

4. Михайличенко.Б.П., Переprawo Н.И., Рябова В.Э., Золотарёв В.Н. и др. Семеноводство многолетних трав. Практические рекомендации по освоению технологий производства семян основных видов многолетних трав – М.: Восток, 1999. – 143 с.

5. Переprawo Н.И., Золотарёв В.Н., Шатский И.М. Современные проблемы семеноводства многолетних трав // Современные проблемы луговодства, селекции и семеноводства кормовых культур. – М. – Воронеж. Изд-во им. Е. А. Болховитинова, 2002.

## **КЛАСТЕРИЗАЦИЯ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ЭЛЕМЕНТАМ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ И ПОКАЗАТЕЛЯМ КАЧЕСТВА ЗЕРНА.**

*Фаина Владимировна Тугарева*

*ФГБНУ “Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур”, г. Орёл.*

**Аннотация.** В статье приводятся экспериментальные данные по применению кластерного анализа для оценки сортов твердой яровой пшеницы и линий межвидовых гибридов по элементам структуры урожая. Наблюдения проводились в 2021–2022 годах на полях севооборота селекционного центра ФГБНУ ФНЦ ЗБК. На основе структурного и кластерного анализов выявлено морфологическое сходство новых селекционных линий межвидовых гибридов (*Triticum durum*×*Triticum dicoccum*) с сортами яровой твёрдой пшеницы и их существенное отличие от сорта полбы Руно (*Triticum dicoccum* (Schrank.) Schuebl.). В результате структурного и кластерного анализов выявлен новый ценный исходный материал с высоким качеством зерна, приспособленного к условиям регионов центральной России.

**Ключевые слова:** селекция, пшеница, линии, сорт, межвидовые гибриды, урожайность, качество зерна, кластер

**Введение.** Твердая пшеница - основное сырьё для макаронной и крупяной промышленности, занимает второе место после мягкой по посевным площадям. Она менее пластична и менее востребована, ареал распространения твердой пшеницы значительно меньше. В последние годы увеличился импорт макаронных изделий, основная часть которого относится к высококачественной продукции итальянского производства [1]. В тоже время процесс импортозамещения не должен привести к снижению среднего уровня качества макаронных и крупяных изделий на продовольственном рынке России. Вклад селекции здесь может быть значительным [2].

Качество зерна сортов яровой твердой пшеницы, среди прочих факторов, определяется адаптационными способностями к конкретным агроэкологическим условиям. В Орловской области урожайные свойства и качество зерна сортов твердой яровой пшеницы слабо изучены, а зерно сортов мягкой пшеницы часто не отвечают требованиям перерабатывающей промышленности [3]. Яровая твёрдая пшеница (*Triticum durum* Desf.) и пшеница полба (*Triticum dicoccum* (Schrank.) Schuebl.) являются генетически высокобелковыми видами с содержанием протеина в зерне до 20% и более [4]. В процессе селекции твердой пшеницы создан селекционный материал, не уступающий плёнчатой полбе (сорт Руно) по питательной ценности, вкусу, запаху и консистенции каши и превосходящий её по содержанию каротиноидов, цвету, устойчивости к прорастанию на корню. Полученные селекционные линии крупяного направления отличаются высокой урожайностью (4-5 т/га), широкой нормой реакции на условия среды, адаптивностью к засухе и отзывчивостью на благоприятные условия [5].

**Целью исследований** являлись сравнительные исследования урожайности, элементов её структуры, биологических особенностей лучших сортообразцов яровой пшеницы (*Triticum durum*) и межвидовых гибридов (*Triticum durum*×*Triticum dicoccum*) в условиях центральной России.

**Материалы и методы.** Объектом исследования являлись: селекционные линии яровой твёрдой пшеницы, сортообразцы, полученные в результате межвидовой гибридизации *Triticum durum*×*Triticum dicossum* в ФГБНУ «Самарский НИИСХ им. Н.М. Тулайкова».

