

УДК 633.11.531.527

© 2013

*Тищенко В. Н., доктор сільськогосподарських наук, професор,  
Панченко П. М., аспірант\*,  
Чернышева О. П., аспірант\**

Полтавская государственная аграрная академия

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ СОРТОВ И СЕЛЕКЦИОННЫХ ЛИНИЙ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ ПО СБАЛАНСИРОВАННОСТИ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА

*Рецензент – доктор сільськогосподарських наук, професор В. Д. Мединец*

*Идентифікація сортів та селекційних ліній пшениці озимої в кластерному аналізі дала змогу виділити генотипи, в яких Евклідова відстань між кількісними ознаками є мінімальною. До того ж вони демонструють високий рівень збалансованості основних генеративних, вегетативних ознак та урожайності. Використання кластерного аналізу для ідентифікації генотипів наближає нас до створення теоретичної і практичної моделі сорту пшениці озимої, в якого сприятливе співвідношення кількісних та якісних ознак дає можливість протистояти негативним впливам навколишнього середовища та формувати високу продуктивність.*

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

**Постановка проблемы.** В процессе эволюции растительных объектов среда создала виды, которые имеют идеальную сбалансированность признаков, и это обеспечивает им выживание в постоянно изменяющихся климатических условиях. Сорты пшеницы озимой – растительные объекты, созданные человеком за очень короткий промежуток времени, и, безусловно, гибридизация не дает идеальной сбалансированности признаков в генотипе, как это делала природа на протяжении продолжительного периода времени. Стремление селекционера улучшить методом подбора родительских пар и скрещиванием главные признаки пшеницы озимой не обеспечивает необходимой сбалансированности количественных признаков. Благоприятное соотношение в организме количественных и качественных признаков дает колоссальные возможности любому биологическому объекту, в т. ч. и сортам пшеницы озимой гибридного происхождения, противостоять среде и формировать высокую продуктивность.

**Анализ последних исследований и публикаций по данной проблеме.** В селекционном центре Полтавской государственной аграрной академии на протяжении 15-летнего периода ведутся исследования, направленные на поиски математических методов, позволяющих оценить уровень сбалансированности основных количественных признаков у сортов и селекционных линий пшеницы озимой. В основу исследований взят кластерный анализ с использованием в качестве группирующих признака масса стебля ( $M_5$ ) и индекса линейной плотности колоса (ИЛПК – отношение количества зерен в колосе к длине колоса) [1, 3].

Следует отметить, что кластерный анализ был использован в селекционном процессе по пшенице озимой для:

- распределения гибридных растений  $F_2$  в отдельные группы кластеров и отбора для дальнейшей работы элитных растений из групп кластеров, включающих признаки и индексы, имеющие наиболее тесные корреляционные связи с продуктивностью;

- характеристики селекционных линий пшеницы озимой по хозяйственно полезным признакам (ХПП) и адаптивным свойствам, а также отбора высокопродуктивных генотипов на начальных этапах селекции ( $F_4$ - $F_6$ ); проведения рекуррентных индивидуальных отборов внутри частично гомозиготизированных селекционных линий  $F_4$ - $F_6$ ;

- в первичных звеньях при проведении семеноводства уже созданных сортов пшеницы озимой [1, 2].

Однако исследований, изучающих уровень сбалансированности основных количественных признаков у сортов и селекционных линий пшеницы озимой, в доступных источниках не обнаружено.

\* Научный руководитель – доктор сільськогосподарських наук, професор В. Н. Тищенко

**Цель исследований** – установить на основе экспериментальных данных возможность использования кластерного анализа для оценки сортов и селекционных линий пшеницы озимой по сбалансированности основных количественных признаков и урожайности.

**Задачи исследований:** на основе математического метода – кластерного анализа – попытаться найти пути использования этого метода для идентификации сортов пшеницы озимой различного географического происхождения и селекционного материала по сбалансированности количественных признаков, как таковых, которые определяют адаптивные свойства и потенциал урожая с единицы площади.

Таким образом, используя огромные выборки генотипов и их структурных элементов, анализируя соотношение их уровня с помощью Эвклидовой метрики, классифицировали сорта пшеницы озимой и выявили степень сбалансированности основных составляющих урожая.

**Материал и методика исследований.** В качестве материала для исследований были взяты в СП-1 175, а в СП-2 – 167 сортов и селекционных линий, высеванные в два срока посева с разницей в 30 дней в 2009 году.

В кластерном анализе в основу группировок по всему массиву (но отдельно по каждому сроку посева) были взяты количественные признаки – масса воздушносухого стебля в г ( $M_5$ ) и линейная плотность колоса (ЛПК), вычисляемая по отношению количества зерен в колосе (КЗ) к длине колоса (ДК). Параллельно с основными группирующими признаками ( $M_5$ , ЛПК) в анализ были включены признаки генеративной части растения – масса зерна с колоса, г ( $M_1$ ); число зерен в колосе, шт. (ЧЗ); масса колоса с семенами, г ( $M_3$ ); масса 1000 зерен, г (МТЗ); количество колосков в колосе, шт. (КК); вегетативной части растения – высота растения, см (Н); длина колосонесущего междоузлия, см (ДВМ); длина колоса, см (ДК); масса растения, г ( $M_2$ ); масса половины колоса, г ( $M_4$ ) и индексы: уборочный (НІ) – отношение массы зерна к массе растения, аттракции (АІ) – отношение массы колоса к массе стебля, индекс продуктивного потенциала колоса (ІРР) – отношение массы зерна к массе колоса. Кроме того в анализ включалась урожайность зерна, ц/га (УЗ) по каждому сорту и селекционной линии (СЛ).

