

УДК632.4

**КАРЛИКОВАЯ РЖАВЧИНА ЯЧМЕНЯ
(ВОЗБУДИТЕЛЬ *Puccinia hordei* ОТТН.)
НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ:
РАСПРОСТРАНЕНИЕ И РАСОВЫЙ СОСТАВ**

Данилова Анастасия Валерьевна
аспирант

Волкова Галина Владимировна
д.б.н.

Данилов Роман Юрьевич
к.б.н.
Государственное научное учреждение
Всероссийский НИИ биологической защиты
растений, Краснодар, Россия

Изучено распространение возбудителя карликовой ржавчины ячменя в пяти агроклиматических зонах Северного Кавказа за 2012–2013 гг. Определен расовый состав северокавказской популяции патогена

Ключевые слова: ОЗИМЫЙ ЯЧМЕНЬ,
КАРЛИКОВАЯ РЖАВЧИНА,
РАСПРОСТРАНЕНИЕ, РАСОВЫЙ СОСТАВ

УДК632.4

**BARLEY LEAF RUST (*Puccinia hordei*
OTTH. PATHOGEN) IN THE NORTH
CAUCASUS: SPREAD AND RASE
COMPOSITION**

Danilova Anastasiya Valeryevna
postgraduate student

Volkova Galina Vladimirovna
Doctor of Science (Biology)

Danilov Roman Yurievich
Cand.Biol.Sci.
State Scientific Institution
All-Russian Research Institute of Biological Plant
Protection, Krasnodar, Russia

The spread of barley dwarf rust pathogen has been studied in five agro-climatic zones of North Caucasus in 2012-2013. The race composition of the North Caucasian pathogen population was identified

Keywords: WINTER BARLEY, DWARF RUST,
SPREAD, RACE COMPOSITION

Введение

Карликовая ржавчина ячменя, вызываемая грибом *Puccinia hordei* Otth., является облигатным паразитом, характеризующимся узкой филогенетической специализацией и приуроченностью к определенной культуре. При заболевании поражаются все надземные части растений: листья, стебли, листовые влагалища, чешуйки, ости. Они покрываются ржаво-бурыми или черными урединиями или телиопустулами, представляющими собой скопление спор, прикрытых эпидермисом или выходящих через его разрывы [1].

Карликовая ржавчина является важным листовым заболеванием в большинстве регионов выращивания ячменя во всем мире, в том числе в Европе [2, 3], Северной Америке [4, 5], странах Ближнего Востока [6], Новой Зеландии [7], Австралии [8, 9] и Северной Африке [10, 11]. В Центральной Европе ржавчина занимает второе место после мучнистой

<http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/73.pdf>

росы среди наиболее распространенных болезней ячменя [12, 13, 14]. В последние годы экономическое значение ржавчины ячменя в Европе увеличивается, особенно в Центральной и Северо-Западной Европе [3, 14, 15, 16]. Потери урожая могут достигать 30 % и более на восприимчивых сортах [5, 17], в среднем, они обычно составляют 10–25 % [12, 13, 16].

В России патоген встречается во всех зонах выращивания озимого и ярового ячменя. Карликовая ржавчина наиболее вредоносна в районах Поволжья, Северного Кавказа, Центрально-Черноземном районе, Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке, где она развивается практически ежегодно. Эпифитотии возникают с частотой 1–2 раза в 10 лет в Северо-Кавказском, Центрально-Черноземном районах и Поволжье. Потери урожая в этих районах составляют 10–20 % [18].

Многочисленные исследователи пришли к выводу, что популяция карликовой ржавчины состоит из множества разнообразных рас [3, 9, 19, 20]. Она находится в постоянной изменчивости, возникают новые расы как ответ на появление новых сортов.

В Советском Союзе до 1964 г. расовый состав возбудителя карликовой ржавчины ячменя не изучался. И только в 1968 году были впервые опубликованы результаты исследований, проведенные на наборе сортов-дифференциаторов Левина и Черевика во ВНИИФе М. Рогожиной [21]. Было выявлено 18 рас, из них 16 числились в регистре, а две – X и Y – обнаружены и описаны впервые. Последующее изучение расового разнообразия различных географических популяций возбудителя проводили в ВИРе [22], что позволило идентифицировать еще две новые расы (1Л, 2Л) и две расы, числящиеся в регистре (23, 29) [23].

