

УДК 633.11:632.938

UDC 633.11:632.938

06.00.00 Сельскохозяйственные науки

Agricultural Sciences

СОЗДАНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ УСТОЙЧИВЫХ К ТВЁРДОЙ ГОЛОВНЕ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ**CREATION OF INITIAL MATERIAL FOR BREEDING OF WINTER WHEAT VARIETIES TOLERANT TO SMUT**

Шишкин Николай Васильевич
канд. с.-х. наук, зав. лабораторией иммунитета и защиты растений
nik.shishkin1961@mail

Shishkin Nikolay Vasilievich
Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory of plant immunity and protection
nik.shishkin1961@mail

Дерова Татьяна Григорьевна
ведущий научный сотрудник

Derova Tatyana Grigorievna
leading researcher

Марченко Дмитрий Михайлович
канд. с.-х. наук, зав. отделом селекции озимой пшеницы
wiza101@mail.ru
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур имени И.Г. Калиненко Россия, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Научный городок, д. 3

Marchenko Dmitry Mikhaylovich
Candidate of Agricultural Sciences, head of the department of winter wheat breeding
wiza101@mail.ru
FSBSI All-Russian Research Institute of Grain Crops named after I.G. Kalinenko Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok Str., 3

Дальнейший рост производства зерна – ключевая проблема развития сельского хозяйства в РФ и предотвращение потерь урожая озимой пшеницы от болезней продолжает оставаться актуальным. Значение устойчивых к болезням сортов, особенно к твердой головне в повышении урожая, безусловно, велико. Поэтому создание исходного материала для селекции устойчивых сортов озимой пшеницы к твердой головне остается актуальной. По результатам испытаний на фоне искусственного заражения патогеном, среди образцов озимой пшеницы выявлены сорта, относящиеся к различным классам устойчивости. Это сильно восприимчивый сорт – к-69361 (Корея), восприимчивый сорт Изюминка (Россия), средневосприимчивый – Аскет (Россия) и практически устойчивый – 1621/03 (Россия). Для получения устойчивого потомства изучалась реакция гибридов F₂ на заражение популяций твердой головни в различных комбинациях скрещивания. Приведено соотношение количества пораженных головней растений в родительских и гибридных (F₂) популяциях. Определена продуктивная кустистость растений на всех вариантах опыта. Так, на растениях, имевших 100% больных колосьев, она была самой низкой. Распределены гибриды F₃ и F₄ по степени их устойчивости к головне. Для дальнейших работ отобраны линии с практической устойчивостью к твердой головне

The key task of the agriculture in Russia is the further improvement of grain production. Thus, prevention of losses of winter wheat yields because of the diseases remains relevant. The significance of varieties tolerant to diseases, especially to smut (fungus) is of primary importance. Therefore, it's essential to create initial material for breeding of the varieties tolerant to smut. According to the results of the trials with artificial infection with pathogens, among the samples of winter wheat there have been identified varieties belonging to different groups of tolerance to smut. They are a highly sensitive cultivar 'к-69361' (Korea), a sensitive variety 'Izyuminka' (Russia), moderately sensitive variety 'Asket' (Russia) and almost tolerant variety '1621/03' (Russia). We studied the reaction of the hybrids F₂ on infection with smut in different variants of hybridization to obtain stable progeny. The correlation between the number of infected plants in parent and hybrid (F₂) populations have been considered. The productive tillering of the plants has been determined in all variants of the trials; it was the least one on the plants with 100% of infected leaves. The hybrids F₃ and F₄ have been distributed according to the degree of their tolerance to smut. For further work we have selected the lines with practical resistance to smut (fungus)

Ключевые слова: ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА, УСТОЙЧИВОСТЬ, ВОСПРИМЧИВОСТЬ, ЗАРАЖЕНИЕ, ГИБРИДЫ, ЛИНИИ, КУЩЕНИЕ

Keywords: WINTER WHEAT, RESISTANCE (TOLERANCE), SUSCEPTIBILITY, INFECTION, HYBRIDS, LINES, TILLERING

Введение

В связи с ухудшением фитосанитарной обстановки в стране, одним из определяющих факторов её стабильности является устойчивость сортов основных культур к болезням и вредителям. Увеличение в производстве зерна доли устойчивых сортов имеет большое значение в комплексе мероприятий как профилактический метод, стабильно уменьшающий потери урожая, снижающий себестоимость зерна и обеспечивающий получение экологически чистой продукции.

