

УДК 633.111

06.01.05 – Селекция и семеноводство  
(сельскохозяйственные науки)

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ  
ПЫЛЬЦЫ У СОРТОВ ПШЕНИЦЫ И  
ТРИТИКАЛЕ СЕЛЕКЦИИ НЦЗ им. П.П.  
ЛУКЬЯНЕНКО**

Беспалова Людмила Андреевна  
Заведующая отделом селекции и семеноводства  
пшеницы и тритикале  
SPIN-код: 4758–0611  
E-mail: [bespalova\\_1\\_a@rambler.ru](mailto:bespalova_1_a@rambler.ru)

Агаев Рахман Агарза Оглы  
Старший научный сотрудник отдела  
селекции и семеноводства пшеницы  
и тритикале  
SPIN-код: 6392–6900  
E-mail: [88612226889@mail.ru](mailto:88612226889@mail.ru)

Агаева Елена Валентиновна  
Научный сотрудник отдела селекции и  
семеноводства пшеницы и тритикале  
SPIN-код: 6014–3610  
E-mail: [lena.agaeva.69@bk.ru](mailto:lena.agaeva.69@bk.ru)  
*ФГБНУ "НЦЗ им.П.П.Лукьяненко", Краснодар,  
Россия*

В работе приводятся результаты изучения пыльцевых зерен у различных видов и сортов пшеницы и тритикале селекции «Национального Центра зерна имени П.П.Лукьяненко». Сорты озимой мягкой пшеницы в опыте были ранжированы по продолжительности вегетационного периода, по высоте растений и по уровню морозостойкости. В анализе исходного материала в качестве показателей использовали следующие характеристики: форма, цвет и размер пыльцевых зерен. В процессе исследований различий по форме и цвету не обнаружено, они отличались только по размеру. По результатам двух лет изучения установили что, пыльца у тритикале озимой и яровой гораздо крупнее, чем у различных видов пшеницы. У ультраскороспелых сортов пыльцевые зерна мельче (66,2 мкм), чем у сортов других групп спелости. Полукарликовые сорта (с двумя генами карликовости Rht) формируют самую крупную пыльцу (70,1 мкм). Сорты озимой пшеницы с высокой морозостойкостью продуцируют самые мелкие пыльцевые зерна

Ключевые слова: ПЫЛЬЦЕВЫЕ ЗЕРНА, РАЗМЕР, ПШЕНИЦА, ТРИТИКАЛЕ, ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД, ВЫСОТА, МОРОЗОСТОЙКОСТЬ

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-157-024>

UDC 633.111

06.01.05 - Selection and seed production  
(agricultural science)

**MORPHOLOGICAL FEATURES OF POLLEN  
IN WHEAT VARIETIES AND TRITICALE OF  
LUKIANENKO AGRICULTURAL RESEARCH  
INSTITUTE SELECTION**

Bespalova Lyudmila Andreyevna  
Head of the Department of selection and seed  
production of wheat and triticale  
RSCI SPIN-code: 4758–0611  
E-mail: [bespalova\\_1\\_a@rambler.ru](mailto:bespalova_1_a@rambler.ru)

Agayev Rahman Agarza Oglu  
Senior researcher of the Head of the Department of  
selection and seed production of wheat and triticale  
RSCI SPIN-code: 6392–6900  
E-mail: [88612226889@mail.ru](mailto:88612226889@mail.ru)

Agaveva Elena Valentinovna  
Research associate of the Head of the Department of  
selection and seed production of wheat and triticale  
RSCI SPIN-code: 6014–3610  
E-mail: [lena.agaeva.69@bk.ru](mailto:lena.agaeva.69@bk.ru)  
*Lukyanenko Agricultural Research Institute,  
Krasnodar*

