>4</sub>) ЛГ также оказалась I группой, в которую вошли 18 растений проса (8,2 %), причем М<sub>1</sub> в К<sub>4.1</sub> превосходила М<sub>1</sub> в ХГ (К<sub>4.4</sub>) в 2,5 раза, М<sub>3</sub> – в 2,24 и К<sub>3</sub> – в 2,6 раза. По МТ<sub>3</sub> достоверных различий между группами не было отмечено.

При делении на пять кластеров (К<sub>5</sub>) в ЛГ вошли те же самые 18 растений, которые включены в К<sub>4</sub>.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

2. Распределение растений проса по кластерам и группам  
(по селекционным индексам)

| Класте-ры      | Число расте-ний | HI  | DI                    | Mx                   | SI                  | AI                  | PI                  | LDP                     |                       |
|----------------|-----------------|-----|-----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|
| К <sub>2</sub> | I               | 69  | 49,9±7,9<br>35,2-64,9 | 4,2±0,8<br>2,2-8,2   | 6,5±1,3<br>3,8-11,0 | 5,1±2,1<br>2,0-9,9  | 1,8±0,7<br>0,8-3,6  | 56,9±17,2<br>33,1-122,2 | 35,4±6,8<br>28,1-66,3 |
|                | II              | 151 | 43,3±9,2<br>15,4-60,9 | 3,7±0,9<br>0,6-6,5   | 4,2±1,0<br>1,7-6,9  | 4,5±2,1<br>1,5-12,4 | 1,4±0,5<br>0,3-2,9  | 40,0±11,7<br>19,5-72,4  | 20,5±4,3<br>7,4-27,8  |
| К <sub>3</sub> | I               | 50  | 50,5±7,9<br>35,2-64,9 | 4,2±0,9<br>2,2-8,2   | 6,9±1,4<br>4,0-11,0 | 5,2±2,0<br>2,3-9,9  | 1,9±0,7<br>0,8-3,6  | 59,0±17,2<br>36,7-122,2 | 37,8±6,6<br>31,3-66,3 |
|                | II              | 97  | 46,2±8,1<br>27,4-62,0 | 4,0±0,8<br>2,1-6,5   | 4,9±0,9<br>2,5-6,9  | 4,7±2,1<br>2,0-12,0 | 1,5±0,6<br>0,5-2,9  | 44,8±13,2<br>23,8-92,8  | 25,0±2,8<br>21,0-30,7 |
|                | III             | 73  | 40,7±9,7<br>15,4-56,9 | 3,4±1,0<br>0,58-5,71 | 3,6±0,8<br>1,7-5,8  | 4,5±2,2<br>1,5-12,4 | 1,3±0,5<br>0,3-2,2  | 36,5±10,5<br>19,5-71,7  | 16,9±2,8<br>7,4-20,9  |
| К <sub>4</sub> | I               | 18  | 54,2±7,3<br>39,7-64,9 | 4,4±0,5<br>3,6-5,5   | 8,0±1,3<br>5,9-11,0 | 5,1±2,2<br>2,6-9,7  | 2,2±0,8<br>0,9-3,6  | 64,5±20,9<br>40,4-122,2 | 44,6±6,3<br>38,6-66,3 |
|                | II              | 52  | 48,3±7,7<br>35,2-62,0 | 4,2±0,9<br>2,2-8,2   | 6,0±0,8<br>3,8-7,9  | 5,2±2,1<br>2,0-9,9  | 1,7±0,6<br>0,8-3,0  | 54,1±15,1<br>33,1-103,6 | 32,1±2,8<br>27,7-37,5 |
|                | III             | 91  | 45,8±8,2<br>27,5-60,9 | 3,9±0,8<br>1,6-6,5   | 4,5±0,8<br>2,5-6,8  | 4,4±2,0<br>1,9-11,9 | 1,5±0,5<br>0,5-2,9  | 41,3±11,8<br>23,8-72,4  | 23,3±2,2<br>19,7-27,8 |