Предотвращение потерь урожая озимой пшеницы от болезней продолжает оставаться актуальным, несмотря на целевое применение фунгицидов, которые временно улучшая ситуацию, не способствуют стабилизации фитосанитарной обстановки на посевах. Одним из факторов её стабильности является возделывание в производстве устойчивых и толерантных к наиболее распространенным и вредоносным болезням сортов пшеницы.

Ежегодно проводимые нами обследования посевов зерновых колосовых культур в Ростовской области выявили доминирующее значение в патогенном комплексе бурой ржавчины, мучнистой росы, септориоза, корневых гнилей, пыльной и твердой головни [1,2]. Современные коммерческие сорта озимой пшеницы в результате совместных усилий селекционеров и фитопатологов обладают высокими иммунологическими показателями к ряду листовых болезней, пыльной головне как по отдельным патогенам, так и к комплексу их. Во ВНИИЗК созданы и широко используются в производстве сорта пшеницы, устойчивые к листовым болезням и пыльной головне [3].

Но в настоящее время для производственных посевов юга России, и для Ростовской области в частности, остро встал вопрос устойчивости сортов озимой пшеницы к возбудителю твердой головни *Tilletia caries* (Dc) Tul., синоним *Tilletia tritici* (Bjerk.).

Тестирование на искусственных фонах районированных сортов озимой пшеницы показало, что подавляющее число сортов, возделываемых в регионе, восприимчивы к твердой головне. Слабо- и средневосприимчивые находятся в ограниченном количестве, а высоко устойчивые к данному патогену отсутствуют в ассортименте высеваемых сортов, т. к. приоритеты при формировании сортовой политики всё ещё принадлежат продуктивности.

К началу 2000-х годов, при широком использовании химического метода против семенной инфекции, показатель заsporения семян снизился, но вредоносность сохраняется ежегодно, т. к. гриб обладает высокой спорулирующей способностью (в одной пораженной твердой головней зерновке находится свыше 20 млн. телиоспор), что во многом зависит от уровня и качества протравливания семенного материала.

Для целенаправленной селекции на устойчивость к этому патогену необходимо располагать сведениями о болезнеустойчивости за ряд лет образцов, используемых в качестве исходного материала. Успех селекционной работы на устойчивость зависит от наличия доноров желаемого признака и эффективных методов отбора в гибридных популяциях, не только по фенотипу, но и по генотипу устойчивости. Определенные трудности селекции устойчивых сортов к твердой головне связаны с незначительным числом изученных источников и доноров устойчивости к патогену. В связи с этим целью наших исследований является поиск новых источников устойчивости к твердой головне, методов отбора устойчивых линий и создание исходного материала для селекции. Селекционный и коллекционный материал озимой пшеницы в последние годы в условиях искусственного заражения твердой головней испытывался в увеличенных объемах. Если в 90-е годы количество ежегодно заражаемых образцов составляло 250-300, то в последние годы объем питомника твердой головки увеличен до 650 – 700 образцов,

включая гибридный материал. Питомник твердой головки ежегодно высевается на изолированном инфекционном участке лаборатории иммунитета ВНИИЗК им. И.Г. Калининко.

Материал и методы. Материалом наших исследований служили сорта селекции ВНИИЗК – Изюминка, Аскет, 1621/03 и зарубежный сорт к- 63961(Корея) и гибридный материал, полученный при скрещивании этих сортов.