The article presents the results of the study of pollen grains in different types and varieties of wheat and triticale selection by "National Grain Centre named after P.P. Lukyanenko". The varieties of winter soft wheat in the experiment were ranked by the length of the growing season, the height of plants and the level of frost resistance. In the analysis of the source material, the following characteristics were used as indicators: the shape, color, and size of pollen grains. In the course of research, no differences in shape and color were found, they differed only in size. According to the results of two years of study, it was found that the pollen of winter and spring triticale is much larger than that of various types of wheat. In ultra-ripe varieties, pollen grains are smaller (66.2 microns) than in varieties of other maturity groups. Semi-dwarf varieties (with two Rht dwarfism genes) form the largest pollen (70.1 microns). Winter wheat varieties with high frost resistance produce the smallest pollen grains

Keywords: POLLEN GRAINS, SIZE, WHEAT, TRITICALE, VEGETATION PERIOD, HEIGHT, FROST RESISTANCE

## **Введение**

Цветение - переломный момент в жизни растений переход от вегетативного к генеративному развитию (Бажина, 2007 и др.). При оценке статуса адаптивности генотипа к условиям среды качество пыльцевых зерен является одним из важных показателей его репродуктивной биологии, во многом определяющих способность размножающихся растений к образованию полноценных, качественных семян (Звягина, 2015). Количество пыльцы в пыльнике различных культур варьирует от нескольких десятков до нескольких миллионов. Цитологическими исследованиями установлено, что форма пыльцевого зерна у пшеницы бывает яйцевидной, широкояйцевидной, эллипсоидальной и шаровидной, а в очертании овальные, широкоовальные, эллиптические и округлые (Matus-Cadiz, 2007; Дубровский, 2011 и др.). Размер пыльцевых зерен так же очень сильно варьирует, но у большинства растений не превышает 50мкм. (Голубинский, 1974; Ибрагимова, 2009). Известно, что у некоторых культур размер пыльцевого зерна строго индивидуален в зависимости от генотипа.

Открытое цветение - нежелательное явление для пшеницы и тритикале, поскольку в этом случае повышается риск спонтанного переопыления различных форм, способного в перспективе привести к сильному биологическому засорению и потере сортовых качеств (Рубец, Ялтонская, Пыльнев, 2013).

В своих исследованиях мы поставили цель определить форму, цвет и размер пыльцы различных видов и сортов пшеницы и тритикале селекции «НЦЗ им. П.П.Лукьяненко».

Для этого потребовалось решить следующие задачи:

1. Провести оценку морфологических признаков пыльцевых зерен различных видов пшеницы и тритикале;

2. Распределить изучаемые сорта пшеницы в группы по продолжительности вегетационного периода, высоте растений и морозостойкости;

3. Выявить морфологические различия у пыльцевых зерен сортов пшеницы мягкой озимой.

## **2. Материалы и методы**

В 2008 - 2009 годах размер пыльцевых зерен был изучен у 60 сортов озимой пшеницы и тритикале тритикале селекции «НЦЗ им. П.П.Лукьяненко».

Для этого в семеноводческих посевах отдела селекции и семеноводства пшеницы и тритикале «НЦЗ им. П.П.Лукьяненко» в трехкратном повторении, устанавливали улавливатели пыльцы. Конструкция состоит из шеста высотой 120 см. с закрепленным на нем предметным стеклом, на которое наносят липкое вещество, в нашем случае глицерин – желатиновая смесь. Опыт проводили в течение пяти дней (длительное улавливание) в период массового цветения озимой пшеницы. Затем в лаборатории готовили препараты для микроскопирования – капали на это предметное стекло дистиллированную воду, накрывали покровным стеклом и с помощью камеры Горяева под микроскопом «OLYMPUS» определяли размер пыльцевых зерен.

Для статистической обработки данных использовали компьютерную программу Microsoft Excel 2010, применяя методы анализа дисперсий. Результаты сравнивали с помощью НСР с 95% доверительным интервалом. Расчет двухфакторного дисперсионного анализа проводился по методике Б. А. Доспехова.