|                | IV              | 59  | 37,3±9,3<br>15,4-54,4 | 3,4±1,0<br>0,6-5,7   | 3,3±0,7<br>1,7-5,4  | 5,0±2,5<br>1,5-12,4 | 1,1±0,5<br>0,28-2,1 | 35,3±10,0<br>19,5-57,8  | 16,0±2,6<br>7,4-19,7  |
| К <sub>5</sub> | I               | 18  | 54,2±7,3<br>39,7-64,9 | 4,4±0,5<br>3,6-5,5   | 8,0±1,3<br>5,9-11,0 | 5,1±2,2<br>2,6-9,7  | 2,2±0,8<br>0,9-3,6  | 64,5±21,0<br>40,4-122,2 | 44,6±6,3<br>38,6-66,3 |
|                | II              | 52  | 48,3±7,7<br>35,2-61,2 | 4,2±0,9<br>2,2-8,2   | 6,0±0,8<br>3,8-7,9  | 5,2±2,1<br>2,0-9,9  | 1,7±0,6<br>0,8-3,0  | 54,1±15,1<br>33,1-103,6 | 32,1±2,8<br>27,7-37,6 |
|                | III             | 17  | 31,1±5,2<br>22,9-42,7 | 3,1±0,7<br>1,6-4,1   | 4,3±0,8<br>2,3-5,8  | 8,6±2,2<br>5,7-12,4 | 0,7±0,2<br>0,3-1,2  | 54,8±12,3<br>29,4-72,4  | 21,0±3,2<br>15,6-26,9 |
|                | IV              | 79  | 47,9±6,6<br>31,1-60,9 | 4,1±0,8<br>2,1-6,5   | 4,5±0,8<br>2,5-6,8  | 3,8±1,2<br>1,9-7,6  | 1,6±0,5<br>0,7-2,9  | 38,4±9,2<br>23,8-66,0   | 23,4±2,3<br>19,7-27,8 |
|                | V               | 54  | 38,6±8,9<br>15,4-54,4 | 3,4±1,01<br>0,6-5,7  | 3,3±0,7<br>1,7-5,4  | 4,4±1,8<br>1,5-10,6 | 1,1±0,4<br>0,3-2,1  | 34,0±9,0<br>19,0-57,8   | 15,9±2,7<br>7,4-19,7  |
| К <sub>6</sub> | I               | 42  | 47,1±8,4<br>27,4-62,0 | 4,2±0,7<br>2,1-5,5   | 5,3±0,8<br>3,4-6,9  | 5,0±2,4<br>1,9-12,0 | 1,6±0,6<br>0,5-2,9  | 50,0±15,0<br>26,4-92,7  | 27,9±1,7<br>24,8-31,3 |
|                | II              | 37  | 49,9±7,5<br>36,7-64,9 | 4,1±1,0<br>2,2-8,2   | 6,4±0,9<br>4,0-8,6  | 5,0±1,9<br>2,3-9,9  | 1,8±0,6<br>0,9-3,3  | 54,7±13,7<br>36,7-103,6 | 34,9±2,7<br>31,6-40,5 |
|                | III             | 65  | 45,5±7,9<br>30,1-60,9 | 3,9±0,8<br>1,6-6,5   | 4,5±0,8<br>2,5-6,8  | 4,4±1,7<br>2,0-8,8  | 1,5±0,5<br>0,6-2,7  | 42,1±11,3<br>23,8-71,7  | 22,6±1,3<br>20,1-25,2 |
|                | IV              | 44  | 44,7±6,4<br>32,2-54,8 | 3,6±0,9<br>1,5-5,7   | 3,7±0,6<br>2,4-5,4  | 3,57±1,0<br>1,5-6,3 | 1,5±0,4<br>0,7-2,1  | 34,4±8,6<br>19,5-57,8   | 17,4±1,7<br>14,1-19,9 |
|                | V               | 12  | 53,5±7,9<br>39,7-64,1 | 4,4±0,4<br>3,8-5,0   | 8,5±1,1<br>7,2-11,0 | 5,6±2,4<br>2,6-9,7  | 2,2±0,8<br>0,9-3,6  | 71,9±21,6<br>48,2-122,2 | 47,1±6,4<br>41,6-66,3 |
|                | VI              | 20  | 29,2±6,3<br>15,4-39,7 | 3,0±1,0<br>0,6-4,1   | 3,0±0,7<br>1,7-4,1  | 6,8±2,8<br>3,2-12,4 | 0,7±0,2<br>0,3-1,3  | 37,0±10,8<br>20,5-56,1  | 14,2±2,8<br>7,4-18,1  |