Искусственное заражение зерновок пшеницы твердой головней проводится методом заsporения [4]. Хламидиоспоры Ростовской популяции патогена собирались в период полной спелости растений с районированных сортов пшеницы. Посев инфицированными семенами производили позже оптимальных сроков на 3-7 дней, высевая всю схему опыта в один день. В качестве контроля, через каждые 20 испытываемых образцов, высевался восприимчивый сорт, поражение которого не должно быть ниже 60%. Гибридные комбинации и родительские популяции F_2 высевались рядами длиной 24 м с расстоянием между растениями 5 см. Гибрид F_3 и F_4 высевались 1 и 2 рядковыми делянками длиной 1 м.

При учёте поражения зерновых культур головневыми болезнями используют два способа. Для характеристики устойчивости сортов и образцов использовался метод учета по больным колосьям, для изучения устойчивости гибридов и наследования признака устойчивости у сортов проводили учеты по растениям и по количеству больных и здоровых колосьев в каждом анализируемом растении. По данным подсчетов определялось количество продуктивных стеблей или кустистость в родительских и гибридных популяциях. В опыте подсчитывалось количество больных и здоровых колосьев на всех пораженных растениях и вычислялось процентное содержание растений с различным количеством больных колосьев. Все пораженные растения распределили на 5 фракций:
1- здоровые растения – 0 %;

- 2- растения с содержанием больных колосьев от 1 до 30%;
- 3- растения с содержанием больных колосьев от 31 до 60%;
- 4- растения с содержанием больных колосьев от 61 до 100%;
- 5- растения только со 100% больными колосьями.

Результаты исследований. По результатам испытаний на фоне искусственного заражения патогеном среди селекционного и коллекционного материала озимой пшеницы выявлены сорта, поражение которых по годам варьировало от 3,4 до 11,8 %. В нашей работе для скрещивания были использованы сорта из различных классов устойчивости, для изучения возможности получения устойчивого потомства. Характеристика сортов приведена в таблице 1.

1. Реакция сортов озимой пшеницы на искусственное заражение твердой головней.

Сорта	Степень устойчивости	Поражение твердой головней, %				
		2010	2011	2012	2013	Среднее за годы
Изюминка	восприимчивый	71,8	50,0	68,5	75,8	66,5
1621/03	практически устойчивый	7,1	3,4	7,4	10,7	7,2
К 69361	сильно восприимчивый	86,2	71,5	94,2	87,8	84,9
Аскет	средневосприимчивый	49,7	24,4	32,9	48,1	38,8

Изучалась реакция гибридов F₂ на заражение популяцией твердой головни в комбинациях скрещивания восприимчивого сорта Изюминка с практически устойчивым сортом 1621/03 и сильно восприимчивого сорта к – 63961 со средневосприимчивым сортом Аскет.

Известно, что при одних и тех же методах заражения сортов данные устойчивости могут существенно различаться, если учет проводить по пораженным стеблям или по пораженным растениям. В нашем опыте эти различия по одним и тем же вариантам составляли от 0,1 до 24,5% (таблица 2).

2. Поражение твердой головней сортов и гибридных (F₂) комбинаций при различных способах учета

Сорт, комбинация	Количество растений, шт.		% поражения	Количество стеблей, шт.		% поражения	Разница в поражении, %
	Всего	Пораженных		Всего	Пораженных		
Изюминка	160	114	71,3	771	418	54,2	17,1
Изюминка х 1621/03	146	95	65,1	644	266	41,3	23,8
Изюминка х 1621/03	137	85	62,4	653	248	37,9	24,5
1621/03	154	8	5,2	694	18	2,5	2,7
К-63961	67	56	83,6	276	231	83,7	0,1
К-63961 х Аскет	157	136	86,6	888	796	89,6	1,5
Аскет	142	95	66,9	593	281	47,3	19,6

У сильно восприимчивого сорта к-69361 и гибридной популяции этого сорта со средневосприимчивым сортом Аскет различия очень незначительные: 0,1 и 1,5 % соответственно. Заметные различия в степени поражения при двух способах учета установлены в родительских популяциях восприимчивого сорта Изюминка и средневосприимчивого сорта Аскет – 17,1 и 19,6% соответственно. Максимальная разница наблюдалась в двух семьях гибридной комбинаций от скрещивания восприимчивого сорта Изюминка с практически устойчивым сортом 1621/03 и составляла 23,8 и 24,5%, что предположительно говорит о частичном поражении гибридных растений.

