

УДК 633.14: 631.522

Кластеризація колекційних зразків жита озимого за кількістю квіток та іншими господарськоцінними ознаками

І. І. Губа*, В. М. Стариченко

ННЦ «Інститут землеробства НААН», вул. Машинобудівників 2б, смт Чабани,
Києво-Святошинський район, Київська обл., 08162, Україна, *e-mail: Airin_777@ukr.net

Мета. Удосконалити метод оцінювання колекційного матеріалу жита озимого з метою підбору пар для схрещування за допомогою кластерного аналізу, провести кластеризацію зразків за кількістю квіток та іншими господарсько цінними ознаками. **Методи.** Структурний аналіз рослин. Кластерний аналіз із застосуванням комп'ютерної програми «Statistica 6.0». **Результати.** На основі проведених досліджень двох природних багатоквіткових різновидностей жита озимого – *compositum* Lam., *monstrosum* Koern. і двадцять одного зразка, які походять з п'яти різних науково-дослідних установ, було виділено шість кластерів жита озимого. Перший кластер сформований двоквітковими колекційними зразками, другий – двоквітковими та такими, що мають незначну кількість третіх нефертильних квіток, третій – виключно двоквітковими, четвертий – триквітковими, п'ятий – чотириквітковими, шостий – п'ятиквітковим зразком та багатоквітковою різновидністю *compositum* Lam з гіллястим типом колосу. Природна багатоквіткова різновидність *monstrosum* Koern. є найвіддаленішою від усіх зразків, що вказує на її відмінність, однак є прилеглою до шостого кластеру. **Висновки.** Багатоквіткова різновидність *monstrosum* Koern. за елементами структури колосу та інших ознак не ввійшла до жодного кластеру, що свідчить про можливу значну трангресивність при використанні зразка у схрещуваннях. Різновидність *compositum* Lam. може бути використана у схрещуваннях як джерело багатоквітковості.

Ключові слова: жито озиме, кластерний аналіз, багатоквіткові різновидності, кількість квіток, фертильність.

Вступ

Для всебічної оцінки селекційного матеріалу за комплексом ознак рядом вчених застосовувались методи багатовимірної статистики, а саме факторний кластерний аналіз. Універсальність кластерного аналізу, як методу, дозволяє застосовувати його для різних культур і в поєднанні з іншими статистичними процедурами [1, 2].

Кластерний аналіз був створений для розбиття багатьох дослідних об'єктів та ознак на однорідні, в деякій мірі, групи, або кластери. Особливістю та перевагою даного аналізу є те, що у ньому виключається вибірка, що дає можливість робити розбиття (сортування) об'єктів не по одному параметру, а по ряду ознак [3, 4].

Багатовимірний кластерний аналіз застосовується для оцінки морфологічних ознак у роду амаранту, для виділення кращих високопродуктивних рослин пшениці в F₂, ліній пшениці м'якої конкурсного випробування, для оцінки господарсько-цінних ознак гороху, для виділення кращих генотипів у проса, ріпаку, для виділення кращих гібридних популяцій сої та ще у ряду інших сільськогосподарських культур [1–8]. Ознака багатоквітковості, її вплив на продуктивність колоса й характер успадкування мало вивчені. Тому є актуальним вивчення нових джерел багатоквітковості та їх генетичних характеристик. Протягом останніх десяти років у світі значно збільшилася кількість робіт із вивчення багатоквітковості зернових культур, в тому числі із використанням методів молекулярної генетики [9, 10].

У своїй дослідній роботі кластерний аналіз застосували для класифікації зразків за багатоквітковістю, щоб встановити віддаленість або спорідненість між групами рослинних об'єктів – сортів та селекційних номерів, а також для обґрунтованого підбору батьківських пар для схрещування.