Целью наших исследований стал анализ распространенности возбудителя карликовой ржавчины ячменя в пяти агроклиматических зонах Северного Кавказа и изучение его расового состава.

Материал и методика исследований

Для определения распространения и интенсивности развития *P. hordei* в вегетационные сезоны 2012 и 2013 гг. были проведены маршрутные обследования производственных посевов озимого ячменя, а также участков Госсортосети в пяти агроклиматических зонах Северного Кавказа, различающихся по тепло- и влагообеспеченности (дифференциация зон по Батовой, 1956) [24]. Экспедиционному обследованию подлежали следующие районы: Краснодарский край – Белоглинский, Белореченский, Брюховецкий, Гулькевичский, Динской, Ейский, Кавказский, Каневский, Крыловской, Крымский, Курганинский, Кушевский, Лабинский, Ленинградский, Новокубанский, Новопокровский, Северский, Тбилисский, Тимашевский, Усть-Лабинский, Щербиновский; Ставропольский край – Александровский, Андроповский, Буденновский, Георгиевский, Изобильненский, Кировский, Кочубеевский, Красногвардейский, Курский, Левокумский, Минераловодский, Нефтекумский, Новоалександровский, Предгорный, Советский; Ростовская область – Белокалитвинский, Веселовский, Дубовский, Егорлыкский, Зерноградский, Кагальницкий, Каменский, Морозовский, Обливский, Орловский, Песчанокопский, Пролетарский, Сальский, Тарасовский, Тацинский, Целинский.

Учеты проводили в период колошения – молочной спелости зерна (фаза 75–80 по Zadoks). Основным показателем фитосанитарного

состояния посевов служила интенсивность развития болезни, которую определяли по шкале Майнса и Джексона [25].

Для тепличных опытов растения пшеницы выращивали на гидропонике с применением питательного раствора Кнопа. Выделение монопустульных изолятов *P. hordei*, их размножение и идентификацию вели в теплице при температуре соответственно 15–18 °С и интенсивности освещения 12–15 лк. в течение 16 ч. Для анализа структуры популяции *P. hordei* использовали образцы урединиоспор, собранные в ходе маршрутных обследований. Для определения расового состава патогена был использован международный регистр M.N. Levine и W. Cherewick, содержащий набор из 9 сортов-дифференциаторов. Он содержит шкалу, согласно которой, баллы 0, 0;, 1, 2 представляют собой группу устойчивых типов реакции всходов на патоген, баллы х, 3, 4 – группу восприимчивых типов [26, 27].

Результаты исследований

Весна 2012 года была умеренно-прохладной с неустойчивым температурным режимом, дождливой, поздней и затяжной. Первая половина марта была холодной, вторая – с резкими колебаниями температуры. Апрель характеризовался теплой погодой с осадками и сильным ветром. В ходе проведенных маршрутных обследований карликовая ржавчина была обнаружена в трех агроклиматических зонах: центральной, южной предгорной и северной (рис. 1). В районах восточной, степной и западной приазовской зон патоген не выявлен. На посевах ячменя центральной и северной зон обнаружены единичные проявления болезни (Динской, Гулькевичский, Усть-Лабинский, Зерноградский районы). Наибольшее развитие ржавчины ячменя наблюдалось на

производственных посевах южной предгорной зоны и достигало 15 % (Успенский, Советский, Лабинский районы). На селекционных участках п. Ботаника (г. Гулькевичи) и ВНИИЗК им. И. Г. Калининко (г. Зерноград) развитие болезни на отдельных сортах достигало 60 %. В среднем, развитие карликовой ржавчины в 2012 году на посевах ячменя варьировало от 0,1 % (северная и центральная зоны) до 5,1 % (южная предгорная зона).

В 2013 году погодные условия в вегетационный сезон (апрель-июнь) сложились благоприятно для развития возбудителя карликовой ржавчины. Весна была затяжной с частыми дождями, что благоприятно сказалось на развитии патогена. Карликовая ржавчина была обнаружена во всех пяти агроклиматических зонах Северного Кавказа (рис. 1). Наибольшее развитие болезни наблюдалось в районах южной предгорной зоны и составляло 12,9 %, а на отдельных посевах до 80 % (Советский район Ставропольского края). Для центральной зоны развитие болезни в среднем составило 7,3 %. На госсортоучастках развитие патогена на отдельных сортах достигало 65 % (сорт Вайзер, испытательный участок КубГАУ). На посевах озимого ячменя западной приазовской, восточной степной и северной зон развитие патогена составляло 2,6 %, 1,5 % и 1,3 % соответственно.