Фенологические наблюдения, учет поражения болезнями, оценку фенотипической изменчивости количественных признаков проводили по общепринятым и широко апробированным в научных учреждениях методикам. Проведен дисперсионный и кластерный анализ полученных результатов. Кластерный анализ осуществлён методом определения Евклидова расстояния между кластерами с объединением по правилу невзвешенного центроидного метода (UPGMC) с нормированием исходных данных [6].

**Результаты работы.** На фоне однородных технологических условий в период проведения исследований в 2021 – 2022 гг. существенное влияние на урожайность твёрдой пшеницы и межвидовых гибридов оказали погодные условия. Вместе с тем, влияние вариантов (сортов) на общую дисперсию было значительным – 67%. Средняя урожайность лучших сортообразцов твёрдой пшеницы колебалась от 4,9 до 7,1 т/га у сорта Триада. Сорта Фея, Триада и линия твёрдой пшеницы леукурум 2024-23 в конкурсном сортоиспытании существенно превысили урожайность стандарт Донская элегия в 2022г. В 2021 лучшими по урожайности были так же сорта Фея и Триада и линия 2084-6. Высокий показатель сухая масса, кустистость, а также наибольшая масса зерна с растения и выход зерна отмечен у межвидовых гибридов: нового сорта Фея, линий 2084-6 и 2024-23 по результатам исследований за последние 2 года.

Лучшим генотипом по длине, массе необмолоченного колоса, а также числу зерен с главного колоса является новый сорт Фея. Наиболее крупнозёрный по массе 1000 зёрен в 2021 г был сорт Донская Элегия (стандарт), а в 2022г новая линия 2499Д-1 – около 60 г и сорт Фея -54,6 г,

Результаты структурного анализа растений в сортоиспытании за 2021 – 2022 г, позволили выявить существенные различия между сортообразцами по отдельным признакам и показателям главного колоса. Высота растений колебалась от 72,4/78,8 см у сорта Триада, до 88,9/109,8 см у сорта Фея. В 2021 году самой высокорослой оказалось линия 2499Д-1 (100,2см). Наиболее высокий показатель продуктивной кустистости, который связан с массой зерна с растения и сухой массой растений, отмечен у сорта Фея как в 2021, так и 2022г. По итогам исследований 2 лет лучшим фенотипом по длине колоса, массе колоса, числу зерен с колоса и массе зерна с главного колоса является сорт Фея. Можно выделить ряд новых линий с хорошо озерненным колосом более 35 шт./колос – это линии 2024-23, 2084-6 и 2302-12. Высокой массой 1000 зерен характеризовались линия 2024-23, 2084-6, 2499Д-1 и сорта Фея и Донская Элегия (стандарт). Наиболее устойчивы к полеганию были короткостебельные сорта.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика сортов твердой яровой пшеницы по элементам структуры урожая в среднем за 2021–2022 гг.

Сорт/линия	Урожайность, т/га		высота, см		Кустистость, шт		ДК, см		ЧЗК, шт.		МЗК, г		МТС, г	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
ТРИАДА	4,13	7,06	72,4	78,8	4,6	3	7,1	6,1	38,7	38,6	1,92	1,79	49,5	46,1
ДОН.ЭЛЕГИЯ	3,21	5,96	87,9	100,5	3,5	2,2	7,2	5,9	29,7	37,1	1,28	1,93	43,2	51,5
ФЕЯ	4,22	6,54	88,9	109,8	5,6	3,1	7,7	7	39,4	51,6	1,91	2,77	48,3	54,6
2024-23	3,93	6,27	91	89,5	5	3,1	7,2	6,4	31,3	43,9	1,63	2,26	52,2	51,6
2084-6	4,03	5,93	88,6	83,6	4,8	3,2	6,4	6	31,3	41	1,61	2,03	51,4	49,3
2158-2	3,77	5,49	89,2	94,8	4,3	1,7	7	5,9	33,2	37,8	1,65	1,95	49,5	51,4
2285-3	3,56	5,26	98,1	86,5	4,3	2,3	7,3	6,2	33,5	39,1	1,65	2	49,5	51
2302-12	3,57	5,23	69,8	70,9	4,8	2,5	6,8	6,4	40,8	42,9	1,94	2,02	47,6	46,2
2499Д-1	3,7	4,93	100	99,1	3,5	1,8	6	6,2	25,7	34,8	1,28	2,09	48,8	59,5
Безенчукская 210	3,67	4,88	91,7	89,2	4,1	2	6	5,5	27,8	34,1	1,52	1,68	54,7	49,2
среднее	3,78	5,76	87,78	90,27	4,45	2,49	6,87	6,16	33,14	40,09	1,639	2,052	49,47	51,04

