В результате комплексной оценки по биохимическим параметрам образцы риса были классифицированы на 4 группы: 5 глютинозных (содержание амилозы от 0 % до 0,9 %); 2 восковидных (1,1–1,4 %); 13 низкоамилозных (10,2–19,9 %); 6 среднеамилозных (20,5–24,5 %) образцов и выделены для дальнейшего отбора.

Список литературы

1. Sano Y. Differential regulation of waxy gene expression in rice endosperm // Theor. Appl. Genet. – 1984. – V.68. – P. 467–473.
2. Гончарова, Ю.К. О взаимосвязи между эффективностью работы фотосинтетического аппарата, адаптивностью и стабильностью урожайности у различных сортов риса / Ю.К. Гончарова, А.Н. Иванов // Сельскохозяйственная биология. – № 5. – 2006. – С. 92–97.
3. Гончарова, Ю.К. Влияние стрессовых факторов на содержание амилозы в образцах риса отечественной селекции/Ю.К.Гончарова, Е.М.Харитонов, Н.Ю. Бушман, С.А.Верещагина // Вестник РАСХН. – 2013. – № 5. – С. 45–48.
4. Juliano B.O., Pascual C.G. Quality Characteristics of Milled Rice Grown in Different Countries // In IRRI Research Paper Series, 48th International Rice Research Institute. – Los Baños, Philippines, 1980. – P. 25.5
5. Сартбаева И.А., Усенбеков Б.Н., Мамонов Л.К., Зеленский Г.Л., Булатова К.М. Скрининг сортообразцов риса российской и казахстанской селекции на содержание амилозы // Зерновое хозяйство России – 2013. – № 6 (30). – С. 12–16.
6. Chun A., Lee H.J., Hamaker B.R., Janaswamy S. Effects of ripening temperature on starch structure and gelatinization, pasting, and cooking properties in rice (*Oryza sativa*) // J. Agric. Food Chem. – 2015. – Vol. 63 (12). – P. 3085–3093.

DOI 10.18699/GPB2020-13

Изучение основных параметров устойчивости яровой пшеницы к мучнистой росе

Бехтольд Н.П.^{1}, к.с.-х.н., н.с.; Орлова Е.А.¹, к.с.-х.н., в.н.с.; Пшеничникова Т.А.², к.б.н., зав. сектором генетики качества зерна; Афонников Д.А.², к.б.н., в.н.с.; Зубаирова У.С.², к.б.н., н.с.*

¹*Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия;*

²*ФГБНУ Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия.*

**e-mail: telichkinanina@mail.ru*

В 2019 году на фитопатологическом участке СибНИИРС – филиала ИЦиГ СО РАН была проведена оценка сортов яровой пшеницы с различной

степенью устойчивости к возбудителю заболевания - мучнистой росе. Изучение латентного периода позволило выявить различия между испытуемыми сортами. Первые признаки поражения листьев отмечали на сортах Скала, Сибирская 12, Саратовская 29 и ее изогенных линиях ic-29 HL2, ic-29 б/опуш., ic-29 (ЯП4В), а также на сорте Хаят. Сорта Kearney, Новосибирская 61 и Attila были иммунные к патогену, на них не отмечено признаков заболевания до конца вегетации растений.

Ключевые слова: яровая пшеница, мучнистая роса, сорт, устойчивость, искусственный фон.

Study of the basic parameters of stability of spring wheat to powdery mildew

Behtold N.P., candidate of agricultural sciences, researcher, Orlova E.A., candidate of agricultural sciences, leading researcher, Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia
Pshenichnikova T.A., Afonnikov D.A., Zubairova U.S., Institute of cytology and genetics SB RAS, Novosibirsk, Russia.
e-mail: Telichkinanina@mail.ru

In 2019, at the phytopathological site of Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding - branch of the Institute of Cytology and Genetics SB RAS, spring wheat varieties with varying degrees of resistance to the causative agent of the disease - powdery mildew were evaluated. The study of the latent period allowed us to identify differences between the tested varieties. The first signs of leaf damage were noted on Skala, Sibirskaya 12, Saratovskaya 29 varieties and its isogenic lines ic-29 HL2, ic-29 b / opus., Ic-29 (YaP4V), as well as on the Hayat variety. Varieties Kearney, Novosibirsk 61 and Attila were immune to the pathogen; they showed no signs of disease until the end of the plant growing season.