Таким образом, на основе проведенных маршрутных обследований можно сделать вывод о влиянии условий агроклиматической зоны на развитие возбудителя карликовой ржавчины ячменя. Наиболее благоприятной для *P. hordei* является южная предгорная зона. Она характеризуется хорошей влагообеспеченностью. Это позволяет патогену развиваться и поражать большие площади ячменя.

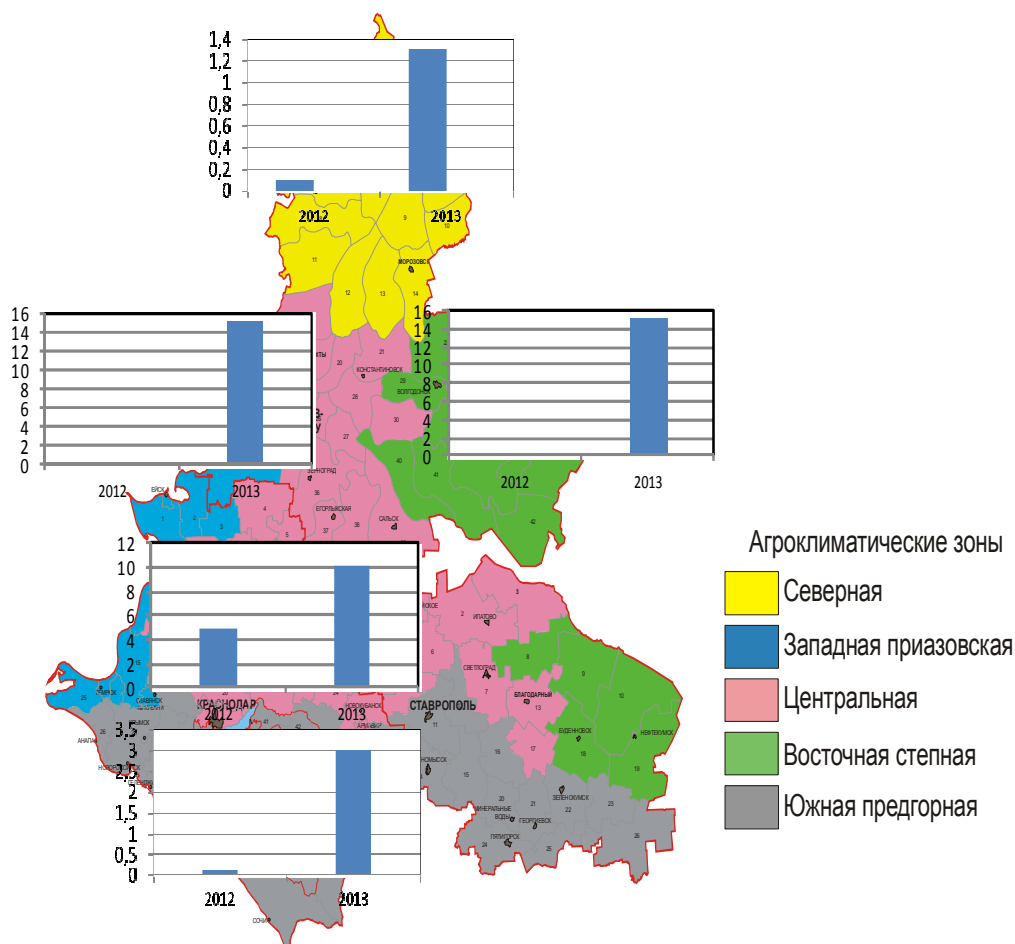


Рис. 1. Развитие *P. hordei* по агроклиматическим зонам Северо-Кавказского региона (2012–2013 г.)