Кластерный анализ выполнялся в модуле Cluster Analysis пакета программ STATISTICA. При построении дендрограмм использовалась Эвклидова метрика и метод единичной связи.

### Результаты исследований.

**Анализ кластеров СП-1.** В 2009 году в СП-1 анализируемые сорта и СЛ (175) были распределены в шести кластерах. Самая удачная группировка отмечена в шестом кластере (6-я группа), где сконцентрировалось 28 сортов и СЛ. В эту группу вошли самые продуктивные генотипы, лимит варьирования которых по урожайности находился в пределах от 50,0 ц/га до 94,7 ц/га.

Нами отмечены случаи, когда в лучшую группу кластера не попадали самые урожайные генотипы или сорта. Объясняется это тем, что у них некоторые из генеративных признаков имели невысокое значение по отношению к среднему значению группы по этому признаку, т. е. сорта или СЛ не были сбалансированы по основным признакам генеративной части растения. Например, в третьей группе 6-го кластера сконцентрировались сорта, у которых урожайность была очень высокой – на уровне 89,4 ц/га, однако уровень формирования некоторых количественных признаков у них был меньше, чем у сортов лучшей группы 6-го кластера. По-видимому, формы с высоким уровнем урожайности, но низкими значениями отдельных генеративных признаков не включались в лучшие группы кластеров. Учитывая, что урожайность сортов пшеницы озимой обусловлена особенностями составляющих ее компонентов, которые модифицируются под влиянием факторов окружающей среды [3], можно сделать вывод, что снижение величины одного из результирующих факторов урожайности в дальнейшем будет определять уровень адаптивности испытываемых сортов и СЛ.

Рассматривая уровень группировки других генеративных признаков –  $M_1$ ,  $M_3$ , ЧЗ, МТЗ – видим, что в лучшей группе 6-го кластера (табл.1) эти признаки имели самые высокие значения по лимитам варьирования из всех 175 анализируемых сортов и селекционных линий. Так, генотипы с уровнем формирования массы зерна с колоса ( $M_1$ ) имели самое высокое значение в опыте – 3,2 г; массы колоса с семенами ( $M_3$ ) – 4,3; числа зерен (ЧЗ) – 72,8, массы 1000 зерен (МТЗ) – 51,5, количество колосков в колосе (КК) – 22,6. По сути дела, мы можем смело утверждать, что идентификация генотипов в кластерном анализе приближает нас к созданию теоретической и практической модели сорта пшеницы озимой, идеальной по сбалансированности по основным количественным признакам.

Возьмем, к примеру, сорт пшеницы озимой иностранной селекции GkVevesky UA0105944 (табл. 2), урожайность которого в СП-1 состави-

**СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО**

ла 89,4 ц/га, однако он не был идентифицирован в лучшую группу 6-го кластера, на наш взгляд, по трем основным причинам: во-первых, он имел низкий уровень формирования массы колоса с семенами (M<sub>3</sub>) – 2,3 г (при среднем значении в лучшей группе кластера равном 3,5 г); во-вторых, число зерен было недостаточно высоким – 52,4 (при среднем значении в лучшей группе кластера, равном 60,2); в-третьих, было отмечено

низкое значение массы стебля – 1,3 г (при среднем значении в лучшей группе кластера равном 1,9 г). Три вышеуказанные составляющие – ЧЗ, M<sub>3</sub>, M<sub>5</sub> – не были сбалансированы в анализируемом сорте, а они, по-видимому, и определяют уровень адаптивного потенциала данного сорта в СП-1 и СП-2. Поэтому данный сорт не был включен в лучшую группу 6-го кластера.

**1. Распределение сортов и селекционных линий пшеницы озимой по группам 6-го кластера (генеративные признаки), 2009 г., СП-1**

Кластеры	Число линий	УК	M <sub>1</sub>	M <sub>3</sub>	ЧЗ	МТЗ	КК	
К <sub>6</sub>	I	30	42,2±18,7	2,4±0,2	3,2±0,3	53,4±5,5	44,8±4,0	19,7±1,0
		LV	5,0-67,5	1,9-2,7	2,6-3,7	45,6-70,2	37,6-52,2	18,2-22,0
	II	18	52,7±12,9	2,7±0,3	3,5±0,4	60,2± 4,8	44,6± 3,1	20,6±1,2
		LV	36,3-85,0	2,3-3,2	3,1-4,3	54,4-72,8	37,1-50,3	18,2-22,6
	III	38	47,2±15,1	2,3±0,2	3,0±0,3	51,3±5,0	45,1±3,0	19,4±1,0
		LV	15,0-89,4	1,9-2,8	2,6-3,6	44,5-68,3	38,1-51,5	17,4-22,0
	IV	22	41,4± 18,3	2,0±0,3	2,6±0,4	45,1±6,1	44,0± 4,3	18,9±1,4
		LV	16,3-85,0	1,3-2,8	1,7-3,6	32,6-57,7	35,8-53,4	16,1-21,2
	V	26	45,3± 14,8	2,5±0,2	3,2±0,3	58,0±4,7	43,1±2,6	20,1±0,9
		LV	16,3-76,3	2,0-3,0	2,7-3,8	51,1-71,0	37,3-46,7	18,4-21,8
	VI	13	46,9± 19,4	2,4±0,2	3,2±0,3	53,4±5,5	44,8±4,0	19,7±1,0
		LV	15,0-76,3	1,9-2,7	2,6-3,7	45,6-70,2	37,6-52,2	18,2-22,0