**Рис. 2.** Лучшие и худшие группы растений проса по величине индексов в кластерном анализе (A – HI, B – DI, C – AI, D – Mx)

При делении на шесть кластеров (K<sub>6</sub>) лучшей оказалась группа 5 (K<sub>6,5</sub>) по тем же трем признакам. Так, ЛГ превосходила ХГ по M<sub>1</sub> в 2,9 раза, по M<sub>3</sub> – в 2,6 и по KЗ – в три раза. Во всех шести кластерных группах по МТЗ достоверных различий не отмечено, хотя по лимитам варьирования преимущества имели другие группы кластеров, по сравнению с M<sub>1</sub>, M<sub>3</sub> и KЗ. Среди анализируемых линий и растений проса наблюдалась, на наш взгляд, слабая генетическая вариация по МТЗ.

2. *Селекционные индексы.* Всего в кластерном анализе фигурирует семь селекционных индексов, которые широко используются нами в селекционно-генетических исследованиях с озимой пшеницей. При делении на два кластера ЛГ оказалась I группа по 6 индексам, включая и груп-

пирующий LDP. Распределение растений проса по группам во всех шести кластерах было почти таким же, как и по трем генеративным признакам (табл. 2, рис. 5-11).

Наибольшая разница между ЛГ и ХГ достигнута в K6. Так, по HI в среднем ЛГ превосходила ХГ в 1,8 раза; по DI – в 1,5; по Mx – в 2,9; по AI – в 3,18; по PI – в 3,6; по LDP – в 3,3 раза. Только индекс интенсивности (SI) несколько отклонялся от общей закономерности: лучшей группой в K5 оказалась не I, а III (ЛГ превосходила ХГ в 2,27 раза); в K6 ЛГ оказалась не V, а VI (ЛГ превосходила ХГ в 1,9 раза). Это явление можно объяснить тем, что индекс SI не включает в свою формулу генеративную часть растения, а только вегетативные – массу стебля и высоту растения.

