

EXPRESSION LEVEL OF PR-PROTEIN GENES AND RESISTANCE TO PATHOGENS OF SELECTION VARIETIES OF WINTER WHEAT

M.S. Radyuk, Y.V. Viazau, S.I. Hardzei, I.V. Satsyuk, N.V. Shalygo

Studied is the constitutive level of PR-protein genes expression of winter wheat selection varieties with different resistance to pathogens: thaumatin-like protein (TLP), class III peroxidase (TaPero), chitinase (Chitin) and β -1,3-glucanase (Glucan). Identified is the variety CW with a high resistance to powdery mildew and speckled leaf blotch, what is caused by high expression levels of TLP, Glucan, TaPero and Chitin genes. The variety CW is also characterized by high yield and has been submitted to the State Variety Trial of Belarus as a new variety called NPC 5.

УДК 633.112.9«321»:631[526.32+527]

ПРИМЕНЕНИЕ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ КОЛЛЕКЦИИ СОРТОВ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО

С.И. Гриб, доктор с.-х. наук, В.Н. Бушневич, Е.И. Позняк,

кандидаты с.-х. наук, Н.М. Петренко, В.А. Бандарчук

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила в печать 19.02.2019)

Рецензент: Урбан Э.П., член-корреспондент НАН Беларуси

Аннотация. *Приведены результаты изучения 39 сортов коллекции тритикале озимого различного эколого-географического происхождения по основным хозяйственно полезным признакам, с целью определения критериев отбора источников в селекции на высокую продуктивность при помощи кластерного анализа данных посредством метода Варда с использованием программы Statistica 10.*

Введение. Отличительной особенностью тритикале является то, что по сравнению с другими зерновыми культурами оно наиболее полно проявляет свои преимущества на широко распространенных в Беларуси, характеризующихся относительно невысоким плодородием, легких дерново-подзолистых почвах [1].

В связи с тем, что тритикале занимает определенную нишу в структуре посевных площадей, перед селекционерами стоит важнейшая задача: стабилизация высокого генетического потенциала урожайности, повышение экологической адаптивности и устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды, а также улучшение качества зерна и хлебопекарных свойств культуры [1, 2].

В настоящее время селекционеры в своей работе для комплексной оценки гибридного материала стали применять методы многомерной статистики [3]. Наиболее перспективным из них является кластерный анализ, который уже нашел свое широкое применение во многих отраслях науки и техники. Главной целью данного метода является нахождение групп схожих объектов в выборке для содержательного описания различий между ними [4].

Методика и условия проведения исследований. Оценку 39 наиболее продуктивных сортов коллекции тритикале озимого из Беларуси, России, Украины и Польши проводили в 2016-2018 гг. в РУП «Научно-практический

центр НАН Беларуси по земледелию» в Смолевичском районе Минской области на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве со следующими агрохимическими показателями: гумус – 2,1-2,3%, P_2O_5 – 260-300 мг/кг, K_2O – 200-300 мг/кг почвы, pH_{KCl} 5,8-6,2. Предшественник – овес.

Фосфорные и калийные удобрения ($P_{80}K_{120}$) вносили осенью под вспашку. Гербицид Алистер гранд (0,8 л/га) применяли осенью. Подкормку азотными удобрениями в дозе 60 кг/га д.в. проводили весной после возобновления вегетации, а также 30 кг/га д.в. в фазу начала выхода в трубку.

Площадь делянки 5 м², норма высева – 450 зерен на 1 м². Посев проводили в оптимальные для культуры сроки.

Метеорологические условия в годы исследований существенно различались по температурному режиму и влагообеспеченности, что позволило более объективно оценить сорта коллекции тритикале озимого.

Исследования проводили путем закладки полевых опытов по методике ВИР [5].

Для ранжирования образцов по комплексу основных хозяйственно полезных признаков (урожайность зерна, высота растений (ВР), продуктивная кустистость (ПК), число зерен в колосе (ЧЗК), масса 1000 зерен (М1000), содержание белка в зерне) применяли кластерный анализ посредством метода Варда с использованием программы Statistica 10.

Результаты исследований и их обсуждение. В последнее время для разделения изучаемых сортообразцов коллекции растений на группы, сходные по комплексу признаков, применяют метод кластерного анализа данных. Для кластеризации используют метод Варда с евклидовым расстоянием в качестве меры сходства. Результат кластеризации в этом случае представляется в виде дендрограммы [6, 7].