Мета досліджень – визначити доцільність використання для схрещувань багатоквіткових різновидностей жита озимого за допомогою кластеризації зразків за кількістю квіток та іншими господарсько цінними ознаками.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження впродовж 2014–2016 рр. проводили у відділі селекції і насінництва зернових культур ННЦ Інститут землеробства НААН; польові досліди були закладені в селекційній сівозміні ДП ДГ «Чабани». У науковій роботі представлено 21 колекційних зразків: десять зразків селекції ННЦ «Інститут землеробства НААН – ‘Сіверське’, ‘Вітвіцьке’, ‘Інтенсивне 95’, ‘Інтенсивне 99’, ‘Левітан’, ‘№144–13’, ‘№147–13’, ‘№15–14’, ‘№16–14’, ‘№17–14’, ‘№25–14’; п’ять зразків Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр’єва – ‘Пам’ять Худоєрка’ – сорт-стандарт, ‘Хасто’, ‘Хамарка’, ‘Хаір’, ‘Стоір’, три зразка Носівської СДС МПП ім. Ремесла – ‘Жатва’, ‘Кобза’, ‘Забава’, один зразок Волинського інститут агропромислового виробництва – ‘Ірина’ і один зразок Верхнянської ДСС ІБКІБЦ НААН – ‘Велитень’, а дві багатоквіткові природні різновидності жита озимого – var. *compositum* Lam. та var. *monstrosum* Koern. Посів колекції жита озимого проводився на ґрунті чорнозем опідзолений у першій декаді жовтня вручну на погонному метрі по три рядочки. За 2015–2016 роки проведено повний структурний аналіз рослин проте у роботі подані лише деякі з них, а саме: висота рослин (см), продуктивна кущистість (шт.), довжина головного колоса (см), довжина 2-го міжвузля (см), довжина верхнього міжвузля (см), маса 1000 зерен (г), кількість квіток у колосі (шт.) та відсоток фертильності колоса (%).

Для статистичної обробки даних по колекційних зразках жита озимого кластерного аналізу застосовували комп’ютерні програма «Statistica 6.0» версії STATSOFT Inc, USA.

Результати досліджень

Для кластерного аналізу була проведена характеристика вихідного матеріалу за походженням (рис. 1).

Дослідні колекційні зразки мали походження з п’яти науково-дослідних установ, а саме: 49 % – ННЦ «Інститут землеробства НААН», 22 % – Інститут рослинництва ім. Юр’єва НААН, 13 % – Носівська СДС МПП ім. В. М. Ремесла, 4 % – Волинський інститут АПК НААН та 4 % – Верхнянська ДСС ІБКІБЦ НААН, а 8 % з колекційного розсадника складають природні багатоквіткові форми.

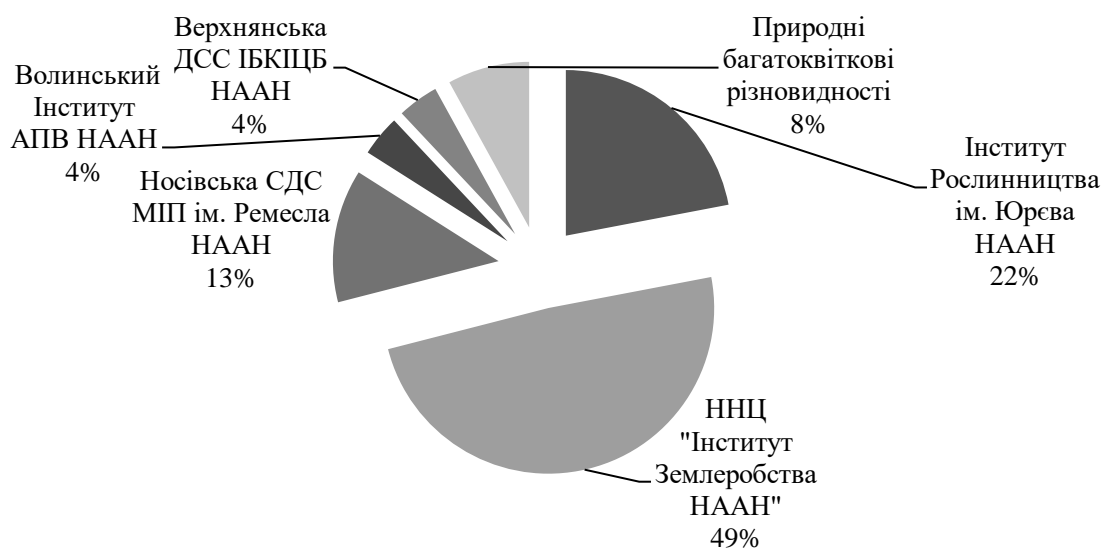


Рис. 1. Діаграма розподілу відсотку колекційних зразків залежно від їх походження, 2014–2016 рр.