## **3. Результаты исследований**

В начале своих исследований мы поставили цель определить форму, цвет и размер пыльцы различных видов и сортов пшеницы и тритикале. При ближайшем рассмотрении существенных морфологических различий

не обнаружено, все пыльцевые зерна были округлой формы и не имели окраски, единственное отличие – это их размер.

За 2 года исследований размер пыльцевых зерен у изучаемых культур варьировал от 42,5 мкм у яровой твердой пшеницы до 93,2 мкм у озимой тритикале (таблица 1). В среднем за 2008-2009 гг. пыльцевые зерна тритикале озимой и яровой были достоверно крупнее, чем у пшеницы мягкой и твердой.

Размер пыльцевых зерен по годам достоверно различался. Оптимальные погодные условия 2008 года позволили растениям всех изученных культур сформировать пыльцу гораздо крупнее, чем в неблагоприятном 2009. Так, если сравнивать пыльцевые зерна озимой мягкой пшеницы, то в 2008 году их размер был на 11,6 мкм больше чем в 2009 (73,4 и 61,8 мкм). Очень крупную пыльцу продуцировала в 2008 году яровая тритикале - 92,5 мкм, а в следующем году её пыльцевые зерна были одного размера с пыльцой озимой пшеницы - 61,8 мкм.

Таблица 1 - Размер пыльцевых зерен у сортов пшеницы и тритикале селекции «НЦЗ им. П.П.Лукьяненко», Краснодар

Культура	Размер пыльцевых зерен, мкм.				Среднее за 2 года
	2008г.		2009г.		
	Среднее	Пределы варьирования	Среднее	Пределы варьирования	
Озимая мягкая пшеница	73,4	63,6-85,0	61,8	51,2-75,8	67,6
Озимая твердая пшеница	78,9	71,9-92,9	65,1	56,0-72,3	72,0
Яровая твердая пшеница	58,7	50,7-62,8	50,7	42,5-54,8	54,7
Озимая тритикале	90,5	88,0-93,2	77,5	74,8-81,5	84,0
Яровая тритикале	92,5	92,5	61,8	61,8	77,2
НСР. 05	4,32		4,10		

Пыльца пшеницы твердой озимой в оба года изучения была крупнее, чем мягкой. Озимая тритикале по размеру пыльцевых зерен лидировала в неблагоприятном 2009 году – 77,5 мкм, а в 2008 уступила только яровой тритикале – 90,5 мкм, но эти различия были не достоверны. К тому же озимая тритикале сорта Валентин 90 имела в 2008 году самую крупную пыльцу – 93,2 мкм.

Пшеница твердая яровая стабильно оба года продуцировала самые мелкие пыльцевые зерна - 58,7 и 50,7 мкм. Наиболее широкие пределы варьирования все два года мы наблюдали у сортов пшеницы мягкой озимой.

В результате своих опытов мы подтвердили данные многих исследователей, что размер пыльцы, прежде всего, определяется генетическим фактором, но неблагоприятные температуры в период гаметогенеза (VII-VIII этапы органогенеза) отрицательно сказываются на росте пыльцевых зерен, как пониженные, так и повышенные. (Ерамбердиева, 1965, Гудкова, 1982; Кейта, 1983). В нашем случае гибель главного побега от действия минусовых температур (криогенный стресс) привела к усиленному росту «подгона», колосья которого намного мельче и, следовательно, размер пыльцевых зерен также уменьшился..

С точки зрения генотипа, самые крупные пыльцевые зерна продуцирует озимая тритикале Валентин 90, Сотник, Лидер, яровая тритикале сорт Ярило; пшеница мягкая озимая сорта Иришка, Калым, Таня, Батько, и др; пшеница твердая озимая – Уния, Крупинка, Ласка; пшеница твердая яровая – Николаша.

Ранжирование сортов пшеницы мягкой озимой по продолжительности вегетационного периода, т.е. по группам спелости, позволяет сделать вывод, что размер пыльцевых зерен у сортов селекции НЦЗ им. П.П.Лукьяненко не зависит от длины вегетационного периода. Мы можем говорить лишь о тенденции к укрупнению пыльцы у

скороспелых и среднеранних сортов, как в среднем, так и при варьировании (таблица 2).