Для изучения расового состава северокавказской популяции *P. hordei* были выделены и идентифицированы 102 монопустульных изолята. В популяции гриба 2012 года были выявлены 23 расы, из них 4 расы, числящиеся в международном регистре (1, 4, 37, 48); 2 расы, выявленные в 2011 году (СК-1, СК-2), 17 новых рас, не числящихся в международном регистре (СК-5, СК-6, СК-7, СК-8, СК-9, СК-10, СК-11, СК-12, СК-13, СК-14, СК-15, СК-16, СК-17, СК-18, СК-19, СК-20, СК-21) (рис. 2).

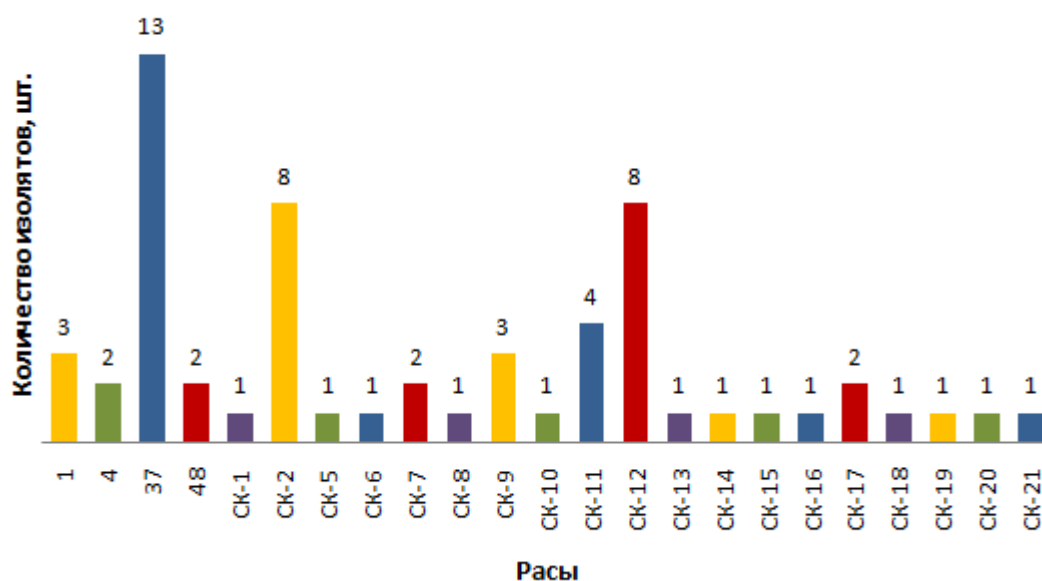


Рис. 2. Расовый состав северокавказской популяции возбудителя карликовой ржавчины ячменя в 2012 году

Из обнаруженных рас чаще всего встречались расы 37 (25 %) и СК-2 (15,4 %). Остальные расы встречались с частотой 1,9 – 7,7 %. Доля выявленных новых рас составляет 61,5 %, рас, числящихся в международном регистре, 38,4 %.

Изучение структуры популяции *P. hordei*, собранной в 2013 году из центральной зоны, выявило 12 рас, из них 5 рас *P. hordei*, числящихся в международном регистре (4, 45, 37, 38 (40), 48); 1 расу, выявленную в 2012 году (СК-7); 6 новых рас, не числящихся в международном регистре (СК-22, СК-23, СК-24, СК-25, СК-26, СК-27) (рис. 3).