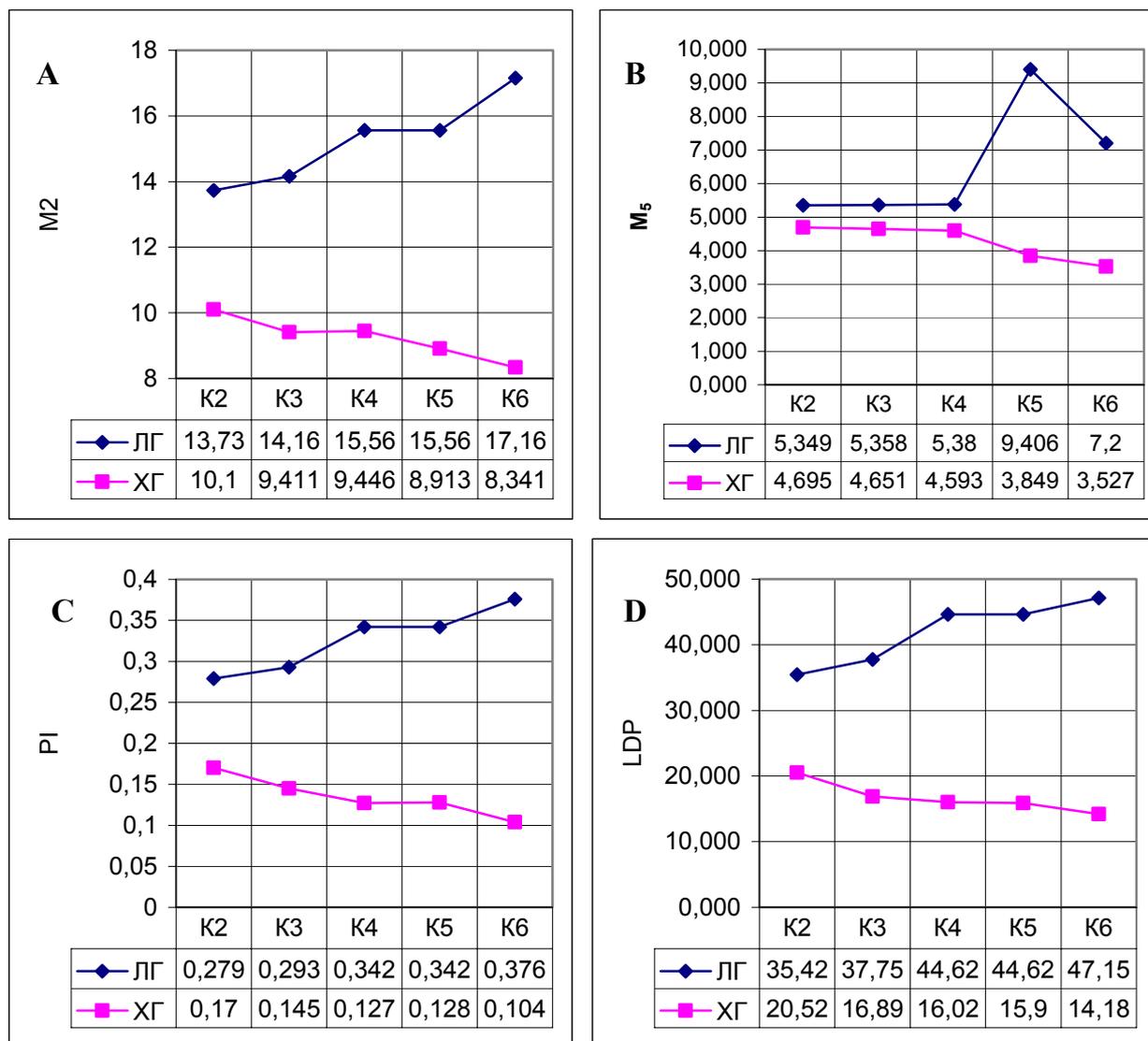


Рис. 3. Лучшие и худшие группы растений проса по величине некоторых признаков и индексов (A –  $M_2$ , B –  $M_5$ , C – PI, D – LDP)

3. Признаки вегетативной части растения. По высоте растений (Н), количеству междоузлий (КМ), длине верхнего междоузлия (ДВМ), длине нижнего междоузлия (ДНМ), длине метелки (ДМ) и  $M_4$  среди анализируемых растений при их распределении по кластерам не было отмечено достоверных различий в силу отсутствия значительного полиморфизма по этим признакам.

По массе растения ( $M_2$ ) при делении на шесть кластеров ЛГ оказалась V группа, в которой величина  $M_2$  более, чем в два раза превосходила её величину в ХГ. По массе стебля ( $M_5$ ) – одного из группирующих признаков в кластерном анализе – ЛГ в  $K_5$  оказалась III группа, в которой величина  $M_5$  почти в 2,5 раза превосходила ХГ.

**Обсуждение результатов.** Характеристика растений проса, вошедших в лучшие кластеры  $K_{4-1}$ ,  $K_{5-1}$  и  $K_{6-5}$  при анализе по такому результирующему

признаку, как масса зерна с метелки ( $M_1$ ), показала, что величина этого признака по всей совокупности растений находится в пределах 3,1...8,9 г при лимитах варьирования 1,9...12,3 г, а в ЛГ – 8,2...8,9 г при лимитах варьирования в  $K_{4-1}$  и  $K_{5-1}$  – 5,9...12,3 и в  $K_{6-5}$  – 6,6...12,3 г. Таким образом, группировка по  $M_5$  и ЛПК исключала из ЛГ лучших кластеров элитные растения с минимальными значениями  $M_1$  и способствовала отбору наиболее продуктивных растений.