Соотношение процентного содержания больных колосьев по растениям у различных по восприимчивости родителей изменялось в соответствии с классом их устойчивости. Так, устойчивый сорт 1621/03 содержал 94,8% здоровых растений, а среди пораженных по 37,5% растений относились ко 2 и 3 фракциям и только 25,0% растений - к четвертой (табл.3). У средневосприимчивого сорта Аскет здоровые

растения составляли 33,1% и более 80(31,4+51,6) % пораженных растений состояли из 3 и 4 фракций.

3. Содержание больных колосьев в пораженных твердой головней растениях в родительских и гибридных (F₂) популяциях

В гибридной комбинации устойчивого сорта 1621/03 и восприимчивого Изюминка соотношение растений 1, 2, 3, 4 фракций было промежуточным, но приближалось к соотношению восприимчивого сорта (рисунок 1). Увеличилось количество растений 2 и 3 фракций и уменьшилось количество восприимчивых растений, относящихся к 4 фракции.

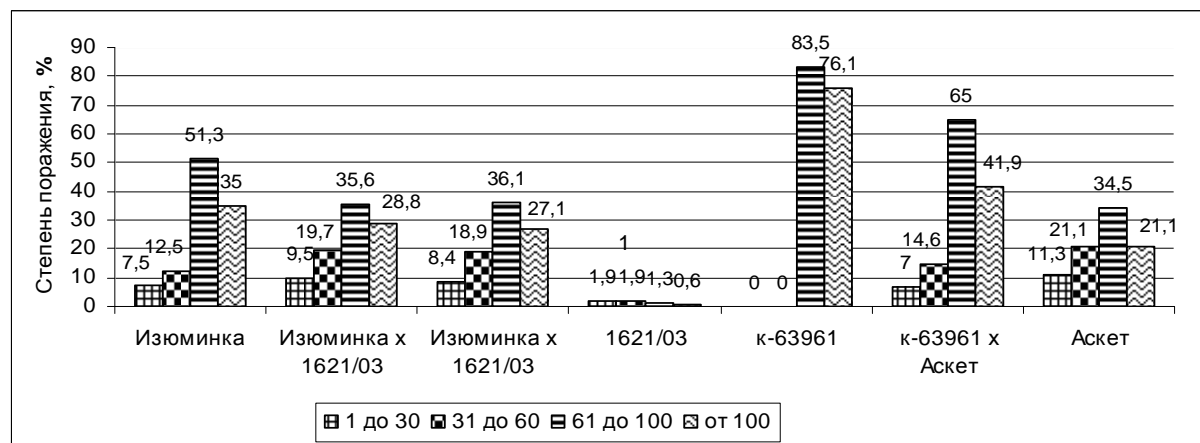


Рисунок 1. Соотношение количества пораженных твердой головней растений в родительских формах и гибридных (F₂) популяциях

При анализе растений гибридной комбинации сильно

Сорт, комбинация	Всего изучено раст, шт	Всего здор. раст, %	Пораженных растений, %				Пораженных на 100%
			всего	в том числе с содержанием больных колосьев			
				1-30	31 – 60	61-100	
Изюминка	160	28,7	71,3	10,5	17,6	71,9	49,0
Изюминка x 1621/03	146	39,4	61,5	14,7	30,5	54,8	44,2
Изюминка x 1621/03	137	37,6	62,4	11,8	29,4	58,8	41,1
1621/03	154	94,8	5,2	37,5	37,5	25,0	12,5
к-63961	67	16,4	83,6	0	0	100	91,1
к-63961 x Аскет	157	13,4	86,6	8,1	16,9	75,0	49,3
Аскет	142	33,1	66,9	16,8	31,6	51,6	31,6