Для визначення найбільш подібних і віддалених батьківських форм групування у кластери здійснювали за допомогою методу «найближчого сусіда». Утворення кластерів свідчить про подібність зразків жита. Цю подібність спричинено особливостями успадкування господарсько-цінних ознак і вона є закономірною. На основі проведених досліджень виділено шість кластерів.

Для опису колекційних зразків нами була розроблена горизонтальна деревовидна діаграма, яка представлена на рисунку 2.

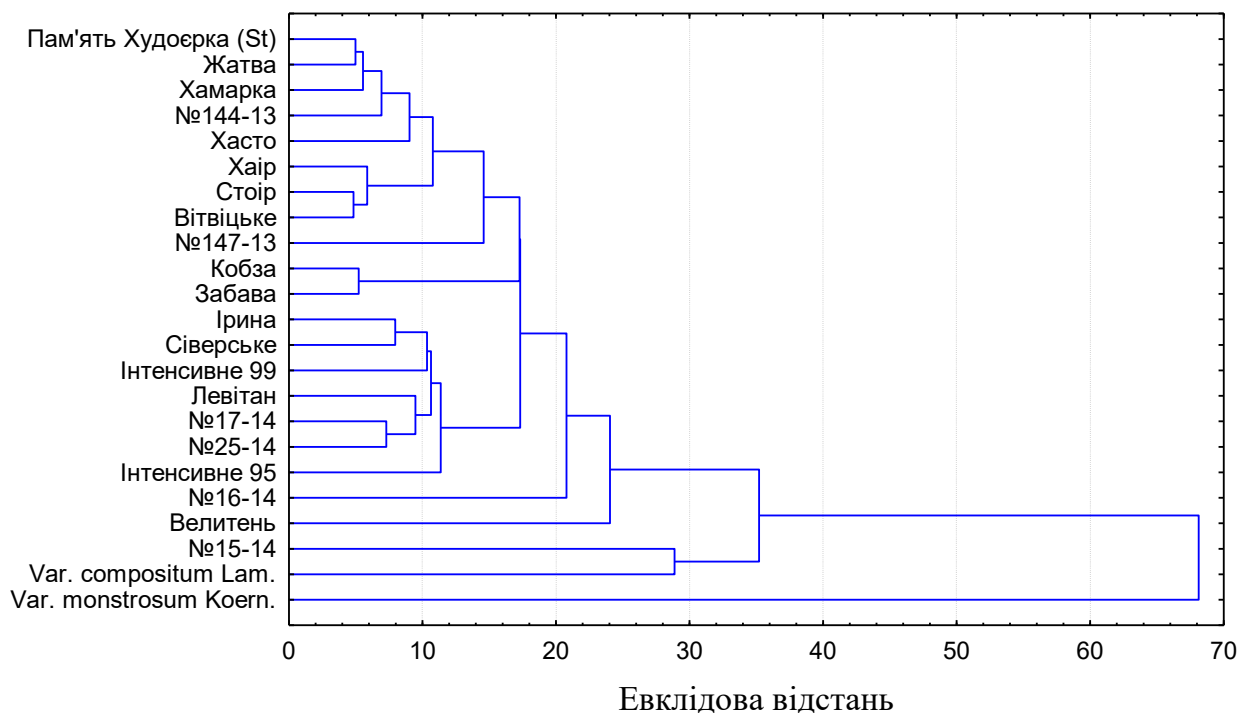


Рис. 2. Розподіл зразків жита озимого на кластери за кількістю квіток та іншими господарсько-цінними ознаками (середнє за 2014–2016 рр.)

Перший кластер сформований зразками ‘Пам’ять Худоєрка’ – ‘Жатва’, другий – ‘Стоїр’ – ‘Вітвицьке’, третій – ‘Кобза’ – ‘Забава’, четвертий – ‘Ірина’ – ‘Сіверське’, п’ятий – ‘№17-14’ – ‘№25-14’, шостий – ‘№15-14’ – var. *compositum* Lam., що свідчить про подібність цих колекційних зразків. Цю подібність викликають особливості успадкування господарсько-цінних ознак і вона є закономірною.