Аналогичную картину мы наблюдали и при анализе признаков «масса метелки с зерном» ( $M_3$ ) и «количество зерен с метелки» (КЗ). По массе 1000 зерен ( $MТЗ$ ) в различных кластерах и группах не было отмечено достоверной разницы, хотя тенденция была несколько другой, по сравнению с  $M_1$ ,  $M_3$  и КЗ, т.е. ЛГ были в  $K_2$ ,  $K_3$ ,  $K_4$  – не в I, а во II группе; в  $K_5$  – не в I, а в V, в  $K_6$  – не в V, а в VI группе.

СИЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

3. Распределение растений проса по кластерам и группам  
(по признакам вегетативной части растения)

| Кластеры       | Число растений | Н                           | КМ             | ДВМ               | ДНМ              | ДМ                | М <sub>2</sub>        | М <sub>5</sub>      | М <sub>4</sub>     |
|----------------|----------------|-----------------------------|----------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|
| К <sub>2</sub> | I              | 69<br>102,8±11,2<br>78-140  | 5,5±0,7<br>4-7 | 24,6±4,3<br>17-45 | 9,6±2,7<br>4-15  | 22,9±3,1<br>17-32 | 13,7±3,7<br>7,1-22,9  | 5,3±2,4<br>1,9-11,2 | 1,6±0,5<br>0,8-3,5 |
|                | II             | 151<br>102,8±16,3<br>72-192 | 5,3±0,7<br>4-7 | 25,9±5,1<br>17-43 | 8,7±2,9<br>3-17  | 24±3,9<br>16-36   | 10,1±2,8<br>4,6-20,4  | 4,7±2,3<br>1,5-14,3 | 1,2±0,5<br>0,6-3,4 |
| К <sub>3</sub> | I              | 50<br>102,0±10,0<br>85-140  | 5,5±0,6<br>4-7 | 24,3±3,2<br>17-32 | 9,4±2,5<br>4-14  | 22,8±2,8<br>18-32 | 14,2±3,7<br>8,8-22,9  | 5,4±2,3<br>2,2-11,2 | 1,7±0,5<br>0,8-3,5 |
|                | II             | 97<br>103,2±17,0<br>78-192  | 5,5±0,7<br>4-7 | 25,3±4,9<br>17-45 | 8,8±3,0<br>3-17  | 23,2±3,7<br>16-34 | 11,1±3,1<br>6,0-20,4  | 4,8±2,3<br>1,9-13,3 | 1,3±0,4<br>0,6-2,7 |
|                | III            | 73<br>102,8±14,7<br>72-135  | 5,2±0,7<br>4-6 | 26,4±5,7<br>17-43 | 9,0±3,0<br>4-15  | 24,9±3,9<br>18-36 | 9,4±2,7<br>4,6-17,5   | 4,6±2,5<br>1,5-14,3 | 1,2±0,5<br>0,6-3,4 |
| К <sub>4</sub> | I              | 18<br>101,8±7,9<br>85-115   | 5,4±0,6<br>4-6 | 24,6±3,5<br>18-30 | 9,9±2,6<br>4-13  | 22,2±1,8<br>19-25 | 15,6±4,3<br>10,1-22,9 | 5,3±2,6<br>2,3-11,2 | 1,9±0,4<br>1,1-2,7 |
|                | II             | 52<br>103,3±12,2<br>78-140  | 5,5±0,7<br>4-7 | 24,8±4,7<br>17-45 | 9,5±2,7<br>5-15  | 23,0±3,3<br>17-32 | 13,1±3,2<br>7,1-22,8  | 5,4±2,3<br>1,9-10,9 | 1,5±0,5<br>0,8-3,5 |
|                | III            | 91<br>102,9±18,7<br>78-192  | 5,5±0,7<br>4-7 | 25,4±4,5<br>17-39 | 8,6±2,9<br>3-17  | 22,9±3,7<br>16-34 | 10,4±3,0<br>5,9-20,4  | 4,6±2,3<br>1,9-13,3 | 1,2±0,4<br>0,6-3,4 |