Key words: spring wheat, powdery mildew, variety, resistance, artificial background.

Пшеница – наиболее востребованная продовольственная культура на земном шаре. Однако производство ее зерна лимитировано биотическими и абиотическими стрессами [1]. В условиях Западной Сибири в посевах яровой и озимой пшеницы мучнистая роса является распространенным и вредоносным заболеванием.

Мучнистая роса (возбудитель – облигатный узкоспециализированный паразитический гриб *Blumeria graminis*) при массовом развитии вызывает недобор урожая 10–15 % и более [2]. Основой успешного проведения профилактических и защитных мероприятий от грибных инфекций пшеницы являются как правильная и своевременная их диагностика, так и скрининг

устойчивости сортового материала [3].

Цель исследований – оценить на искусственном инфекционном фоне сорта яровой пшеницы с различной степенью устойчивости, а также изогенные линии сорта Саратовская 29, отличающиеся между собой по признаку опушения, к облигатному патогену мучнистой росы (*Blumeria graminis* (DC) Spee).

Материалы и методика. Полевые опыты закладывали на фитопатологическом участке (изолированный инфекционный питомник), расположенного в пос. Мичуринский, Новосибирской области. Инокуляцию растений проводили методом опрыскивания опытных сортов суспензией изолятов местной популяцией гриба *B. graminis*. Степень поражения растений мучнистой росой оценивали согласно методическим рекомендациям ВНИИФ, учеты проводили каждые 5–7 дней [4].

Для расчета скорости нарастания болезни использовали два метода – подсчет образовавшихся пустул и подушечек на листе за промежуток времени и интенсивность поражения растений, выраженная в процентах. Во втором случае рассчитывали площадь под кривой развития болезни (ПКРБ) согласно Методическим рекомендациям «Методы оценки и отбора исходного материала при создании сортов пшеницы устойчивых к бурой ржавчине» [5, 6].

Для подсчета пустул мучнистой росы растения маркировали этикетками, а учетные листья отмечали маркером. Количество пустул подсчитывали с момента их появления, через каждые 3–4 дня, до их слияния. Для возбудителя мучнистой росы рассчитывали среднее количество пустул на лист.

Шкала для оценки интенсивности поражения листьев мучнистой росой:

0–5 % – очень высокая и высокая устойчивость; 10–15 % – устойчивость; 25 % – слабая восприимчивость; 40–65 % – восприимчивость; 90–100 % – высокая и очень высокая восприимчивость.

Расчет скорости нарастания болезни выражали площадью под кривой развития болезни (ПКРБ), которую рассчитывали по формуле:

$$S = 0,5(x_1 + x_2)(t_2 - t_1) + \dots + 0,5(x_{n-1} + x_n)(t_n - t_{n-1}), \text{ где}$$

S – площадь под кривой развития болезни;

x_1 – интенсивность развития болезни на момент первого учета, %;

x_2 – интенсивность развития болезни на момент второго учета, %;

x_n – интенсивность развития болезни на момент последнего учета, %;

$(t_2 - t_1)$ – количество дней между вторым и первым учетом;

$(t_n - t_{n-1})$ – количество дней между последним и предпоследним учетами;

n – количество учетов [5].

Результаты. Продолжительность инкубационного периода определяли по числу дней от момента инокуляции растений до появления на них первых признаков заболевания.