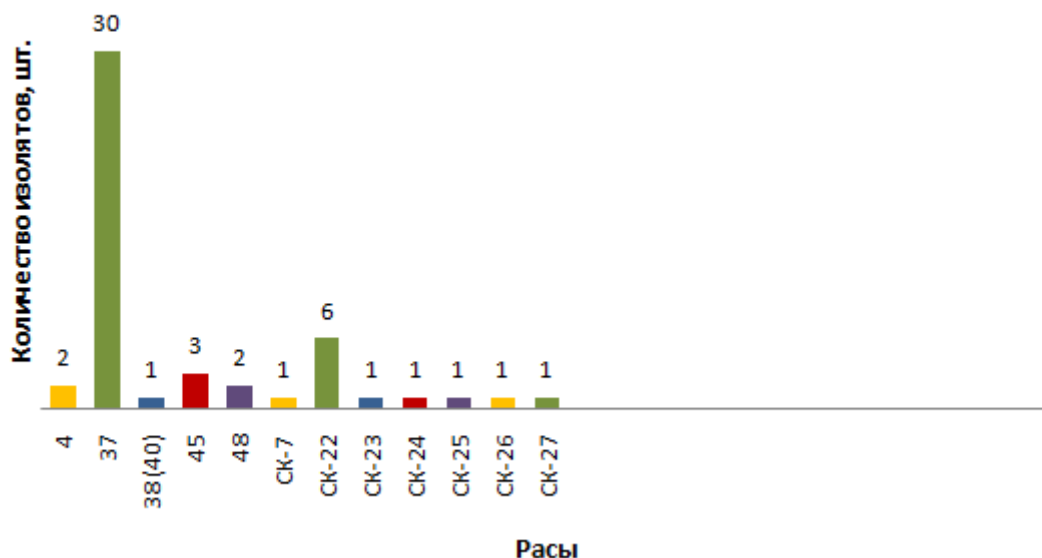


Рис. 3. Расовый состав популяции возбудителя карликовой ржавчины ячменя в 2013 году центральной агроклиматической зоны

Из обнаруженных рас чаще всего встречалась раса 37 (60 %). Остальные расы встречались с частотой 2–12 %. Доля выявленных новых рас составляет 24 %, рас, числящихся в международном регистре, 76 %.

Заключение

В результате проведенных маршрутных обследований посевов озимого ячменя в пяти агроклиматических зонах Северного Кавказа в 2012 году карликовая ржавчина обнаружена в трех агроклиматических зонах (южной предгорной, центральной, северной), в 2013 году – в пяти (южной предгорной, западной приазовской, центральной, восточной степной, северной). Максимальное развитие патогена отмечено в наиболее влагообеспеченной южной предгорной зоне и составило 5,1 и 12,9 % соответственно.

Популяция гриба в 2012 году была представлена 23 расами с превалированием рас 37 (25 % от общего числа выявленных) и СК-2 (15,4

%) ; популяция гриба центральной зоны Северного Кавказа 2013 года – 12 расами с доминированием расы 37 (60 %). Значительная гетерогенность северокавказской популяции *P. hordei* обусловлена высоким разнообразием высеваемых сортов ячменя, заносом инфекции и другими причинами.

Список литературы

1. Пересыпкин В.Ф. Сельскохозяйственная фитопатология - М.: Агропромиздат, 1989. - 480 с.
2. Clifford B.C. Barley leaf rust // In: The Cereal Rusts: Diseases, Distribution, Epidemiology, and Control 1985,-v. 2, P. 173-305.
3. Mazaraki M., Grabowska J. Population structure of barley leaf rust (*Puccinia hordei* Oth.) in Poland // Bulletin IHAR, 1998.-v. 207, P. 81-86.
4. Reinhold M., Sharp E.L. Virulence types of *Puccinia hordei* from North America, North Africa and the Middle East // Plant Disease, 1982.-v. 66, P. 1009-1011.
5. Griffey C.A., Das M.K., Baldwin R.E. et.al. Yield losses in winter barley resulting from a new race of *Puccinia hordei* in North America // Plant Disease, 1994.-v. 78, P. 256-260.
6. Anikster Y., Manisterski J., Tagansky M. Virulence analysis of two isolates of *Puccinia hordei* attacking barley cultivars carrying the Pa 7 gene // In: Proc. of the Eighth Europ. and Medite. Cereal Rusts and Mildew Conference, Freising-Weihenstephan, 1992. P. 124-126.
7. Lim L.G., Gaunt R.E. The effect of powdery mildew (*Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*) and leaf rust (*Puccinia hordei*) on spring barley in New Zealand. I. Epidemic development, green leaf area and yield // Plant Pathology, 1986.-v. 35, P. 44-53.
8. Park R.F., Cotterill F.J., Rees R.G. Pathogenic variability in *Puccinia hordei* in Australia // In: Proc. of the Eighth Europ. and Mediter. Cereal Rusts and Mildew Conference, Freising-Weihenstephan, 1992. P. 129-132.
9. Park R.F. Pathogenic specialization and phenotype distribution of *Puccinia hordei* Oth. in Australia, 1992-2001 // Plant Disease, 2003.-v. 87, P. 1311-1316.
10. Parlevliet J.E., Van der Beek J.G., Pieters R. Presence in Morocco of brown rust, *Puccinia hordei* with a wide range of virulence to barley // Cereal Rust Bulletin, 1981.-v. 9, P. 3-8.
11. Yahyaoui A.H., Sharp E.L. Virulence spectrum of *Puccinia hordei* in North Africa and the Middle East // Plant Disease, 1987.-v. 71, P. 597-598.
12. Dreiseitl A., Jurecka D. Disease occurrence on spring barley in the Czech Republic in 1989-1995, (Czech, English Abstract) // Ochrana Rostlin, 1996.-v. 32, P. 221-229.
13. Dreiseitl A., Jurecka D. Leaf rust disease occurrence on winter barley in the Czech Republic in 1989-1996 // Ochrana Rostlin, 1997.-v. 33, P. 177-186.
14. Czembor P.C., Pietrusinska A., Czembor H.J. Mapping new resistance gene to *Puccinia hordei* Oth. in barley // In: Cereal Science and Technology for Feeding Ten Billion People: Genomics Era and Beyond. Proceedings from EUCARPIA, Cereal Section Conference, Spain, Lleida, 13-17 Nov 2006. P.54.
15. Dreiseitl A., Steffenson B. J. Postulation of leaf rust-resistance genes in Czech and Slovak barley cultivars and breeding lines // Plant Breeding, 2000.-v. 119, P. 211-214.