Сорти ‘Пам’ять Худоєрка’ та ‘Жатва’, що сформували перший кластер, є двоквітковими, кількість квіток в середньому за роки досліджень не перевищувала 70,7–72,6 шт. на колос, фертильність колосу, в свою чергу, була досить високою – 93,0–94,4 %. Хоча ці зразки мають різне походження, проте ознаки рослин обох зразків досить близькі морфологічно. Прилеглими до зразків першого кластеру є сорти ‘Хамарка’, ‘Хасто’ та ‘№144-13’, які також є двоквітковими зразками, а їхня кількість квіток знаходилася в межах 66,4–74,6 шт. (таблиця).

Сорти другого кластеру, а саме ‘Стоїр’ та ‘Вітвицьке’, що є двоквітковими проте зразок Вітвицьке має незначну кількість третіх нефертильних квіток у колосках, в середньому кількість квіток у колосі в кластері становила 74,7–75,5 шт., фертильність – 86,5–88,1 %. Прилеглим до другого кластеру є сорт ‘Хаїр’, проте він знаходиться між першим і другим кластерами, так як є двоквітковим з високим відсотком озерненості квіток – 93,2 %.

Сорти ‘Кобза’ та ‘Забава’ Носівської СДС, які сформували третій кластер, є повністю двоквітковими. Усі дослідні ознаки мають тісний зв’язок: невисокі рослини обох сортозразків 114,0–114,5 см, з високою масою 1000 зерен – 41,45–43,22 г, кількість квіток у колосі – 70,3–68,2 шт., висока фертильність – 94,5–91,0 %.

Середні значення зразків жита озимого за досліджуваними ознаками
(середнє за 2014–2016 рр.)

Сорт, номер	Висота рослин, см	Продуктивна куцистість, шт.	Довжина колосу, см	Довжина 2-го міжвузля, см	Довжина верхнього міжвузля, см	Маса 1000 зерен, г	Кількість квіток у колосі, шт.	Фертильність колосу, %
Пам'ять Худосерка	130,0	7,7	12,0	12,0	35,5	40,67	70,7	93,0
Хасто	130,8	6,9	12,7	11,2	31,5	36,63	74,6	86,5
Хамарка	129,2	7,9	11,8	11,5	37,0	38,20	66,4	91,3
Жатва	132,3	7,5	12,3	12,6	34,7	37,09	72,6	94,4
Хаїр	141,5	8,0	11,4	11,9	42,0	38,84	76,2	93,2
Стоїр	138,0	7,7	12,1	15,4	41,7	41,01	74,7	86,5
Ірина	131,2	7,6	14,5	13,2	32,4	40,72	97,4	77,6
Велитень	164,1	7,6	12,2	14,0	47,5	38,78	74,2	87,9
Кобза	114,0	7,4	12,7	11,4	29,8	43,22	70,3	94,5
Забава	114,5	8,8	11,8	11,7	27,7	41,45	68,2	91,0
Вітвіцьке	139,9	7,9	10,1	13,4	40,6	38,33	75,5	88,1
Сіверське	137,6	7,2	13,4	13,2	32,2	41,82	98,4	81,9
Інтенсивне 95	138,9	8,4	12,6	10,6	36,6	38,28	92,0	89,8
Інтенсивне 99	142,2	7,9	13,0	14,6	35,4	37,89	91,1	79,9
Левітанан*	143,8	8,9	13,4	13,1	34,6	41,66	106,5	82,6
№144-13	138,2	7,1	12,0	13,3	32,4	39,36	71,7	93,3
№147-13	122,1	7,5	12,8	10,9	32,9	44,02	83,5	87,5
№15-14	110,1	9,6	12,9	12,3	26,4	32,43	130,8	73,6
№16-14	153,8	7,5	13,4	12,6	32,0	40,33	129,7	72,9
№17-14	144,1	7,3	14,8	12,5	29,4	40,43	114,0	82,5
№25-14	139,7	8,9	13,1	11,8	33,3	40,43	116,2	79,7
var. <i>compositum</i> L.	115,4	5,3	12,2	6,7	28,0	26,85	157,4	69,8
var. <i>monstrosum</i> K.	109,7	5,5	8,8	5,7	25,0	16,10	201,0	19,1

Сортозразки 'Ірина', Волинського інститут АПК, та сорт 'Сіверське', ННЦ «ІЗ НААН», сформували четвертий кластер. Обидва зразки є триквітковими, мають значну кількість квіток – 97,4–98,4 шт., високу масу тисячі зерен – 40,72–41,82 г та дещо нижчу фертильність колосу – 77,6–81,9 %. Досить близьким до 4-го кластеру є сорт селекції ННЦ «ІЗ НААН» 'Інтенсивне 99', що є також триквітковим.