Таблица 2 - Размер пыльцевых зерен у сортов пшеницы мягкой озимой селекции «НЦЗ им. П.П.Лукияненко» в зависимости от продолжительности вегетационного периода, Краснодар

Группа спелости	Размер пыльцевых зерен, мкм.				Среднее за 2 года
	2008г.		2009г.		
	Среднее	Пределы варьирования	Среднее	Пределы варьирования	
Ультраскороспелые	71,9	69,5-7,50	60,6	51,2-65,3	66,2
Скороспелые	76,9	7,54-7,84	71,1	66,5-75,8	74,0
Среднеранние	74,2	6,78-8,08	61,4	52,6-72,5	67,8
Среднеспелые	83,9	8,39	56,0	56,0	69,9
Нср <sub>05</sub>	2,36		1,60		

В среднем за два года самые крупные пыльцевые зерна отмечены у группы скороспелых сортов – 74,0 мкм.

В 2009 году размер пыльцевых зерен уменьшился в связи с криогенным стрессом, т.к. растения больше пластических веществ направили на восстановление колосоносных стеблей, а не только гаметофита.

Сравнительный анализ зависимости размеров пыльцевых зерен от высоты растений показал, что у всех групп сортов размер пыльцы в 2009 году уменьшался в связи с криогенным стрессом. Из наших опытов очевидно, что полукарликовые сорта формируют самую крупную пыльцу, как в среднем – 70,1мкм, так и отдельно по годам – 75,1 и 65,0 мкм соответственно (таблица 3). Четко прослеживается закономерность: чем меньше высота растений, тем крупнее пыльцевые зерна у сорта той или

иной группы. Так, в среднем за два года размер пыльцевых зерен у среднерослых сортов составил 67,1мкм, короткостебельных – 68,1мкм, а полукарликовых – 70,1мкм.

Таблица 3 - Размер пыльцевых зерен у сортов пшеницы мягкой озимой селекции «НЦЗ им. П.П.Лукияненко» в зависимости от высоты растений, Краснодар

Группа	Размер пыльцевых зерен, мкм				Среднее за 2 года
	2008г.		2009г.		
	Среднее	Пределы варьирования	Среднее	Пределы варьирования	
Среднерослые	74,7	66,7-85,0	59,6	52,6-66,5	67,1
Короткостебельные	73,1	69,5-78,4	63,1	51,2-75,8	68,1
Полукарлики	75,1	66,4-83,9	65,0	56,0-72,5	70,1
Нср <sub>05</sub>	1,90		1,75		

В силу особенностей своей архитектоники полукарликовым сортам требуется меньше пластических веществ на наращивание необходимой вегетативной массы, чем более высокорослым сортам, а, следовательно, большую их часть они направляют на продуцирование гаметофита пшеницы. Особенно это наблюдается в 2009 стрессовом году.

Размер пыльцевых зерен у групп сортов пшеницы с различной морозостойкостью в среднем изменялся от 64,3мкм, у высоко морозостойкой группы до 71,5 мкм, у группы с морозостойкостью выше средней (таблица 4).

Таблица 4 - Размер пыльцевых зерен у сортов пшеницы мягкой озимой селекции «НЦЗ им. П.П.Лукияненко» в зависимости от группы морозостойкости, Краснодар

Группа морозостойкости, уровень	Размер пыльцевых зерен, мкм				Среднее за 2 года
	2008г.		2009г.		
	Среднее	Пределы варьирования	Среднее	Пределы варьирования	
Средний	75,0	72,2-85,0	60,2	53,8-64,1	67,6
Выше среднего	74,2	66,4-78,1	68,9	64,2-75,8	71,5
Повышенный	74,0	69,5-83,9	60,7	51,2-65,3	67,3
Высокий	73,0	67,8-76,0	55,6	52,6-58,3	64,3
Нср <sub>05</sub>	0,98		1,82		

В 2008 году размер пыльцы уменьшается от группы со средней морозостойкостью к группе высоко морозостойких сортов - от 75,0 мкм, до 73,0 мкм. Эта закономерность несколько нарушается в 2009 году, но достоверные различия сохраняются между сортами с высоким уровнем морозостойкости и всеми другими.