|                | IV             | 59<br>102,3±14,9<br>72-135  | 5,2±0,7<br>4-6 | 27,5±6,1<br>17-43 | 9,1±3,0<br>4-15  | 23,9±3,0<br>20-33 | 9,4±2,7<br>4,6-17,5   | 5,1±2,7<br>1,5-14,3 | 1,1±0,5<br>0,6-3,3 |
| К <sub>5</sub> | I              | 18<br>101,8±7,9<br>85-115   | 5,4±0,6<br>4-6 | 24,6±3,5<br>18-30 | 9,9±2,6<br>4-13  | 22,2±1,8<br>19-25 | 15,6±4,3<br>10,1-22,9 | 5,3±2,6<br>2,3-11,2 | 1,9±0,4<br>1,1-2,7 |
|                | II             | 52<br>103,3±12,2<br>78-140  | 5,5±0,7<br>4-7 | 24,8±4,7<br>17-45 | 9,5±2,7<br>5-15  | 23,0±3,3<br>17-32 | 13,1±3,2<br>7,1-22,8  | 5,4±2,3<br>1,9-10,9 | 1,5±0,5<br>0,8-3,5 |
|                | III            | 17<br>111,2±17,2<br>82-135  | 5,6±0,6<br>5-7 | 28,7±5,9<br>21-43 | 9,3±2,6<br>5-15  | 25,8±4,2<br>20-34 | 15,2±2,4<br>10,3-20,4 | 9,4±2,1<br>6,8-14,3 | 1,6±0,6<br>0,9-3,4 |
|                | IV             | 79<br>101,2±18,5<br>78-192  | 5,4±0,7<br>4-7 | 25,1±4,4<br>17-39 | 8,5±3,0<br>3-17  | 22,3±3,3<br>16-32 | 9,4±2,0<br>5,9-14,8   | 3,8±1,3<br>1,9-6,6  | 1,2±0,3<br>0,6-2,7 |
|                | V              | 54<br>101,8±14,5<br>72-129  | 5,2±0,7<br>4-6 | 27,0±5,8<br>17-41 | 9,1±3,1<br>4-15  | 23,8±2,9<br>20-33 | 8,91±2,2<br>4,6-17,5  | 4,5±2,0<br>1,5-13,2 | 1,1±0,5<br>0,6-3,3 |
| К <sub>6</sub> | I              | 42<br>103,5±15,1<br>78-135  | 5,5±0,7<br>4-7 | 24,7±5,1<br>18-45 | 9,7±3,0<br>5-17  | 23,3±3,9<br>17-32 | 12,0±3,6<br>6,6-20,4  | 5,2±2,7<br>1,9-13,3 | 1,4±0,4<br>0,7-2,7 |
|                | II             | 37<br>101,1±10,7<br>85-140  | 5,5±0,7<br>4-7 | 24,3±3,0<br>17-32 | 9,1±2,5<br>5-14  | 22,8±3,1<br>18-32 | 13,1±3,0<br>8,8-22,8  | 5,1±2,0<br>2,2-10,9 | 1,6±0,5<br>0,8-3,5 |
|                | III            | 65<br>104,2±18,4<br>79-192  | 5,5±0,7<br>4-7 | 25,5±4,6<br>17-39 | 8,4±2,9<br>3-16  | 23,8±3,9<br>16-34 | 10,5±2,6<br>6,0-17,8  | 4,6±1,9<br>1,9-11,0 | 1,3±0,4<br>0,6-3,4 |
|                | IV             | 44<br>99,0±11,7<br>72-128   | 5,1±0,7<br>4-6 | 24,9±4,8<br>17-41 | 8,6±2,7<br>4-14  | 24,4±4,1<br>18-36 | 8,3±1,7<br>4,6-13,3   | 3,5±1,0<br>1,5-6,0  | 1,1±0,4<br>0,6-2,4 |
|                | V              | 12<br>104,2±7,6<br>90-115   | 5,6±0,5<br>5-6 | 24,3±4,1<br>18-30 | 10,5±2,5<br>4-13 | 22,7±1,7<br>20-25 | 17,2±4,3<br>10,3-22,9 | 6,0±2,9<br>2,3-11,2 | 2,1±0,4<br>1,4-2,7 |
|                | VI             | 20<br>107,3±16,3<br>83-135  | 5,2±0,6<br>4-6 | 30,8±5,8<br>21-43 | 9,3±3,2<br>4-15  | 24,9±2,8<br>20-31 | 11,1±3,1<br>7,3-17,5  | 7,2±3,1<br>3,7-14,3 | 1,2±0,6<br>0,7-3,3 |