**2. Урожайность и уровень формирования основных количественных признаков сорта пшеницы озимой GkVevesky**

Признаки, индекс	СП-1	СП-2	ЛГ
У	89,4	68,8	52,7
M <sub>1</sub>	2,9	2,8	2,7
M <sub>3</sub>	2,3	2,2	3,5
ЧЗ	52,4	49,7	60,2
МТЗ	43,3	45,1	44,6
M <sub>5</sub>	1,28	1,37	1,9
ИЛПК	6,2	6,0	6,6

**3. Распределение сортов и селекционных линий пшеницы озимой по группам 6-го кластера (вегетативные признаки), 2009 г., СП-1**

Клас-теры	Число линий	УК	Н	ДВМ	ДК	M <sub>2</sub>	M <sub>5</sub>	M <sub>4</sub>
К <sub>6</sub>	I	30	85,4±7,5	32,7±5,0	9,4±1,0	4,9±0,3	1,7±0,1	0,8±0,1
		LV	72,8-101,9	22,5-45,6	7,6-12,1	4,3-5,3	1,5-2,0	0,6-1,0
	II	18	83,7±6,7	33,1±3,9	9,1±0,9	5,4±0,5	1,9±0,2	0,8±0,1
		LV	73,6-97,3	27,0-40,3	7,7-10,4	4,8-6,9	1,7-2,6	0,7-1,1
	III	38	76,4±5,2	29,2±3,4	8,5±0,8	4,5±0,3	1,4±0,1	0,7±0,1
		LV	64,5-85,5	20,9-35,8	7,4-11,3	4,0-5,2	1,2-1,6	0,5-1,1
	IV	22	78,3±7,1	29,8±3,5	8,7±1,0	4,0±0,5	1,4±0,2	0,7±0,1
		LV	64,3-89,5	24,5-37,7	6,9-10,4	2,5-5,0	0,8-1,6	0,4-0,8
	V	26	69,6±3,3	26,9±3,8	7,7±0,8	3,7±0,4	1,1±0,1	0,6±0,1
		LV	64,6-77,2	21,1-34,1	6,8-8,9	3,0-4,4	1,0-1,2	0,4-0,7
	VI	13	85,4±7,5	32,7±5,0	9,4±1,0	4,9±0,3	1,7±0,1	0,8±0,1
		LV	72,8-101,9	22,5-45,6	7,6-12,1	4,3-5,3	1,5-2,0	0,6-1,0

По лучшей группе 6-го кластера (СП-1) 18 генотипов (табл. 3) группировали вегетативные признаки следующим образом: масса стебля по второй, лучшей группе, была отмечена на уровне  $\bar{x} = 1,9 \pm 0,2$  г с лимитом варьирования (LV) 1,7–2,6 г, высота растения (Н) составляла  $\bar{x} = 83,7 \pm 6,7$  см, длина колоса (ДК) –  $\bar{x} = 9,1 \pm 0,9$  см и масса растения ( $M_2$ )  $\bar{x} = 5,4 \pm 0,5$  г.

Следует отметить, что в лучшую группу кластера сгруппировались сорта, имеющие самое высокое значение по массе растения. Это раскрывает закономерности формирования продуктивности генотипов: самое высокое значение по массе растения отмечается одновременно с наличием мощного колоса ( $\bar{x} = 3,5 \pm 0,4$  г), высоким значением массы зерна с колоса ( $\bar{x} = 2,7 \pm 0,3$  г), самым большим значением

признаков количество зерен ( $\bar{x} = 60,2 \pm 4,8$  г) и масса 1000 зерен ( $\bar{x} = 44,6 \pm 3,1$  г), т. е. кластерный анализ группирует сбалансированные генотипы не только по признакам генеративной части растения, но и по вегетативным признакам.

Анализ распределения сортов и СЛ пшеницы озимой по селекционным индексам (табл. 4) показал, что в лучшей второй группе 6-го кластера идентифицировались сорта, у которых были достаточно высокие показатели по уборочному индексу ( $HI = 49,6 \pm 2,1$  при LV: 45,7–53,1), по индексу атрагирующей способности ( $AI = 1,9 \pm 0,2$ ) и по индексу линейной плотности колоса (ЛПК =  $6,6 \pm 0,3$ ) (табл. 5). По остальным группам 6-го кластера распределялись генотипы, у которых уборочный индекс был на уровне 55,6–57,9, однако они не попали в лучшую (вторую) группу.