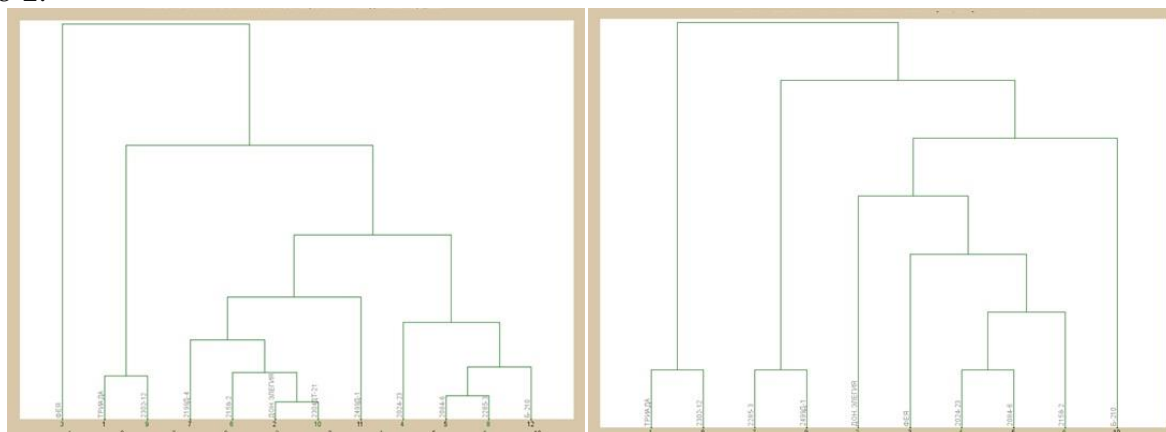
Содержание белка у сортообразцов твёрдой пшеницы и межвидовых гибридов варьировало от 14,5% у линий твёрдой пшеницы: 2024-23 до 17,5% у сорта Донская Элегия (стандарт) в 2021г и от 14,3% у линии 2084-26 до 16,5% у линии 2158-2 в 2022г. Содержание клейковины у исследованных образцов составляет от 27,4 до 33,0% у стандарта Донская Элегия в 2021г. В 2022г содержание клейковины составляет от 24,9 до 28,0% у линии 2285-2. Наибольшее содержание крахмала (63,8%) отмечено у линии №2024-23 как в 2021г, так и в 2022г. Высокие показатели сбора белка были у сортов Фея и Триада за счет высокой урожайности.

На основе показателей структурного анализа растений, с учетом урожайности, проведён кластерный анализ методом определения Евклидова расстояния. Эти признаки характеризуют фенотипическую изменчивость изучаемых сортообразцов и отражают взаимосвязи межвидовых гибридов с сортами и селекционными линиями твёрдой пшеницы [7].

Таблица 2 – Биохимические показатели качества зерна сортов твердой пшеницы (в среднем за 2021-2022гг.)

Сорт/линия	белок %		клейковина %		крахмал %	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022
<b>ТРИАДА</b>	15,4	14,5	29,4	24,9	63,8	63
<b>ДОН.ЭЛЕГИЯ</b>	17,5	14,8	33	26,3	62	62,9
<b>ФЕЯ</b>	15,5	14,9	29	26,6	63,3	62,8
<b>2024-23</b>	14,5	14,6	27,4	25,3	64,4	63,8
<b>2084-6</b>	15,5	14,3	29,2	25	63	63,1
<b>2158-2</b>	16,7	16,5	31,6	28,2	62,5	61,6
<b>2285-3</b>	16,9	15,8	31,7	28	62,9	62,6
<b>2302-12</b>	16,7	15,5	32	27,5	62,6	62,6
<b>2499Д-1</b>	15,5	14,7	29,4	26,6	63,4	63,1
<b>Безенчукская 210</b>	17	15,4	32,4	26,9	62,5	62,5
Среднее	16,12	15,1	30,51	26,53	63,04	62,8