16. Niks R.E., Walther U., Jaiser H. et.al. Resistance against barley leaf rust (*Puccinia hordei*) in West-European spring barley germplasm // *Agronomie*, 2000.-v. 20, P. 769-782.
17. Whelan H.G., Gaunt R.E., Scott W.R. The effect of leaf (*Puccinia hordei*) on yield response in barley (*Hordeum vulgare* L.) crops with different yield potentials // *Plant Pathology*, 1997.-v. 46, P. 397-406.
18. http://www.agroatlas.ru/ru/content/diseases/Hordei/Hordei_Puccinia_hordei.html.
19. Anikster Y. Parasitic specialization of *Puccinia hordei* in Israel // *Phytopathol.*, 1984.-v. 74, P. 1061-1064.
20. Mathre D.E. ed. Compendium of Barley Diseases // The American Phytopathological Society, St. Paul, MN, USA. 1982. 78 p.
21. Рогожина Э.М., Трофимовская Л.Я. Устойчивость сортов ячменя к расам карликовой ржавчины // *Бюллетень ВИР* Л. 1968-С. 58-63.
22. Щелко Л.Г. Рассовая дифференциация возбудителя и источники иммунитета к карликовой ржавчине // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции* 1974. т.53. вып.2, С. 105-112.
23. Методические рекомендации по изучению расового состава возбудителей ржавчины хлебных злаков / ВНИИФ, ВАСХНИЛ. М. 1977. 144 с.
24. Батова, В.М. Агроклиматические ресурсы Северного Кавказа [Текст] / В.М. Батова / Ленинград, 1966. - С. 132-143.
25. Mains E.V., Jackson H.S. Physiological specialization in leaf rust of wheat, *Puccinia triticina* Erikss. // *Phytopathology*, 1926.-v. 16, P. 89-120.
26. Levine, M. N., Cherewick, W. J. Studies on dwarf leaf rust of barley // *U.S., Dept. Agric., Tech. Bull.* 1952.-Vol. 1056, P. 1-17.
27. Анпилогова Л.К., Волкова Г. В. Методы создания искусственных инфекционных фонов и оценки сортообразцов пшеницы на устойчивость к вредоносным болезням (фузариозу колоса, ржавчинам, мучнистой росе) ВНИИБЗР. Краснодар. 2000. 28 с.