Колекційні номери 17–14 та 25–14 селекції ННЦ «ІЗ НААН», які потенційно є чотириквітковими, сформували п'ятий кластер. Висота рослин склала 139,7–144,1 см, кількість квіток у колосі – 114,0–116,2 шт., середня маса 1000 зерен – 40,43 г, та середня фертильність квіток – 82,5–79,7 %. Найбільш прилеглим до п'ятого кластеру є новий сортозразок селекції ННЦ «ІЗ НААН», що має високу пластичність за ознакою «четверта квітка у колоску», середня кількість квіток склала 106,5 шт.

Багатоквіткова природна різновидність *compositum* Lam. та потенційно п'ятиквітковий (крім третіх, четвертих квіток у колосках колосу утворює поодинокі п'яті квітки)

колекційний номер 15–14 сформували шостий кластер у ієрархічному дереві кластеризації. Рослини обох зразків були невисокими, середні значення ознаки були в межах 110,1–115,4 см, проте обидва зразки мали досить низьку масу 1000 зерен – 26,85–32,43 г. Однак кількість сформованих квіток була найвищою поміж усіх колекційних зразків – 130,8–157,4 шт., окрім багатоквіткової різновидності *monstrosum* Коєрн (201 квіток у колосі), яка є найближчою до шостого кластеру.

Прилеглі зразки є досить подібними до зразків, що сформувалися в кластери. Перший, другий і третій кластери мають близькість за ознаками, так само як і четвертий та п'ятий кластери, так як евклідова відстань між ними досить невелика.

Висновки

Для удосконалення методу оцінювання колекційного матеріалу жита озимого з метою підбору пар для схрещування була проведена оцінка тісноти зв'язку між зразками методом кластерного аналізу. На основі проведених досліджень виділено шість кластерів: перший кластер сформований зразками 'Пам'ять Худоєрка' – 'Жатва', другий – 'Стоір' – 'Вітвіцьке', третій – 'Кобза' – 'Забава', четвертий – 'Ірина' – 'Сіверське', п'ятий – '№17–14' – '№25–14', шостий – '№15–14' – var. *compositum* Lam. Прилеглими і найбільш подібними до 1-го кластеру є такі зразки як 'Хамарка', 'Хасто' та '№144–13', до другого кластеру – 'Хаір', до четвертого кластеру – 'Інтенсивне 99', до п'ятого – 'Левітан', 'Інтенсивне 95'. Тобто до першого кластеру входять та прилеглі до нього двоквіткові колекційні зразки, до другого – двоквіткові та зразки з незначною кількістю третіх нефертильних квіток, до третього – виключно двоквіткові, до четвертого – триквіткові, до п'ятого – чотириквіткові, а до шостого – п'ятиквітковий зразок та багатоквіткова різновидність з гіллястим типом колосу. Варто зауважити, що багатоквіткова природна різновидність *monstrosum* Коєрн. є найвіддаленішим від усіх зразків, що, в свою чергу, вказує на її відмінність, однак є найбільш прилеглою до шостого кластеру. Тобто, багатоквіткова різновидність *monstrosum* Коєрн. за елементами структури колосу та іншими ознаками не ввійшла до жодного кластеру, що свідчить про можливу значну трангресивність при використанні цього зразка у схрещуваннях. Різновидність *compositum* Lam. може бути використана у схрещуваннях як джерело багатоквітковості.