При изучении хозяйственно полезных признаков наиболее высокоурожайных сортов тритикале озимого из Беларуси, России, Украины и Польши было установлено, что они существенно различались (таблица) и при помощи кластерного анализа данных были разделены на 8 кластеров (рисунок). При этом для сортов, объединенных в кластеры, был характерен схожий набор признаков внутри каждого из них. Вертикальные линии на рисунке показывают кластеры, а горизонтальные линии показывают расстояния, при которых кластеры объединены.

Отдельный кластер образовал сорт *Пансуэвське* (UKR), который существенно отличался от всех остальных анализируемых сортов. Он характеризовался самой низкой выраженностью всех изучаемых хозяйственно полезных признаков, за исключением содержания белка в зерне и был самым высокорослым (таблица).

Во второй кластер вошло 5 белорусских сортов (*Благо*, *Импульс*, *Жемчуг*, *Жниво* и *Прометей*), которые в среднем характеризовались самой высокой урожайностью зерна (80,9 ц/га), высоким числом зерен в колосе (47,0 шт.) и массой 1000 зерен (48,0 г), высотой растений около 124 см и содержанием белка в зерне 10,4%.

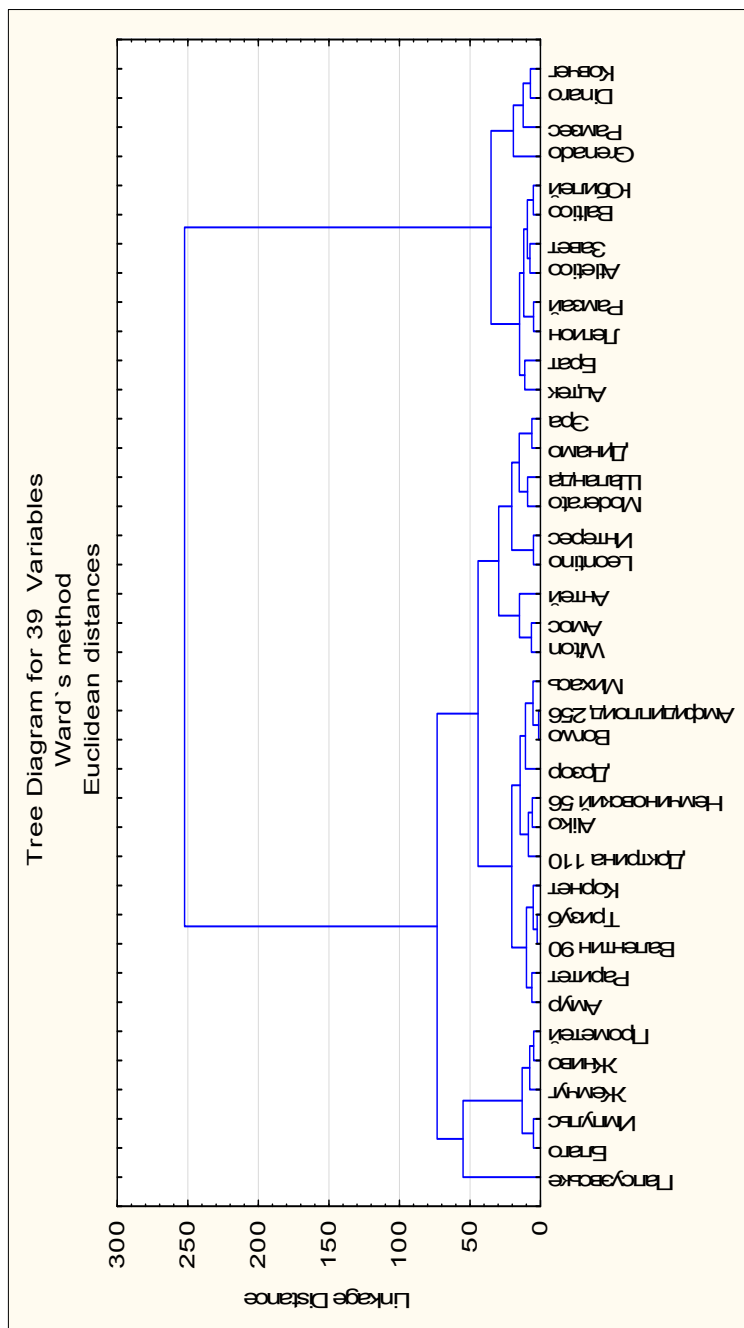


Рисунок – Дендрограмма кластеризации образцов коллекции тритикале озимого по основным хозяйственно ценным признакам

Таблица – Сравнительная характеристика основных хозяйственно полезных признаков сортов коллекции тритикале озимого по кластерам (среднее за 2016-2018 гг.)