**4. Распределение сортов и селекционных линий пшеницы озимой по группам 6-го кластера (селекционные индексы), 2009 г., СП-1**

Кластеры	Число линий	УК	HI	AI	Mic	SPI	ЛПК	PI	Mx	
К <sub>6</sub>	I	30	47,6±14,5	48,6±2,1	1,8±0,2	3,1±0,4	0,8±0,0	5,7±0,4	7,4±1,3	2,8±0,4
		LV	<b>21,3-71,3</b>	<b>42,7-54,2</b>	<b>1,5-2,2</b>	<b>2,5-4,0</b>	<b>0,7-0,8</b>	<b>4,4-6,2</b>	<b>5,0-11,3</b>	<b>2,3-3,4</b>
	II	18	44,8±15,1	49,6±2,1	1,9±0,2	3,3±0,4	0,8±0,0	6,6±0,3	8,2±1,0	3,2±0,4
		LV	<b>13,8-71,9</b>	<b>45,7-53,1</b>	<b>1,6-2,3</b>	<b>2,7-4,2</b>	<b>0,7-0,8</b>	<b>6,7-7,2</b>	<b>6,7-10,5</b>	<b>2,6-3,9</b>
	III	38	43,8±13,0	51,7±2,3	2,1±0,2	3,2±0,4	0,8±0,0	6,1±0,3	8,0±1,2	3,0±0,4
		LV	<b>22,5-70,0</b>	<b>46,4-55,5</b>	<b>1,7-2,7</b>	<b>2,3-4,0</b>	<b>0,7-0,8</b>	<b>5,7-6,5</b>	<b>6,1-11,4</b>	<b>2,4-3,8</b>
	IV	22	49,4±16,8	49,4±2,7	2,0±0,3	3,0±0,4	0,8±0,0	5,2±0,3	6,7±1,0	2,5±0,4
		LV	<b>12,5-75</b>	<b>43,4-55,6</b>	<b>1,5-2,6</b>	<b>2,3-4,0</b>	<b>0,7-0,8</b>	<b>4,5-5,7</b>	<b>5,1-9,7</b>	<b>2,0-3,6</b>
	V	26	52,3±12,9	54,3±2,5	2,4±0,3	3,5±0,5	0,8±0,0	6,5±0,4	7,7±1,6	2,9±0,5
		LV	<b>26,3-71,3</b>	<b>50,4-57,9</b>	<b>1,9-2,8</b>	<b>2,8-4,2</b>	<b>0,7-0,8</b>	<b>6,0-7,3</b>	<b>4,8-10,4</b>	<b>2,3-3,7</b>
	VI	13	52,0±10,4	54,3±2,5	2,4±0,3	3,5±0,5	0,8±0,0	6,5±0,4	7,7±1,6	2,9±0,5
		LV	<b>32,5-71,3</b>	<b>50,4-57,9</b>	<b>1,9-2,8</b>	<b>2,8-4,2</b>	<b>0,7-0,8</b>	<b>6,0-7,3</b>	<b>4,8-10,4</b>	<b>2,3-3,7</b>

**5. Распределение сортов и селекционных линий пшеницы озимой по группам 6-го кластера (генеративные признаки), 2009 г., СП-2**

Кластеры	Число линий	УК	M <sub>1</sub>	M <sub>3</sub>	ЧЗ	МТЗ	КК	
К <sub>6</sub>	I	42	47,6±14,5	2,3±0,2	3,0±0,3	53,5±4,8	43,6±3,1	19,0±1,3
		LV	21,3-71,3	1,9-2,8	2,5-3,8	43,2-67,5	35,5-49,2	15,8-22,0
	II	33	44,8±15,1	2,1±0,2	2,8±0,2	47,7±3,5	43,8±2,5	17,9±1,1
		LV	13,8-71,9	1,8-2,4	2,3-3,1	41,8-54,7	38,8-49,9	14,8-19,8
	III	35	43,8±13,0	2,2±0,2	2,9±0,3	52,5±4,1	42,4±2,7	18,8±0,9
		LV	22,5-70,0	1,8-2,5	2,3-3,4	42,9-60,0	37,2-48,7	17,0-20,6
	IV	14	49,4±16,8	2,4±0,2	3,1±0,2	53,1±5,5	45,1±3,7	19,5±1,1
		LV	12,5-75	2,0-2,7	2,7-3,6	44,5-62,8	37,9-51,6	17,6-22,0
	V	25	52,3±12,9	2,1±0,3	2,7±0,3	45,7±4,7	45,1±3,6	18,6±1,1
		LV	26,3-71,3	1,6-2,6	2,1-3,2	36,4-53,1	36,8-50,5	17,0-21,4
	VI	18	52,0±10,4	2,5±0,2	3,2±0,3	57,4±5,2	44,0±3,2	20,0±0,7
		LV	32,5-71,3	2,3-3,0	2,8-3,9	48,6-67,5	36,9-47,9	18,2-21,2

**СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО**

*Анализ кластеров СП-2.* Во втором сроке посева (СП-2) испытывалось 167 сортов и СЛ (табл. 5). По результатам кластерного анализа в СП-2 весь материал был распределен в 6 кластеров. Лучшей выделена шестая группа 6-го кластера, в которую вошли 18 сортов и СЛ. Урожайность в этой группе составила 52,0±10,4 ц/га с лимитом варьирования 32,5–71,3 ц/га (табл. 5).

Следует отметить, что урожайность в лучшей группе 6-го кластера в СП-2 была практически на таком же уровне (52,0±10,4 ц/га), как и в СП-1. Уровень формирования основных признаков генеративной части растения составлял (табл. 5): М<sub>1</sub>=2,5±0,2; М<sub>3</sub>=3,2±0,3; ЧЗ=57,4±5,2; МТЗ=44,0±3,2 и КК=20,0±0,7, т.е. перечисленные признаки по уровню их формирования имели самое высокое значение по сравнению с другими группами кла-

стеров. При этом и урожайность, и генеративные признаки в СП-1 и СП-2 находились практически на одном и том же уровне (табл. 1, 5). Это говорит о том, что в лучшей группе 6-го кластера сконцентрировались генотипы, которые обеспечивали практически одинаковый уровень формирования признаков, и величина их не зависела от сроков посева.