Використана література

1. Мельник А. В. Використання кластерного аналізу за підбору сортів і гібридів ріпаку ярого для вирощування в лівобережному степу України. *Вісник ПДАА*. 2013. № 4. С. 6–11.
2. Чекалин Н. М., Тищенко В. Н., Панченко П. М., Сидоренко В. С. Использование кластерного анализа как метода индивидуального отбора у проса (*Panicum miliaceum* L.). *Вестник ПДАА*. 2009. № 2. С. 10–17.
3. Ефимов В. М. Многомерный анализ изменчивости морфологических, химических и хозяйственных признаков в роде Амарант (*Amaranthus* L.). *Вестник ВОГУС*. 2009. Т. 13. № 4. С. 811–818.
4. Літун П. П., Кириченко В. В., Петренкова В. П., Коломацька В. П. Системний аналіз в селекції польових культур. Харків. 2009. С. 174–178.
5. Ващенко В. В., Назаренко М. М. Аналіз продуктивності пшениці м'якої озимої в умовах Північного Степу України. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2014. № 4. С. 68–72.
6. Iqbal Z. Morpho-biochemical characterization of soybean. *Genotype Environment Interaction: VDM Verlag Dr. Müller. Bioresource research centre (BRC)*. Islamabad. Pakistan. 2009.
7. Присяжнюк О. І., Калюжна Е. А., Українець В. В., Шевченко О. П. Оцінка сортів гороху за комплексом господарсько-цінних ознак. *Цукрові буряки*. 2013. № 5. С. 16–17.
8. Стариченко В. М. Використання кластерного аналізу для оцінки F₂ популяції сої. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2012. Вип. 3–4. С. 124–134.

9. Стариченко В. М., Губа І. І., Коберник Н. І. Багатоквітковість зернових колосових культур – історія та стан вивчення. *Селекція і насінництво*. 2018. Вип. 113. С. 150–167. doi: 10.30835/2413-7510.2018.134368.

10. Dobrovolskaya O., Martinek P., Voylokov A. V. et al. Microsatellite mapping of genes that determine supernumerary spikelets in wheat (*T. aestivum*) and rye (*S. cereale*). *Theor Appl Genet*. 2009. Vol.119. P. 867–874. doi: 10.1007/s00122-009-1095-1

References

1. Melnyk, A. V. (2013). Use of cluster analysis for selecting grapevine varieties and hybrids for growing in the left-bank steppe of Ukraine. *Visnyk PDAA* [Herald of PDAA], 4, 6–11. [in Ukrainian]

2. Chekalin, N. M., Tishhenko, V. N., Panchenko, P. M., & Sidorenko, V. S. (2009). Using cluster analysis as a method of individual selection in millet (*Panicum miliaceum* L.). *Vesnik PDAA* [Herald of PDAA], 2, 10–17. [in Russian]

3. Efimov, V. M. (2009). Multivariate analysis of the variability of morphological, chemical and economic characteristics in the genus *Amaranthus* L.). *Vestnik VOGiS* [Herald of VOGiS], 13(4), 811–818. [in Russian]

4. Litun, P. P., Kyrychenko, V. V., Petrenkova, V. P., & Kolomatska, V. P. (2009). *Systemnyi analiz v selektsii polovykh kultur* [System analysis in field crop selection] (pp. 124–134). Kharkiv: N.p. [in Ukrainian]

5. Vashchenko, V. V., & Nazarenko, M. M. (2014). Analysis of wheat productivity in northern part of Steppe of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 4, 68–72. [in Ukrainian]

6. Iqbal, Z. (2009). Morpho-biochemical characterization of soybean. *Genotype Environment Interaction: VDM Verlag Dr. Müller. Bioresource research centre (BRC)*.

7. Prysiazhniuk, O. I., Kaliuzhna, E. A., Ukrainets, V. V., & Shevchenko, O. P. (2013). Evaluation of varieties of peas for complex economically valuable traits. *Tsukrovi buriaky* [Sugar beet], 5, 16–17. [in Ukrainian]

8. Starychenko, V. M. (2012). Using the cluster analysis for an estimation F₂ population of soybean. *Zbirnyk naukovykh pracj NNC «Instytut zemlerobstva NAAN»* [Collection of scientific papers of NSC “Institute of agriculture of NAAS”], 3–4, 124–134. [in Ukrainian]

9. Starychenko, V. M., Huba, I. I., & Kobernyk, N. I. (2018). Multiflorous cereals – history and state of studies. *Selektsiia i nasinnystvo* [Plant breeding and seed production], 113, 150–167. doi: 10.30835/2413-7510.2018.134368. [in Ukrainian]

10. Dobrovolskaya, O., Martinek, P., Voylokov, A. V., Korzun, V., Röder, M. S., & Börner, A. (2009). Microsatellite mapping of genes that determine supernumerary spikelets in wheat (*T. aestivum*) and rye (*S. cereale*). *Theor Appl Genet.*, 119(5), 867–74. doi: 10.1007/s00122-009-1095-1

УДК 633.14: 631.522

Губа І. І*, **Стариченко В. М.** Кластеризация коллекционных образцов ржи озимой по количеству цветков и другим хозяйственно ценным признакам // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2018. Вип. 26. С. 113–119.