Кластерный анализ сортов, селекционных линий и межвидовых гибридов в 2021г. позволил сформировать 4 кластера. Кластер №1 состоит из одной межвидовой линии 2285-3. В кластере №2 сгруппированы сорт Триада и новая линия 2302-12. Данный кластер включает в себя сорт и линию с хорошими показателями длины колоса и МТС. Кластер №3 состоит из 1 линии 2499Д-1, который выделился высоким содержанием белка и клейковины. Кластере №4 объединяет сорта и линии с большим показателем крахмала (сорт стандарт Донская элегия, Фея, Безенчукская 210 и новые линии яровой твердой пшеницы 2024-23, 2084-6, 2158-2.



**Рисунок 1.**

Рис. 1 – 2. Дендрограмма кластерного анализа элементов структуры урожая и качества зерна сортов и линий яровой твердой пшеницы, 2021 г (слева) и 2022г (справа).

**Рисунок 2.**

Кластерный анализ сортов, селекционных линий и межвидовых гибридов в 2022 г, позволил сформировать также 4 кластера. Заслуживает внимания кластер №1, в который вошел высокоурожайный сорт Фея (полученный в результате межвидовой гибридизации), включенный в Госреестр РФ по Центрально-Чернозёмному региону с 2023 г. В кластере №2 сгруппированы сорт Триада и новая линия 2302-12. Данный сорт и линия характеризуются высоким показателем продуктивной кустистости, низкорослостью (короткостебельностью) и устойчивостью к полеганию. Важными для селекции твёрдой пшеницы на качество зерна являются факторы, связанные с высоким содержанием белка и клейковины. Большинство сортов и линий, представленных в кластере №3, имеют высокие значения указанных показателей. Кластер №3 включает сорт стандарт Донская элегия и новые линии яровой твердой пшеницы 2158-2, 2499Д-1.

Таблица 3 – Характеристика сформированных кластеров, 2021 г

№	урожайно сть, т/га	высота, см	кустость, шт.	ДК, см	ЧЗК, шт.	МЗК, г	МТС, г	белок %	клейко- вина %	крахмал %
1	3,56	98,10	4,30	7,30	33,50	1,65	54,60	14,90	26,6	62,80
2	3,85	71,10	4,70	6,95	39,75	1,93	46,15	15,00	26,2	62,80
3	3,70	100,20	3,50	6,00	25,70	1,28	51,62	15,64	27,6	62,44
4	3,80	89,55	4,55	6,92	32,12	1,60	50,28	15,025	26,3	63,00

Таблица 4 – Характеристика сформированных кластеров, 2022 г.

№	урожайность, т/га	МТС, г	белок %	клейковина %	крахмал %
1	6,54	54,60	14,90	26,6	62,80
2	6,14	46,15	15,00	26,2	62,80
3	5,46	51,62	15,64	27,6	62,44
4	5,58	50,28	15,025	26,3	63,00

**Выводы** На основании комплексных исследований установлено, что новые современные сорта, селекционные линии твердой яровой пшеницы, селекционный материал межвидовых гибридов, выращенный в условиях в северо-западной части Центрально-Чернозёмного региона, не уступают по урожайности и превосходят по качеству зерна сорта яровой мягкой пшеницы, что открывают реальные перспективы производства зерна для получения макаронной муки и крупы.

В результате структурного и кластерного анализов выявлен новый ценный исходный материал с комплексом положительных признаков для селекции на высокую продуктивность (сорта Триада, Донская элегия, Фея). Эти генотипы являются платформой для дальнейшей селекции яровой твёрдой пшеницы.