Анализ группирования вегетативных признаков в кластерном анализе показал, что их уровень формирования менялся, но незначительно. Отмечено снижение по лучшей группе 6-го кластера таких признаков, как высота растения (с 85,4±7,5 в СП-1 до 79,3±3,9 в СП-2), длина колоса (с 9,4±1,0 в СП-1 до 8,4±0,6 в СП-2). Уменьшилось также значение массы стебля (М<sub>5</sub>), а масса растения осталась на уровне СП-1 (табл. 3, 6).

**6. Распределение сортов и селекционных линий пшеницы озимой по группам 6-го кластера (вегетативные признаки), 2009 г., СП-2**

Кластеры		Число линий	УК	Н	ДВМ	ДК	М <sub>2</sub>	М <sub>5</sub>	М <sub>4</sub>
К <sub>6</sub>	I	42	47,6±14,5	75,9±5,0	29,5±4,1	8,6±0,8	4,5±0,3	1,5±0,1	0,7±0,1
		LV	21,3-71,3	64,3-85,6	18,9-36,2	7,1-11,3	3,8-5,2	1,3-1,6	0,5-1,0
	II	33	44,8±15,1	70,4±6,0	28,2±3,6	8,0±0,5	3,9±0,3	1,1±0,1	0,7±0,1
		LV	13,8-71,9	57,8-84,9	20,4-35,7	7,2-9,0	3,3-4,4	1,0-1,3	0,5-0,9
	III	35	43,8±13,0	69,6±5,1	25,7±3,1	7,7±0,5	4,1±0,4	1,2±0,1	0,6±0,1
		LV	22,5-70,0	55,6-80,2	17,5-31,7	6,6-9,0	3,2-4,6	1,0-1,4	0,5-0,9
	IV	14	49,4±16,8	87,2±6,4	36,0±3,1	9,7±0,9	4,8±0,3	1,7±0,1	0,7±0,1
		LV	12,5-75	79,8-99,7	30,1-40,2	8,5-11,6	4,4-5,5	1,6-1,9	0,6-0,9
	V	25	52,3±12,9	78,0±7,0	30,8±4,7	8,6±0,9	4,1±0,4	1,4±0,1	0,7±0,1
		LV	26,3-71,3	62,9-92,4	20,7-40,3	7,0-10,4	3,2-4,7	1,1-1,5	0,5-0,9
	VI	18	52,0±10,4	79,3±3,9	30,8±3,7	8,4±0,6	4,9±0,4	1,6±0,1	0,7±0,1
		LV	32,5-71,3	71,7-84,9	24,2-37,2	7,4-9,3	4,3-5,8	1,5-2,0	0,5-1,0

**7. Распределение сортов и селекционных линий пшеницы озимой по группам 6-го кластера (селекционные индексы), 2009 г., СП-2**

Клас-теры		Число линий	УК	НП	АІ	Міс	SPІ	ЛПК	PI	Мх
К <sub>6</sub>	I	42	47,6±14,5	51,6±1,6	2,1±0,2	3,3±0,4	0,8±0,0	6,3±0,2	8,0±1,2	3,1±0,3
		LV	21,3-71,3	48,5-55,9	1,8-2,6	2,7-4,2	0,7-0,8	5,9-6,7	6,1-12,0	2,6-3,6
	II	33	44,8±15,1	53,6±2,1	2,4±0,2	3,2±0,4	0,8±0,0	5,9±0,3	7,5±1,1	3,0±0,4
		LV	13,8-71,9	49,0-56,8	1,9-2,8	2,4-4,2	0,7-0,8	5,4-6,5	5,5-9,5	2,3-3,7
	III	35	43,8±13,0	54,3±1,8	2,3±0,3	3,5±0,4	0,8±0,0	6,9±0,3	8,8±1,3	3,2±0,4
		LV	22,5-70,0	51,4-58,8	1,9-2,9	2,7-4,3	0,7-0,8	6,4-7,8	5,9-11,1	2,4-4,0
	IV	14	49,4±16,8	49,3±2,1	1,8±0,2	3,4±0,5	0,8±0,0	5,5±0,6	6,7±1,0	2,8±0,4
		LV	12,5-75	45,4-52,4	1,4-2,0	2,7-4,6	0,7-0,8	4,0-6,2	5,2-8,5	2,1-3,4
	V	25	52,3±12,9	50,4±2,2	2,0±0,2	3,1±0,4	0,8±0,0	5,3±0,3	6,8±1,3	2,7±0,4
		LV	26,3-71,3	45,2-55,3	1,6-2,3	2,4-4,0	0,7-0,8	4,7-5,8	4,1-9,6	1,8-3,4
	VI	18	52,0±10,4	51,6±1,9	2,0±0,1	3,5±0,5	0,8±0,0	6,9±0,3	8,3±1,0	3,2±0,2
		LV	32,5-71,3	47,7-54,1	1,7-2,3	2,5-4,3	0,7-0,8	6,5-7,7	6,9-9,8	2,8-3,6

Уровень значений селекционных индексов (табл. 7) при группировке в СП-2 незначительно превышал их уровень в СП-1. Немного выше были значения в ЛГ 6-го кластера в СП-2 по уборочному индексу (НИ), индексу аттракции (АИ) и индексу линейной плотности колоса (ЛПК). Следует отметить, что значение индекса линейной плотности колоса как в СП-1, так и в СП-2 были одинаковыми и составляли  $6,6 \pm 0,3 - 6,9 \pm 0,3$ .