Кластер	Сорт	Урожайность, ц/га	Продуктивная кустиность	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Высота растений см	Содержание белка, %
1	Папсуэвське	55,1	1,5	38,4	45,5	146	12,2
2	Благо	81,7	1,8	52,0	49,4	124	10,6
	Импульс	79,9	1,5	50,9	47,2	120	10,4
	Жемчуг	83,1	1,8	44,4	47,0	120	9,9
	Жниво	79,4	2,2	42,1	47,9	124	10,7
	Прометей	80,4	1,8	45,6	48,7	127	10,4
	среднее	80,9	1,8	47,0	48,0	123	10,4
3	Амур	67,3	1,9	39,9	49,6	117	9,9
	Раритет	67,6	1,9	39,1	46,1	112	10,2
	Валентин 90	66,9	1,5	42,2	52,1	116	10,7
	Тризуб	67,3	1,3	42,6	53,8	114	9,6
	Корнет	68,9	1,5	43,9	52	111	10,5
	среднее	67,6	1,6	41,5	50,7	114	10,2
4	Доктрина 110	65,0	1,6	42,6	49,3	125	11,5
	Aliko	61,7	1,7	40,6	47,5	117	10,2
	Немчиновский 56	62,2	1,6	45,2	47,3	120	11,8
	Дозор	62,6	1,6	48,3	53,6	112	10,7
	Borgwo	65,2	1,7	45,7	48,4	118	11,2
	Амфидиплоид 256	65,7	1,7	46,1	47,9	117	11,4
	Михась	66,7	1,5	47,8	47,8	114	10,4
	среднее	64,2	1,6	45,2	48,8	118	11,0
5	Witon	67,1	1,6	46,8	39,5	108	10,1
	Амос	68,6	1,6	45,1	45,2	106	10,1
	Антей	62,8	1,7	56,8	43,5	110	11,4
	среднее	66,2	1,6	49,6	42,7	108	10,5
6	Leontino	75,3	1,7	50,1	49,4	111	10,5
	Интерес	72,8	1,5	48,2	51,9	114	11,2
	Moderato	70,1	1,8	51,3	43,0	125	10,7
	Шаланда	66,5	1,6	53,1	50,6	122	10,6
	Динамо	76,2	1,5	48,1	41,9	120	10,6
	Эра	73,8	1,5	52,1	41,8	116	9,9
	среднее	72,5	1,6	50,5	46,4	118	10,6
7	Адтек	71,4	1,5	40,2	52,3	102	11,4
	Брат	64,5	1,4	44,0	57,3	96	10,8
	Легион	60,7	1,5	41,2	48,3	92	11,4
	Рамзай	64,7	1,5	43,8	49,1	92	11,9
	Atletico	70,1	1,5	38,8	46,9	94	9,3
	Завет	69,3	1,6	45,0	50,7	94	10,9
	Baltico	64,7	1,4	42,8	47,1	97	10,9
	Юбилей	67,7	1,6	45,2	46,6	100	9,6
	среднее	66,6	1,5	42,6	49,8	96	10,8

1	2	3	4	5	6	7	8
8	Grenado	77,5	1,9	46,5	41,2	87	8,8
	Рамзес	58,4	1,5	39,7	46,2	81	11,6
	Dinaro	66,8	1,7	39,9	41,7	89	9,3
	Ковчег	65	2,0	44,5	44,9	85	10,2
	среднее	66,9	1,8	42,7	43,5	85,5	10,0

Третий кластер объединил 5 сортов (*Амур*, *Раритет* и *Тризуб* (UKR), *Валентин 90* и *Корнет* (RUS)). Данным сортам тритикале озимого в среднем была присуща самая высокая масса 1000 зерен (50,7 г) при урожайности зерна 67,6 ц/га и высоте растений 114 см (таблица). Однако у данной группы сортов число зерен в колосе было средним (41,5 шт.).

Сорта четвертого кластера (*Доктрина 110* и *Амфидиплоид 256* (UKR), *Aliko* и *Borwo* (POL), *Михась* (BLR), *Немчиновский 56* и *Дозор* (RUS)) в среднем характеризовались более низкими показателями урожайности (64,2 ц/га), высотой растений 118 см, средним числом зерен в колосе (45,2 шт.), высокой массой 1000 зерен (48,8 г) и содержанием белка в зерне 11%.

В пятый кластер вошло 3 сорта (*Witon* (POL), *Амос* (UKR), *Антей* (RUS)), сочетающих урожайность зерна на уровне 66,2 ц/га, высоту растений около 108 см., высокое число зерен в колосе (49,6 шт.), среднюю массу 1000 зерен (42,7 г) и содержание белка в зерне 10,5%.