Физиологической особенностью сортов с высокой морозостойкостью является так называемая мелкоклеточность, которая, в некоторой степени и обуславливает их высокую морозостойкость. Можно предположить, что эта особенность распространяется и на размер пыльцы. Следовательно, чем более морозостойкий сорт, тем мельче пыльцевые зерна он продуцирует.

Количество пыльцевых зерен в пыльнике – не постоянный показатель. Он зависит от генотипа сорта и погодных условий прохождения органогенеза. Пыльцевые зерна пшеницы и тритикале селекции НЦЗ им. П.П. Лукияненко имеют округлую форму, если не окрашены кармином, то не имеют цвета и различаются лишь по размерам. Несмотря на то, что размер пыльцевых зерен, прежде всего, определяется



генотипом культуры и сорта, но неблагоприятные погодные условия оказывают также значительное влияние. У всех изучаемых культур пыльца в 2008 году была крупнее, чем в 2009.

Размер пыльцевых зерен не зависит от длины вегетационного периода. Можно лишь говорить о тенденции к укрупнению пыльцы у групп скороспелых и среднеранних сортов.

Высота растений оказывает значительное влияние на размер пыльцы: чем выше растение, тем мельче пыльцевые зерна, которые оно формирует. Низкорослым сортам требуется меньше пластических веществ на формирование вегетативной массы, а значит, их остается больше на продуцирование гаметофита. Поэтому, полукарликовые сорта имеют самые крупные пыльцевые зерна.

Высоко морозостойкие сорта пшеницы мягкой озимой отличаются мелкими пыльцевыми зернами так, как физиологической особенностью их является мелкоклеточность, которая распространяется и на размер пыльцы.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Бажина, Е.В. Мейоз при микроспорогенезе у пихты сибирской в условиях дендрария / Е.В.Бажина// Онтогенез - 2007. - т.38 № 4. С. – 299-306.
2. Голубинский, Н.Н. Биология проращивания пыльцы / Н.Н. Голубинский. – Киев, 1974. – 365 с.
3. Гудкова, Т.И. Влияние температурных условия на скорость развития и продуктивность яровых злаков: автореф. дис. ... канд. биолог. наук / Т.И. Гудкова. - М.: Московская ордена Ленина и ордена трудового красного знамени сельскохозяйственная К.А.Тимирязева, 1982. - 1 с.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов – М.: «Колос», 1985. – 416 с.
5. Дубровский, М. Л. Цитологические особенности формирования мужского гаметофита у отдаленных гибридов *Pyrus Malusi Ribes Crossularia*/ М. Л. Дубровский, Р. В. Папихин, С. А. Брюхина // Вестник Тамбовского ун-та.–2011. –Т. 16. No2. – С. 633–637.
6. Егамбердиев, А. Генетическое и цитологическое изучение гибридов пшениц и ржи с пшенично-ржаными амфидиплоидами: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А. Егамбердиев; Украинский ордена Ленина научно-исследовательский институт растениеводства, селекции и генетики имени В.Я. Юрьева. - Харьков, 1965. – 28 с.
7. Звягина, А.С. Особенности функционирования репродуктивной системы с/х растений при воздействии гибридов: дис.... канд. с.-х. наук / А.С. Звягина; КубГАУ. – Краснодар, 2015.

8. Ибрагимова, Э. Э. Индикация загрязнения окружающей среды в урбанизированных экосистемах с использованием пыльцы *Pinussylvestris* L./ Э. Э. Ибрагимова // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». –2009.–Т. 22 (61). No 4. –С.54–65.