По результатам кластерного анализа в 2009 году восемь сортов пшеницы озимой вошли в ЛГ 6-го кластера и в СП-1, и в СП-2. На дендрограммах (рис. 2, 3) они находятся на близких расстояниях друг от друга. Это сорта Перемога-2, Лелека, Nortonvesar-20, Кома, Носовская 2, Экономка, Колос Мироновщины, Степнянка. В дальнейшем они были вовлечены в гибридизацию, и в 2012 году получены гибриды 2-го поколения, по которым проведены отборы. В табл. 7 приведена характеристика этих сортов по основным количественным признакам в СП-1 и СП-2.

В 2009 году сложились самые благоприятные по сравнению с остальными годами исследованной условия для роста и развития пшеницы озимой, и это способствовало тому, что была пре-

доставлена уникальная возможность для реализации изучаемых генотипов по количественным признакам и формирования неплохого потенциала урожайности. Безусловно, если анализировать климатические условия периода вегетации (рис. 1), то осенний период 2008 года с достаточной высокой обеспеченностью влагой способствовал стартовому росту всходов озимых и высокому потенциалу урожайности. Сентябрь 2008 года (в период посева пшеницы озимой) имел на 36 % влаги больше, чем в предыдущие годы, т. е. осадков было на 15,8 мм больше, чем по многолетней среднемесячной норме. Следовательно, влага в период посева определила весь ход онтогенеза пшеницы озимой, а также способствовала повышению потенциала урожайности и уровня реализации количественных признаков.

На дендрограммах (рис. 2, 3) показано распределение сортов пшеницы озимой в ЛГ 6-го кластера в 2009 году по СП-1 и СП-2 соответственно. Расстояния между сортами в этих группах варьировали в пределах одного уровня для обоих сроков посева. Это свидетельствует о том, что они действительно мало отличаются между собой по совокупности рассматриваемых признаков и селекционных индексов.

**8. Характеристика сортов пшеницы озимой по основным хозяйственно полезным признакам, полученным по результатам кластерного анализа в 2009 г., СП-1, СП-2**

№ каталога	Наименование сорта		У	M <sub>1</sub>	KЗ	MTЗ	M <sub>3</sub>	H	M <sub>5</sub>	НИ	ЛПК
UA0100757	Перемога-2	СП-1	37,5	3,2	62,8	50,3	4,3	97,3	2,6	45,7	6,9
		СП-2	56,3	2,6	55,9	45,9	3,5	82,8	1,8	47,7	6,8
UA0103683	Лелека	СП-1	50,0	2,8	62,0	44,8	3,7	83,7	1,8	51,1	6,3
		СП-2	65,0	2,7	59,3	45,5	3,6	80,8	1,7	50,8	6,5
IU008437	Nortonvesar-20	СП-1	81,3	2,9	72,8	39,8	3,7	77,6	1,8	52,6	7,1
		СП-2	71,3	2,6	67,5	38,7	3,3	76,6	1,6	54,1	7,7
UA0107466	Кома	СП-1	85,0	2,4	65,7	37,1	3,3	78,9	1,9	47,2	6,3
		СП-2	66,3	2,4	65,3	36,9	3,2	80,4	1,6	50,0	7,0
UA0104128	Носовская-2	СП-1	43,8	2,6	55,1	47,4	3,5	73,6	1,9	48,4	6,6
		СП-2	47,5	2,4	54,1	44,9	3,4	71,7	1,6	48,4	6,8
UA0106530	Экономка	СП-1	47,5	2,5	55,4	44,8	3,2	80,7	1,9	49,1	7,2
		СП-2	51,3	2,4	55,0	43,8	3,2	81,4	1,7	49,1	6,8
UA0106532	Колос Мироновщины	СП-1	56,3	2,7	62,5	42,9	3,4	82,2	1,7	52,3	6,4
		СП-2	52,5	2,5	58,1	42,9	3,1	84,0	1,8	50,5	6,7
UA0106373	Степнянка	СП-1	55,0	2,6	56,1	46,7	3,4	86,7	1,9	49,3	7,1
		СП-2	50,0	2,4	51,5	47,2	3,0	76,4	1,5	53,1	6,8