В результате исследований установлено, что все сортообразцы твердой пшеницы по качеству зерна отвечают требованиям для производства муки и крупы. Самый высокий показатель сбора белка был у линии 2158-2. Новые селекционные линии 2158-2 и 2302-12 существенно превысили стандарт Донская Элегия по содержанию крахмала, наибольшее значение (63,8%) отмечено у линии №2024-23. По результатам структурного и других анализов можно выделить новый сорт Фея, сорт Триада, селекционные линии: леукурум

2024-23, леукурум 2302-12 и леукурум 2499д-1 в качестве исходного материала с комплексом хозяйственно-ценных признаков.

Таким образом, в условиях Орловской области реально получение зерна твердой пшеницы высокого качества первого класса для переработки в макаронную муку при высоком уровне урожайности. Особенно важно создание нового сорта Фея – первого межвидового гибрида для Центрально-Чернозёмного региона [8].

#### Список литературы

1. В.В.Ворончихин, В.В.Пыльнев, В.С.Рубец, И.Н.Ворончихина /Урожайность и элементы структуры урожая коллекции Озимой гексаплоидной тритикале в центральном районе Нечерноземной зоны//Известия ТСХА, выпуск 1, 2018. – С. 69-81.
2. В.И.Зотиков, В.С.Сидоренко, Н.Е.Павловская, П.Н.Мальчиков, Е.В.Костромичева, И.Н.Гагарина, В.А.Костромичева /Перспективы выращивания новых сортов твёрдой пшеницы в условиях Орловской области// Зернобобовые и крупяные культуры. – 2015. – № 2 (14). – С. 52-58.
3. П.Н.Мальчиков, В.С.Сидоренко, М.Г.Мясникова, Д.В.Наумкин /Оценка в эколого-географическом эксперименте адаптивности генотипов твердой пшеницы и дифференцирующей способности условий среды (годы, пункты) //Зернобобовые и крупяные культуры, 2016. - №2. – С.120-126
4. Боровик, А.Н. Селекция и возвращение в культуру исчезающих и редких видов пшеницы: шарозёрной (*Triticum sphaerococcum* Perc.), полбы (*Triticum dicoccum* (Schrank.) Schuebl.), твёрдой (*Triticum durum* Desf.) и создание тритикале шарозёрной (*Triticale sphaerococcum*) для диверсификации производства высококачественного зерна. Автореф. дисс. докт. с-х. наук. Краснодар, 2016. 48с.
5. Сидоренко В.С., Мальчиков Н.П., Мясникова М.Г., Бударина Г.А., Наумкин Д.В., Костромичёва В.А., Старикова Ж.В., Тугарева Ф.В., Горьков А. А. Создание и выявление ценных селекционных линий крупяного направления на основе межвидовых гибридов твёрдой пшеницы и полбы // Зернобобовые и крупяные культуры № 4 (24). 2017–С. 106-115.
6. Тугарева Ф.В., Сидоренко В.С., Вилунов С.Д. Использование кластерного анализа при выявлении ценного селекционного материала межвидовых гибридов яровой пшеницы (*Triticum durum* x *Triticum dicoccum*). /В сборнике: Роль молодых ученых в инновационном развитии сельского хозяйства: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов (Орел. 11-14 ноября 2019 г.). - Орел: ФГБНУ ФНЦ ЗБК. 2019. – С. 159-161.
7. V.S. Sidorenko, F.V. Tugareva, Zh.V. Starikova. Experimental verification of cluster analysis to identify valuable breeding samples of spring wheat./ IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 650 (2021) 012105. doi:10.1088/1755-1315/650/1/012105 Скопус
8. Тугарева Ф.В. Биохимические свойства зерна и размеры зерновок яровой твёрдой пшеницы и межвидовых гибридов; Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 2 (38) 2021 г., С.137-143.

УДК 635.22

**История создания и хозяйственно-ценные признаки первого российского сорта батата**

**Алангасар**

***Александр Владимирович Федоров<sup>1</sup>, Денис Александрович Зорин<sup>2</sup>***

<sup>1</sup>Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, г. Москва

<sup>2</sup>Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН

**Аннотация.** В статье представлена характеристика батата сорта Алангасар по хозяйственно ценным признакам, по особенностям развития надземной части и продуктивности растений в условиях Среднего Предуралья, а также история его получения.