восприимчивого сорта к-63961 и средневосприимчивого сорта Аскет соотношение растений четырех фракций было также промежуточным, но значительно преобладало количество восприимчивых растений 4 фракции - 75%, при невысоком количестве растений устойчивой фракции – 8,1%. В

Сорт,	Кол – во здоровых	Кол-во пораженных	Кол-во пораженных на 100%	Кол-во пораженных менее100%
-------	-------------------	-------------------	---------------------------	-----------------------------

популяции растений восприимчивого сорта и в гибридной популяции с ним выявлена общая тенденция равномерного снижения процента растений с больными колосьями.

В родительской популяции практически устойчивого сорта и гибридной популяции с ним процент восприимчивых растений был заметно ниже по всем фракциям. В комбинации к- 63961 х Аскет наблюдается аналогичная тенденция.

В таблице 4 приведены результаты подсчета продуктивной кустистости растений как по вариантам опыта, так и в зависимости от процента пораженных колосьев в каждом анализируемом растении.

4. Продуктивная кустистость у растений с различным числом больных колосьев в гибридных и родительских популяциях

Комбинация	растений, шт.	стеблей, шт	продукт.куст. стеб./раст.	растений, шт.	стеблей, шт.	продукт.куст. стеб./раст.	растений, шт.	стеблей, шт	продукт.куст. стеб./раст.	растений, шт.	стеблей, шт	продукт.куст. стеб./раст.
Изюминка	46	197	4,3	114	536	4,7	57	234	4,1	57	302	5,3
Изюминка х 1621/03	51	204	4,0	95	440	4,6	41	143	3,4	54	297	5,5
Изюминка х 1621/03	52	235	4,5	85	418	4,9	28	92	3,3	57	326	5,7
1621/03	146	658	4,5	8	36	4,5	1	4	4,0	7	28	4,0
к-63961	11	42	3,8	56	232	4,1	51	209	4,1	5	23	4,6
к-63961 х Аскет	21	92	4,4	136	796	5,8	66	361	5,5	70	432	6,1
Аскет	47	150	3,1	95	444	4,7	30	118	3,9	65	325	5,0

Так, продуктивная кустистость на здоровых растениях по всем вариантам опыта была ниже, чем на пораженных твердой головней растениях и составляла от 3,1 до 4,5 стеблей на растение. Самой низкой в опыте она была на растениях, имевших 100% больных колосьев, значительно снижая потенциальную урожайность сортов и гибридов.

Максимальная продуктивная кустистость по всем вариантам опыта наблюдалась на растениях, содержащих больные и здоровые колосья, и была заметно выше таковой у здоровых растений. Что можно объяснить повышением компенсаторных возможностей растений как реакция на внедрение патогена на ранних стадиях развития, выраженная в увеличении способности к кущению. Это обусловлено физиологической способностью растений к возобновлению поврежденных органов, а именно, к образованию новых побегов вместо пораженных твердой головней. Особенно это проявилось в гибридных комбинациях, где увеличение продуктивных стеблей в растениях с частично поврежденными колосьями по сравнению с пораженными полностью растениями увеличилось на 61-72% (комбинация Изюминка х 1621/03) и 11% (комбинация к-63961 х Аскет).

У практически устойчивого сорта 1621/03 формирование продуктивных стеблей у здоровых и пораженных растений было практически на одном уровне, возможно по причине малой выборки пораженных растений.

Устойчивые растения, полученные в F_2 из обоих гибридных комбинаций в последующие годы были заражены спорами твердой головни и высеяны для учета расщепления в гибридных популяциях F_3 , а затем после заражения высевали для учета и получения устойчивых растений в F_4 . Учет производился по количеству зараженных колосьев в семьях. Результаты проведенных оценок гибридов в соответствии с параметрами устойчивости представлены в таблице 5

5. Распределение гибридов F_3 и F_4 по степени их устойчивости к твердой головне, %.