9. Кейта, С.У. Влияние повышенной температуры на развитие и продуктивность яровой пшеницы: автореф. дис. ... канд. биол. наук / С.У. Кейта; МСХА им. К.А.Тимирязева. - М., 1983. – 18 с.

10. Рубец, В.С. Особенности цветения у линий яровой мягкой пшеницы, полученных методом отдаленной гибридизации / В.С. Рубец, М.В. Ялтонская, В.В. Пыльнев // Сельскохозяйственная биология. – 2013. - № 1. – С.102-106.

11.Matus-Cadiz, M.A. Pollen-mediated gene flow in wheat at commercial scale./ M.A. Matus-Cadiz, P. Hucl and B. Dupuis // Crop Scitnce, 2007 – Vol. 47, - P.573 – 581.

## References

1. Bazhina, E.V. Mejoz pri mikrosporogeneze u pixty` sibirskoj v usloviyah dendrariya / E.V.Bazhina// Ontogenez - 2007. - t.38 № 4. S. – 299-306.

2. Golubinskij, N.N. Biologiya prorashhivaniya py`l`cy / N.N. Golubinskij. – Kiev, 1974. – 365 s.

3. Gudkova, T.I. Vliyanie temperaturny`x uslovii na skorost` razvitiya i produktivnost` yarovy`x zlakov: avtoref. dis. ... kand. biolog. nauk / T.I. Gudkova. - M.: Moskovskaya ordena Lenina i ordena trudovogo krasnogo znameni sel`skoxozyajstvennaya K.A.Timiryazeva, 1982. - 1 s.

4. Dospexov, B.A. Metodika polevogo opy`ta / B.A. Dospexov – M.: «Kolos», 1985. – 416 s.

5. Dubrovskij, M. L. Citologicheskie osobennosti formirovaniya muzhskogo gametofita u otdalenny`x gibridov Pyrus Malusi Ribes Crossularia/ M. L. Dubrovskij, R. V. Papixin, S. A. Bryuxina // Vestnik Tambovskogo un-ta.–2011. –Т. 16. No2. – S. 633–637.

6. Egamberdiev, A. Geneticheskoe i citologicheskoe izuchenie gibridov pshenicz i rzhi s pshenichno-rzhany`mi amfidiploidami: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk / A. Egamberdiev; Ukrainskij ordena Lenina nauchno-issledovatel`skij insitut rastenivodstva, selekcii i genetiki imeni V.Ya. Yur`eva. - Xarkov, 1965. – 28 s.

7. Zvyagina, A.S. Osobennosti funkcionirovaniya reproduktivnoj sistemy` s/x rastenij pri vozdejstvii gibridov: dis.... kand. s.-x. nauk / A.S. Zvyagina; KubGAU. – Krasnodar, 2015.

8. Ibragimova, E`. E`. Indikaciya zagryazneniya okruzhayushhej sredy` v urbanizirovanny`x e`kosistemax s ispol`zovaniem py`l`cy *Pinussylvestris* L./ E`. E`. Ibragimova // Ucheny`e zapisi Tavricheskogo nacional`nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo. Seriya «Biologiya, ximiya». –2009.–Т. 22 (61). No 4. –S.54–65.

9. Kejta, S.U. Vliyanie povu`shennoj temperatury` na razvitie i produktivnost` yarovoj pshenicy: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk / S.U. Kejta; MSXA im. K.A.Timiryazeva. - M., 1983. – 18 s.

10. Rubecz, V.S. Osobennosti czveteniya u linij yarovoj myagkoj pshenicy, poluchenny`x metodom otdalenoj gibridizacii / V.S. Rubecz, M.V. Yaltonskaya, V.V. Py`l`nev // Sel`skoxozyajstvennaya biologiya. – 2013. - № 1. – S.102-106.

11.Matus-Cadiz, M.A. Pollen-mediated gene flow in wheat at commercial scale./ M.A. Matus-Cadiz, P. Hucl and B. Dupuis // Crop Scitnce, 2007 – Vol. 47, - P.573 – 581.