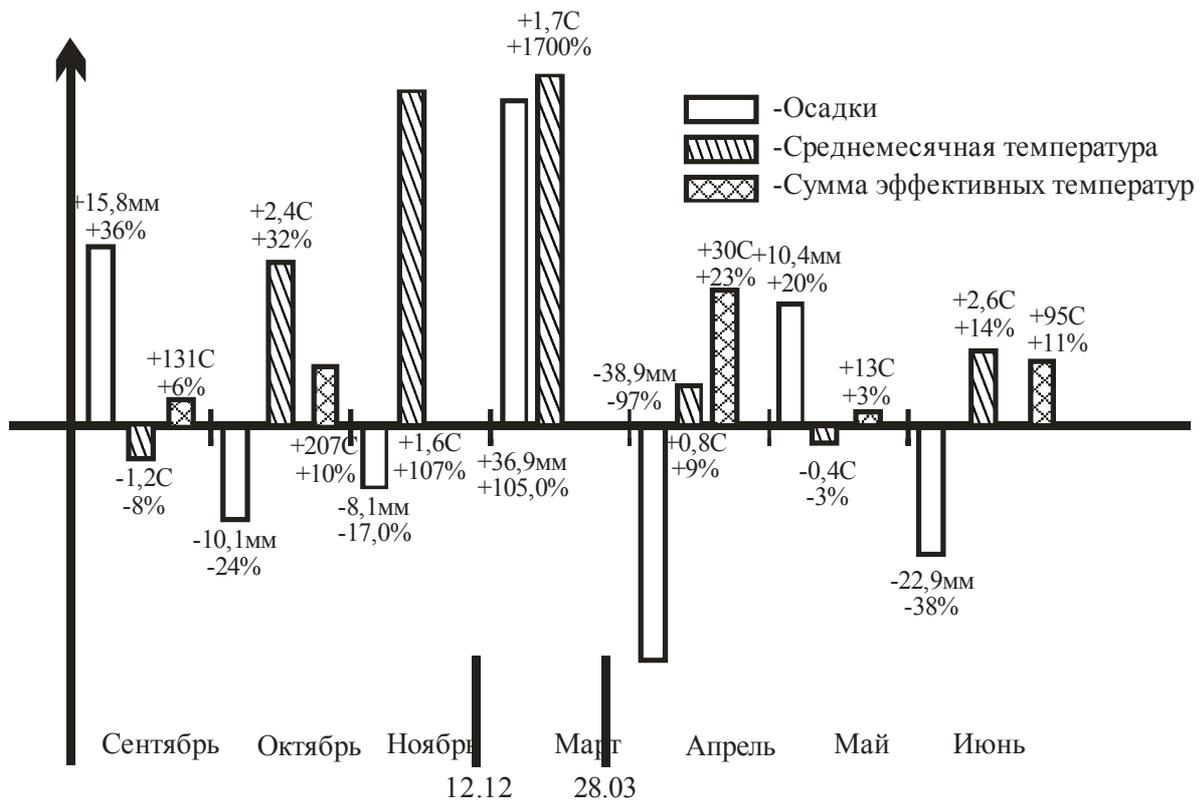


Рис. 1. Климатические условия вегетации пшеницы озимой 2008–2009 гг.

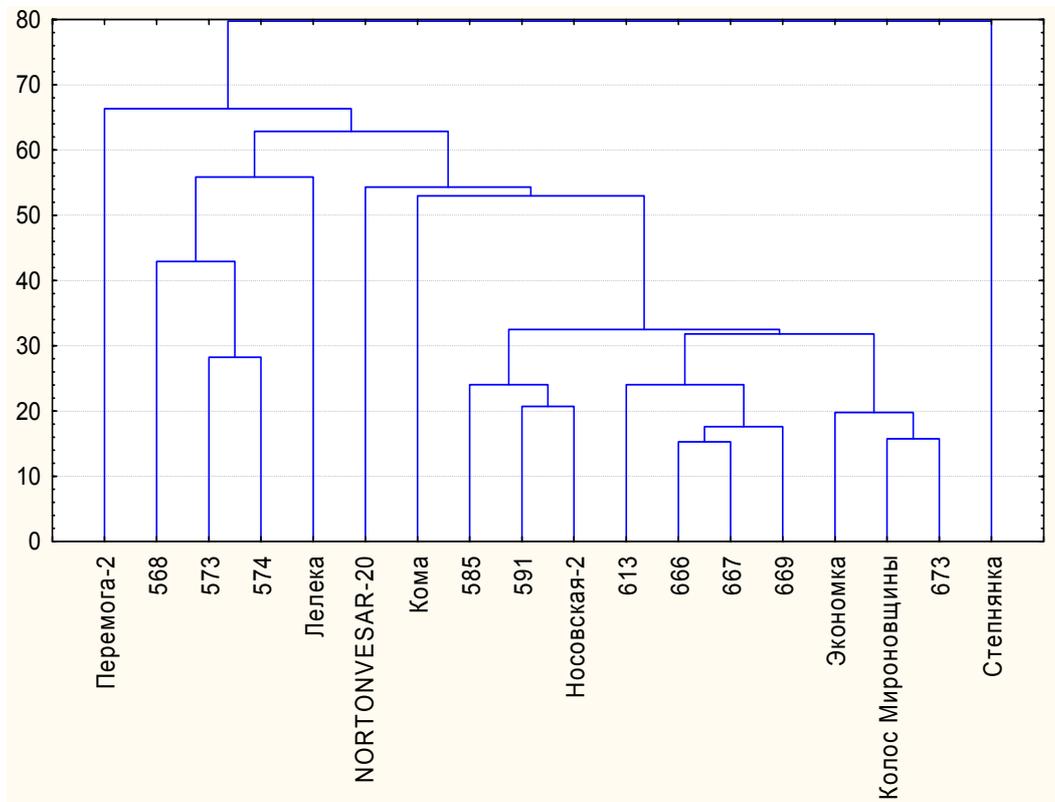


Рис. 2. Дендрограмма распределения сортов пшеницы озимой в ЛГ 6-го кластера, 2009 г., СП-1