Шестой кластер объединил 6 сортов (*Leontino* и *Moderato* (POL), *Интерес* и *Шаланда* (UKR), контроль *Динамо* и *Эра* (BLR)). Их отличительной особенностью была высокая урожайность зерна (72,5 ц/га) и самое высокое число зерен в колосе (50,5 шт.) по сравнению с сортами других кластеров. Высота растений в среднем составила 118 см, а содержание белка в зерне было на уровне 10,5%.

Сорта седьмого кластера (*Айтек*, *Брат*, *Легион*, *Рамзай* и *Завет* (RUS), *Юбилей* (BLR), *Atletico* и *Baltico* (POL)) в среднем сочетали в себе урожайность зерна на уровне 66,6 ц/га, высокую массу 1000 зерен (49,8 г), среднее число зерен в колосе (42,6 шт.), высоту растений около 96 см и содержание белка в зерне 10,8%.

В восьмой кластер вошло 4 сорта (*Grenado* и *Dinaro* (POL), *Рамзес* (RUS), *Ковчег* (BLR) с высотой растений в среднем около 86 см., имеющие урожайность зерна (66,9 ц/га), число зерен в колосе (42,7 шт.) на уровне сортов седьмого кластера, однако уступающие им по массе 1000 зерен (43,5 г) и содержанию белка в зерне (10,0%).

Выводы

1. При помощи «метода кластерного анализа данных» удалось сгруппировать 39 различных сортов коллекции тритикале озимого по комплексу признаков, выделить наиболее близкие сорта и объединить их в 8 кластеров.

2. В практической селекции для повышения урожайности сортов при подборе родительских компонентов целесообразно использовать:

– сорта (*Благо, Импульс, Жемчуг, Жниво* и *Прометей* (BLR)), относящиеся ко второму кластеру, как наиболее урожайные (около 80 ц/га), с высокой массой 1000 зерен (более 47,0 г);

– *Амур, Паритет* и *Тризуб* (UKR), *Валентин 90* и *Корнет* (RUS), относящиеся к третьему кластеру, как урожайные (более 65,0 ц/га) сорта, с высокой массой 1000 зерен (более 47,0 г);

– сорта (*Leontino* и *Moderato* (POL), *Шаланда* и *Интерес* (UKR), контроль *Динамо* и *Эра* (BLR)), относящиеся к шестому кластеру, в качестве источников высокой урожайности (более 70,0 ц/га) и высокого числа зерен в колосе (более 47,0 г);

– *Ацтек, Брат, Легион, Рамзай* и *Завет* (RUS), *Юбилей* (BLR), *Atletico* и *Baltico* (POL), относящиеся к седьмому кластеру, как сорта с высокой массой 1000 зерен (более 47,0 г) и высотой растений около 100 см;

– сорта (*Grenado* и *Dinaro* (POL), *Рамзес* (RUS) и *Ковчег* (BLR)), относящиеся к восьмому кластеру, в качестве источников короткостебельности.

Литература

1. Гриб, С.И. Результаты и актуальные направления селекции тритикале в Беларуси / С.И. Гриб // Весці НАН Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2003. – №1. – С. 29-33.

2. Булавина, Т.М. Оптимизация приемов возделывания тритикале в Беларуси / Т.М. Булавина. – Минск: ИВЦ Минфина, 2005. – 224 с.

3. Корнева, С.П. Использование кластерного анализа для повышения эффективности отборов в расщепляющихся гибридных популяциях / С.П. Ермакова // Молодые ученые Сибирского региона – аграрной науке : матер. межрегион. конф., Омск, 15-16 апреля, 2004. / Сиб. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва; под общ. ред. Б.Н. Дорожкина. – Омск, 2004. – Вып. 4. – С. 127-131.

4. Кластерный анализ [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа : <http://finance.ru/foreks/klasternyy-analiz-eto.html>. – Дата доступа : 02.12.2018.

5. Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса. – Л. : ВИР, 1981. – 27 с.

6. Ефимов, В.М. Многомерный анализ биологических данных / В.М. Ефимов, В.Ю. Ковалева. – СПб.: ВИЗР, 2008. – 98 с.

7. Факторный дискриминантный и кластерный анализ / Д.О. Ким Дж.-О., [и др.] ; под общ. ред. И.С. Енюкова. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 215 с.

USE OF CLUSTER ANALYSIS FOR THE ASSESSMENT OF THE COLLECTION OF WINTER TRITICALE VARIETIES

S.I.Grib, V.N. Bushtevich, E.N. Poznyk, N.M. Petrenko, V.A. Bandarchuk

The article deals with the results of the study of 39 winter triticale collection varieties of different ecological and geographical origin in respect of the main economic characters in order to identify the criteria for sources selection in high yield breeding with the use of data cluster analysis by Warda method and Statistica 10 program.