ННЦ «Інститут земледілля НААН», ул. Машиностроителей, 2б, пгт Чабаны, Киево-Святошинської р-н, Київська обл., 08162, Україна, *e-mail: Airin_777@ukr.net

Цель. Усовершенствовать метод оценивания коллекционного материала ржи озимой с целью подбора пар для скрещивания с помощью кластерного анализа, провести кластеризацию образцов по количеству цветков и другим хозяйственно ценным признакам. **Методы.** Структурный анализ растений. Кластерный анализ с применением компьютерной программы «STATISTICA 6.0». **Результаты.** На основе проведенных исследований двух природных многоцветковых разновидностей ржи озимой – *compositum* Lam., *monstrosum* Koern., и двадцати одного образца, которые происходят из пяти различных

научно-исследовательских учреждений, было выделено шесть кластеров ржи озимой. Первый кластер сформировали двухцветковые коллекционные образцы, второй – двухцветковые и такие, которые имеют незначительное количество третьих нефертильных цветков, третий – исключительно двухцветковыми, четвертый – трёхцветковыми, пятый – четырёхцветковыми, шестой – пятицветковым образцом и многоцветковой разновидностью *compositum* Lam. с ветвистым типом колоса. Природная многоцветковая разновидность *monstrosum* Koern. является самой отдаленной от всех образцов, что указывает на ее отличие, однако она прилегающая к шестому кластеру. **Выводы.** Многоцветковая разновидность *monstrosum* Koern. по элементам структуры колоса и других признаков не вошла ни в один кластер, что свидетельствует о возможной значительной трангрессивности при использовании этого образца в скрещиваниях. Разновидность *compositum* Lam. может быть использована в скрещиваниях как источник многоцветковости.

Ключевые слова: рожь озимая; кластерный анализ; многоцветковые разновидности; количество цветков; фертильность.

UDC 633.14: 631.522

Huba, I. I.*, & **Starychenko, V. M.** (2018). Clustering of winter rye collections on the number of flowers and other economically valuable traits. *Nauk. pracі Inst. bioenerg. kul't. cukrov. burâkiv* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 26, 113–119. [in Ukrainian]

National Scientific Center “Institute of Agriculture of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine”, 2b Machynobudivnykiv St., Chabany, Kyiv-Svyatoshinsky district, Kyiv region, 08162, Ukraine, *e-mail: Airin_777@ukr.net

Purpose. To improve the method of estimation the collection material of winter rye in order to select pairs for crossing with cluster analysis, to conduct clusterization of samples by the number of flowers and other economically valuable traits. **Methods.** Structural analysis of plants. Cluster analysis using the computer program STATISTICA 6.0. **Results.** On the basis of conducted studies of two natural multi-floret varieties of winter rye – *compositum* Lam., *monstrosum* Koern., and twenty one samples, which originate from five different research institutions, six clusters of rye of winter were allocated. The first cluster is formed by two-floret samples, the second is two-floret and such samples that having a small number of third not-fertility flowers, the third one is exclusively two-floret, the fourth is three-floret, the fifth is four-floret, the sixth is a five-floret sample and multi-floret variety *compositum* Lam. with branched type of spike. Natural multi-floret variety *monstrosum* Koern. is the most distant from all samples, that indicates on its difference, but it is more adjacent to the sixth cluster. **Conclusions.** Multi-floret variety *monstrosum* Koern. did not enter into any cluster for elements of the structure of the spike and other traits, that indicates about a possible significant transgressivity when using this sample in crosses. Variety *compositum* Lam. can be used in crosses as a source of “multiple florets”.

Keywords: winter rye; cluster analysis; multi-floret varieties; number of flowers; fertility.

Надійшла / Received 12.10.2018

Погоджено до друку / Accepted 22.11.2018