Искусственное заражение мучнистой росой проводили 4 июня, путем

опрыскивания сортов яровой пшеницы смесью спор патогена. Изучение латентного периода позволило выявить различия между испытуемыми сортами. Первые признаки поражения листьев (единичные подушечки гриба) отмечали 11 июня на сортах Скала, Сибирская 12, Саратовская 29 и ее изогенных линиях ic-29 HL2, ic-29 б/опуш., ic-29 (ЯП4В), а также на сорте Хаят. Для них латентный период составил 7 дней. Для сортов Kadett, Opal, Ботаническая 81, Triso, Bastion, Biggar латентный период составил 10 дней, на них появление единичных подушечек гриба отмечали 14 июня. Самый длинный латентный период был у устойчивого сорта Омега – 17 дней. Сорта Kearney, Новосибирская 61 и Attila были иммунные к патогену, на них не отмечено признаков заболевания до конца вегетации растений.

Подсчет подушечек гриба проводили с 11 по 21 июня, в дальнейшем на восприимчивых сортах отмечали слияние подушечек гриба и интенсивность поражения сортов мучнистой росой оценивали, как процент занятости мицелием гриба поверхности листьев.

Как видно из таблицы устойчивые сорта Омега, Triso, Kadett, Biggar слабо набирали инфекцию, нарастание количества спороносящих подушечек у них шло незначительно, особенно на сортах Омега и Triso. Поражение этих сортов мучнистой росой на 17 июля не превышало 10 %.

Таблица – Поражение сортов яровой пшеницы мучнистой росой, %

Наименование образца	Поражение мучнистой росой, %							ПКРБ, у.е.
	июнь					июль		
	11	17	19	21	27	09	17	
Kearney	0	0	0	0	0	0	0	0
Новосибирская 61	0	0	0	0	0	0	0	0
Attila	0	0	0	0	0	0	0	0
Омега	0	0	0	1	1	1	1	27
Triso	0	1	1	1	1	1	1	33
Kadett	0	1	1	3	5	5	5	79
Biggar	1	1	5	5–10	10	10	10	275
Ботаническая 81	0	5	5	10	10	15	25	410
Bastion	0	1	3	15	15	10-15	25	425
Хаят	1	5	10	25	25	15	25	618
ic-29 (ЯП4В) редкое, короткое опушение	1	1	3	5	10	10	15	283
i: C29 без опушения	1	1	3	5	15	15	25	418
Саратовская 29 плотное опушение	1	1	5	25	25	40	65	1002
i:C29 H12 плотное, удлиненное опушение	1	1	10	10	30	35	45	867
Opal	0	10	25	30	45	40	65	1275
Скала	3	10	25	30	45	45	65	1334
Сибирская 12	3	5	15	30	45	45	65	1294

Не отмечено поражения мучнистой росой на сортах с очень высокой устойчивостью Kearney, Новосибирская 61, Attila. Устойчивостью к патогену обладают также сорта Омега, Triso, Kadett, поражение которых составило от 5 до 10 %, расчетная ПКРБ этих сортов составила 27, 33 и 79 у.е.

Несмотря на то, что поражение сортов Ботаническая 81, Bastion и Хаят на 17 июля составило 25 %, скорость образования подушечек гриба на листе у них различалась. Так у образцов Bastion и Хаят на 14 июня отмечали в среднем по 4 подушечки на лист, а к 21 июня 25,3 и 35,2 соответственно. У сорта Ботаническая 81 нарастание шло от 3 до 18 шт./лист. Интенсивность нарастания поражения растений мучнистой росой, выраженная в процентах, была выше у сорта Хаят. Это подтверждается расчетом площади под кривой развития болезни (ПКРБ), среди слабо восприимчивых сортов ПКРБ у сорта Хаят составила 618 у.е., против 410 и 425 у сортов Ботаническая 81 и Bastion.