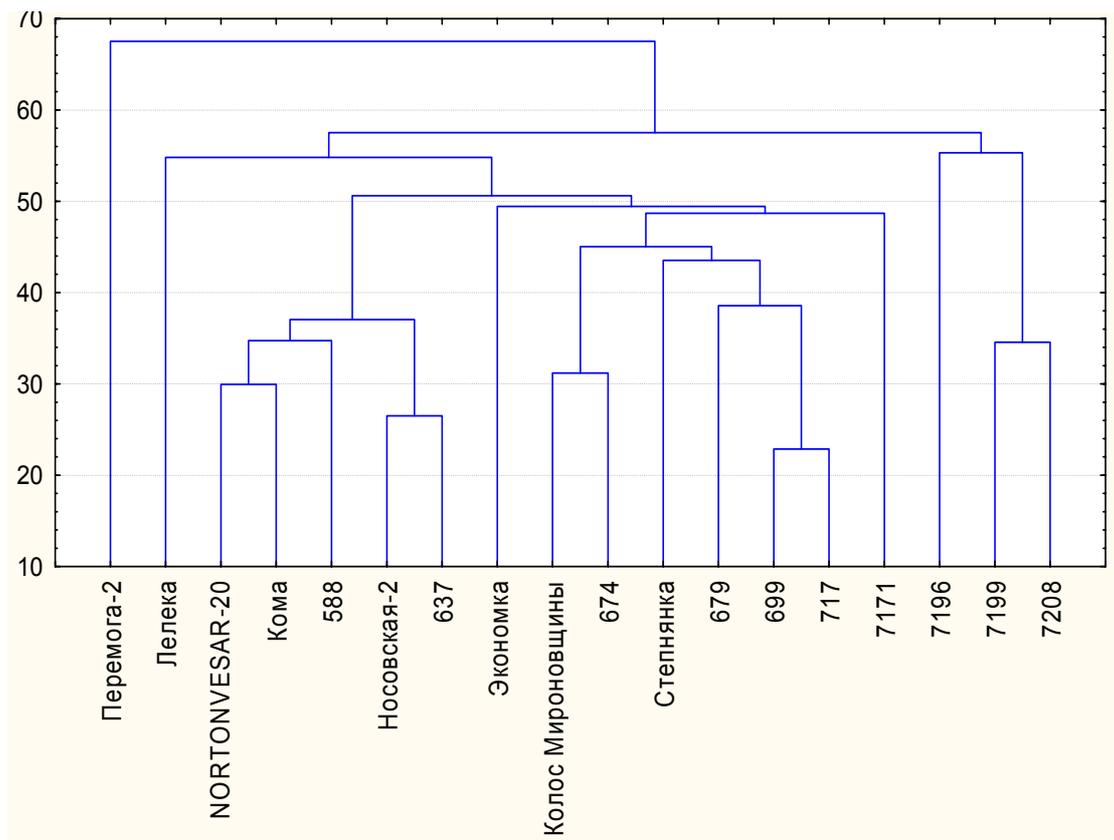


Рис. 3. Дендродіаграма розподілу сортів пшениці озимої в ЛГ 6-го кластера, 2009 г., СП-2

**Выводы:** 1. Идентификация сортов и селекционных линий пшеницы озимой с использованием кластерного анализа по двум срокам посева позволила выделить сорта, у которых наблюдалась четко выраженная сбалансированность количественных признаков и потенциала урожая. В лучших группах СП-1 и СП-2 концентрировались генотипы, обеспечившие практически одинаковый уровень формирования признаков, и величина их формирования не зависела от сроков посева.

2. Использование в кластерном анализе группирующих признаков ( $M_5$  и ЛПК) позволяет идентифицировать по количественным признакам генотипы в группы с минимальным Эвкли-

довым расстоянием между ними, а также оценивать сбалансированность сортов и селекционных линий по количественным признакам. Снижение определенного уровня формирования одного или нескольких признаков в сорте, а также в селекционной линии препятствует их включению в лучшую группу кластеров, даже если они имеют высокий уровень урожайности.

3. Использование кластерного анализа при идентификации генотипов приближает нас к созданию теоретической и практической модели сорта пшеницы озимой, идеальной по сбалансированности основных количественных признаков и урожайности.

#### БИБЛІОГРАФІЯ

1. Тищенко В. Н., Чекалин Н. М., Зюков М. Е. Использование кластерного анализа для идентификации и отбора высокопродуктивных генотипов озимой пшеницы на ранних этапах селекции. Фактори експериментальної еволюції організмів / Збірник наукових праць. – Т. 2. – К. : Аграрна наука, 2004. – С. 270–278.  
2. Базалій В. В. Принципи адаптивної селекції пшениці озимої в зоні південного Степу / В. В. Базалій. – Херсон : Айлант, 2004. – 244 с.

3. Тищенко В. Н., Чекалин Н. М., Панченко П. М. Использование кластерного анализа для идентификации и отбора высокопродуктивных генотипов озимой пшеницы в процессе селекции // Генетика и биотехнология XXI века. Фундаментальные и прикладные аспекты : материалы Международной науч. конф., 3–6 дек. 2008 г., Минск / редкол. : Н. П. Максимова (отв. ред.) [и др.]. – Минск : Изд. центр БГУ, 2008. – 364 с.