В селекционной программе проса в основу индивидуального отбора положен индексный метод, т.е. непрямой отбор, в связи с тем, что

прямой отбор по продуктивности растения крайне неэффективен в связи высокой средовой варiances и отсутствием генетической корреляции

между продуктивностью элитного растения в разреженном посеве в ранних гибридных поколениях и урожайностью с единицы площади в последующих поколениях. Анализируемые в данном сообщении индексы (относительные признаки) имеют более высокую наследуемость и средне или тесно коррелируют с урожайностью. Судя по полученным результатам, кластерный анализ позволил отобрать растения проса с максимальными показателями: уборочного индекса (HI = 53,5%), индекса микрораспределений (DI = 4,4), мексиканского индекса (Mx = 8,5), индекса аттракции (AI = 2,2), полтавского индекса (PI = 71,9), индекса линейной плотности метелки (LDP = 47,1), средней величине индекса интенсивности (SI = 5,1), а также признаков H, KM, ДВМ, ДНМ, ДМ, M<sub>2</sub>, M<sub>5</sub> и M<sub>4</sub>.

Таким образом, при распределении 220 растений из 11 селекционных линий проса гибридного происхождения по кластерам и группам внутри кластеров, лучшие 12 (5,5%) растений по признакам и индексам, связанным с зерновой продуктивностью метелки, были сгруппированы в группе V кластера 6. В среднем по признакам и индексам лучшие 12 растений имели следующие показатели (в скобках показатели худшей группы худшего кластера): масса зерна с метелки =

8,9 г (3,1); количество зерен с метелки = 1068 (352); масса метелки с зерном = 11 г (4,3); масса 1000 зерен = 8,3 г (8,1); масса растения = 17,2 г (8,3); масса стебля = 6,0 г (3,5); индексы: HI = 53,5 (29,2); DI = 4,4 (3,0); PI = 71,9 (37,0); LDP = 47,2 (14,2); Mx = 8,5 (3,0); AI = 2,2 (0,7); SI = 5,6 (3,6).

#### Выводы:

1. При проведении отбора наиболее продуктивных растений проса внутри 11 гибридных селекционных линий с помощью кластерного анализа лучшими группирующими признаками оказались масса стебля (M<sub>5</sub>) и линейная плотность метелки (LDP).

2. В результате из 220 растений было отобрано 12 (5,5%) растений с самыми высокими показателями продуктивности метелки, количеством зерна с метелки, индексов: уборочного (HI), микрораспределений (DI), мексиканского (Mx), аттракции (AI), полтавского (PI) и линейной плотности метелки (LDP).

3. Это первое сообщение о применении в селекции проса кластерного анализа и возможном его более широком применении для повышения эффективности индивидуального отбора на ранних этапах селекции.

#### БИБЛІОГРАФІЯ

1. Мартынов С.П. Кластерный анализ саратовских сортов яровой пшеницы по коэффициентам родства // Цитология и генетика, 1989.– № 4.– С. 37-43.
2. Перуанский Ю.В., Тажибаева Т.В. Кластеризация по элементам продуктивности перспективных форм озимой пшеницы различной морозостойкости // Селекция и урожай.– Алма-Ата, 1988.– С. 143-153.
3. Тищенко В.Н., Чекалин Н.М., Зюков М.Е. Использование кластерного анализа для идентификации и отбора высокопродуктивных генотипов озимой пшеницы на ранних этапах селекции //Зб. наук. праць „Фактори експериментальної

4. Тищенко В.М. Кластерний аналіз як метод індивідуального добору високопродуктивних рослин озимої пшениці в F<sub>2</sub>. //Селекція і насінництво. – Харків, 2005. – № 89. – С. 125-137.
5. Kuruvadi S. Multivariate analysis of genetic divergence in wheat // Turrialba, 1989.– № 4. – P. 267-271.
6. Yau S.K., Ortis-Ferrara G., Srivastava J.P. Cluster analysis of bread wheat lines grown in diverse rainfed environment // RACHIS, 1989.– № 2. – P. 31-35.