Комбинация	Всего линий	В том числе при поражении, %									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
F_3											
Изюминка х 1621/03	40	0	15,0	12,5	27,5	5,0	12,5	10,0	5,0	10,0	2,5
к-63961 х Аскет	10	0	0	0	10,0	10,0	12,0	0	20,0	40,0	10,0
F_4											
Изюминка х 1621/03	40	0	5,0	5,0	20,0	22,5	25,0	10,0	5,0	5,0	2,5
к-63961 х Аскет	3								33,3	66,7	

Полученные результаты показали, что линии, полученные при скрещивании средневосприимчивого и сильно восприимчивого сорта, как в популяции гибридов F_3 , и особенно в популяции F_4 – оказались в большинстве неустойчивыми.

Среди линий комбинации восприимчивого и устойчивого сорта в F_3 выделено до 15% слабовосприимчивых растений, в F_4 таких растений было 5%, при увеличении количества средне и сильно восприимчивых линий. Паралельно гибридный материал F_3 и F_4 изучался на устойчивость к бурой

ржавчине и мучнистой росе, что дало возможность отбора линий озимой пшеницы с практической устойчивостью к твердой головне и устойчивостью к листовым болезням.

Выводы. При различных способах учета степени повреждения сортов и гибридного материала озимой пшеницы твердой головней (по колосьям или растениям), различия существенны и изменяются соответственно классу устойчивости сортов.

Процент содержания больных колосьев у пораженных твердой головней растений зависит от степени устойчивости сорта, как в родительских, так и в гибридных популяциях. У растений пшеницы с частично поврежденными колосьями увеличивается продуктивная кустиность от 11 до 72 %.

При подборе родительских форм для создания устойчивого к твердой головне исходного материала необходимо привлечение в качестве одного из родителей сортов с высокой и практической устойчивостью к патогену.

Для дальнейшей работы отобран ценный исходный материал для использования в селекционных иммунологических программах.

Литература

1. Дерова Т.Г. Иммунологическая оценка сортов озимой пшеницы на устойчивость к септориозу / Т.Г. Дерова, Н.В. Шишкин, В.Е. Жукова // *Зерновое хозяйство России*. – 2014. - №4 (34). – С.62-65.
2. Дерова Т.Г. Устойчивость коллекционных образцов озимой пшеницы к листовым болезням в условиях Ростовской области /Т.Г.Дерова, Н.В. Шишкин, Т.А. Гричаникова и др.// *Зерновое хозяйство России*. - 2015.№1(37). – С.62-65.
3. Дерова Т.Г. Итоги селекции на устойчивость к болезням донских пшениц. //Т.Г. Дерова, А.И., Деров, В.И. Ковтун. // В сб. мат. конф. «Актуальные проблемы иммунитета и защиты с-х культур от болезней и вредителей». Одесса, 11- 14 сентября, 2007. С. 22-23.
4. Борггард А.И. Избр. тр. по фитопатологии. – М., 1961. – С. 207-215.

Literature

1. Derova T.G. Immunologicheskaja ocenka sortov ozimoy pshenicy na ustojchivost' k septoriozu / T.G. Derova, N.V. Shishkin, V.E. Zhukova // Zernovoe hozjajstvo Rossii. – 2014. - №4 (34). – S.62-65.
2. Derova T.G. Ustojchivost' kollekcionnyh obrazcov ozimoy pshenicy k listovym boleznjam v uslovijah Rostovskoj oblasti /T.G.Derova, N.V. Shishkin, T.A. Grichanikova i dr.// Zernovoe hozjajstvo Rossii. - 2015.№1(37). – S.62-65.
3. Derova T.G. Itogi selekcii na ustojchivost' k boleznjam donskih pshenic. //T.G. Derova, A.I., Derov, V.I. Kovtun. // V sb. mat. konf. «Aktual'nye problemy immuniteta i zashhity s-h kul'tur ot boleznij i vreditel'j». Odessa, 11- 14 sentjabrja, 2007. S. 22-23.
4. Borggard A.I. Izbr. tr. po fitopatologii. – M., 1961. – S. 207-215.