Анализ восприимчивости сорта Саратовская 29 и ее изогенных линий к мучнистой росе, позволил установить, что изогенные линии с редким коротким опушением и без него (ic-29 (ЯП4В), i: C29 glabrous) поражались слабее возбудителем, чем Саратовская 29 и изогенная линия i: C29 H12, имеющих плотное опушение. Несмотря на то, что первые признаки заболевания отмечали на всех образцах 11 июня, меньше всего интенсивность нарастания гриба было у изогенной линии ic-29 (ЯП4В) – 12,3 пустулы на лист к 21 июня. Поражение этого образца 17 июля не превышало 15 %.

Таким образом, среди сортов средневосприимчивой группы (с поражением 25 %) более высоким уровнем частичной устойчивости обладали образцы Ботаническая 81 и изогенные линии ic-29 (ЯП4В), i: C29 glabrous т.к. у них отмечали медленное нарастание пустул и интенсивность поражения растений (ПКРБ составила 410, 283 и 418 у.е. соответственно).

У восприимчивых сортов Орал, Сибирская 12 и Скала скорость нарастания инфекции была высокой и к 17 июля поражение этих сортов составило 65 %.

Расчет площади под кривой развития болезни и индекса устойчивости показал, что сорта Саратовская 29, Орал, Сибирская 12, Скала относятся к группам с низкой устойчивостью и восприимчивые.

Благодарности: Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-29-08028.

Список литературы

1. Лебедева Т.В., Зуев Е.В. Изучение устойчивости к мучнистой росе (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici* Golov.) сортов мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 7. С. 17–19.
2. Санин С.С., Черкашин В.И., Назарова Л.Н. Фитосанитарная экспертиза зерновых культур (болезни растений): рекомендации. М., 2002.
3. Санин С.С., Соколова Е.А., Черкашин В.И., Назарова В.И., Стрижекозин

Ю.А., Ибрагимов Т.З. Болезни зерновых колосовых культур (рекомендации по проведению фитосанитарного мониторинга). М., 2010.

4. Санин С.С., Неклеса Н.П., Санина А.А., Пахолкова Е.В. Методические рекомендации по созданию инфекционных фонов для иммуногенетических исследований пшеницы / М.: ВНИИФ, 2008. 68 с.

5. Методы оценки и отбора исходного материала при создании сортов пшеницы устойчивых к бурой ржавчине. / Методические рекомендации под редакцией академика Санина С.С. М.: 2012. 93 с.

6. Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам / Методическое пособие под редакцией Радченко Е.Е. М.: Россельхозакадемия, 2008. 418 с.

DOI 10.18699/GPB2020-14

Crop genebanks – the maintenance of natural resources for future plant breeding

*Börner A. *, Nagel M., Lohwasser U.*

Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (IPK), Gatersleben, Germany.

**e-mail: boerner@ipk-gatersleben.de*

Plant genetic resources for food and agriculture (PGRFA) play a major role for global food security. The most significant and widespread mean of conserving PGRFA is *ex situ* conservation. Most conserved accessions are kept in specialized facilities known as genebanks maintained by public or private institutions. Worldwide 7.4 million accessions are stored in about 1,750 *ex situ* genebanks.

Plant *ex situ* genebank collections comprise seed genebanks, field genebanks as well as *in vitro* and cryo collections. Species whose seed can be dried, without damage, down to low moisture contents can be conserved in specially designed cold stores. Such “orthodox” seeds can be expected to maintain a high level of vigour and viability for decades. Field genebanks, *in vitro* and cryo storage are used primarily for species which are either vegetatively propagated or which have non-orthodox seeds that cannot be dried and stored for long periods. In addition, perennial species, for example certain forage species, which produce small quantities of seed, and long-lived plants are also maintained this way. It is estimated that worldwide, less than 10 % of genebank holdings are stored *in vivo* in the field, and less than 1% are conserved *in vitro*/cryo. Clearly, seed storage is the predominant mode of plant genetic resources conservation.

With a total inventory of 150,000 accessions from 3,212 plant species and 776 genera, the ‘Federal *ex situ* Genebank of Germany’ in Gatersleben holds one of the most comprehensive collections worldwide. It comprises wild and primitive forms, landraces as well as old and more recent cultivars of mainly cereals but also