References

1. Peresyphkin V.F. Sel'skohozyajstvennaja fitopatologija - M.: Agropromizdat, 1989. - 480 s.
2. Clifford B.C. Barley leaf rust // In: *The Cereal Rusts: Diseases, Distribution, Epidemiology, and Control* 1985,-v. 2, P. 173-305.
3. Mazaraki M., Grabowska J. Population structure of barley leaf rust (*Puccinia hordei* Oth.) in Poland // *Bulletin IHAR*, 1998.-v. 207, P. 81-86.
4. Reinhold M., Sharp E.L. Virulence types of *Puccinia hordei* from North America, North Africa and the Middle East // *Plant Disease*, 1982.-v. 66, P. 1009-1011.
5. Griffey C.A., Das M.K., Baldwin R.E. et.al. Yield losses in winter barley resulting from a new race of *Puccinia hordei* in North America // *Plant Disease*, 1994.-v. 78, P. 256-260.
6. Anikster Y., Manisterski J., Tagansky M. Virulence analysis of two isolates of *Puccinia hordei* attacking barley cultivars carrying the Pa 7 gene // In: *Proc. of the Eighth Europ. and Medite. Cereal Rusts and Mildew Conference, Freising-Weihenstephan*, 1992. P. 124-126.
7. Lim L.G., Gaunt R.E. The effect of powdery mildew (*Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*) and leaf rust (*Puccinia hordei*) on spring barley in New Zealand. I. Epidemic development, green leaf area and yield // *Plant Pathology*, 1986.-v. 35, P. 44-53.
8. Park R.F., Cotterill F.J., Rees R.G. Pathogenic variability in *Puccinia hordei* in Australia // In: *Proc. of the Eighth Europ. and Mediter. Cereal Rusts and Mildew Conference, Freising-Weihenstephan*, 1992. P. 129-132.

9. Park R.F. Pathogenic specialization and phenotype distribution of *Puccinia hordei* Otth. in Australia, 1992-2001 // *Plant Disease*, 2003.-v. 87, P. 1311-1316.
10. Parlevliet J.E., Van der Beek J.G., Pieters R. Presence in Morocco of brown rust, *Puccinia hordei* with a wide range of virulence to barley // *Cereal Rust Bulletin*, 1981.-v. 9, P. 3-8.
11. Yahyaoui A.H., Sharp E.L. Virulence spectrum of *Puccinia hordei* in North Africa and the Middle East // *Plant Disease*, 1987.-v. 71, P. 597-598.
12. Dreiseitl A., Jurecka D. Disease occurrence on spring barley in the Czech Republic in 1989-1995, (Czech, English Abstract) // *Ochrana Rostlin*, 1996.-v. 32, P. 221-229.
13. Dreiseitl A., Jurecka D. Leaf rust disease occurrence on winter barley in the Czech Republic in 1989-1996 // *Ochrana Rostlin*, 1997.-v. 33, P. 177-186.
14. Czembor P.C., Pietrusinska A., Czembor H.J. Mapping new resistance gene to *Puccinia hordei* Otth. in barley // In: *Cereal Science and Technology for Feeding Ten Billion People: Genomics Era and Beyond. Proceedings from EUCARPIA, Cereal Section Conference, Spain, Lleida, 13-17 Nov 2006. P.54.*
15. Dreiseitl A., Steffenson B. J. Postulation of leaf rust-resistance genes in Czech and Slovak barley cultivars and breeding lines // *Plant Breeding*, 2000.-v. 119, P. 211-214.
16. Niks R.E., Walther U., Jaiser H. et.al. Resistance against barley leaf rust (*Puccinia hordei*) in West-European spring barley germplasm // *Agronomie*, 2000.-v. 20, P. 769-782.
17. Whelan H.G., Gaunt R.E., Scott W.R. The effect of leaf (*Puccinia hordei*) on yield response in barley (*Hordeum vulgare* L.) crops with different yield potentials // *Plant Pathology*, 1997.-v. 46, P. 397-406.
18. http://www.agroatlas.ru/ru/content/diseases/Hordei/Hordei_Puccinia_hordei.html.
19. Anikster Y. Parasitic specialization of *Puccinia hordei* in Israel // *Phytopathol.*, 1984.-v. 74, P. 1061-1064.
20. Mathre D.E. ed. *Compendium of Barley Diseases* // *The American Phytopathological Society, St. Paul, MN, USA. 1982. 78 p.*
21. Rogozhina Je.M., Trofimovskaja L.Ja. Ustojchivost' sortov jachmenja k rasam karlikovoj rzhavchiny // *Bjulleten' VIR L. 1968-S. 58-63.*
22. Shhelko L.G. Rassovaja differenciacija vzbuditelja i istochniki immuniteta k karlikovoj rzhavchine // *Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii 1974. t.53. vyp.2, S. 105-112.*
23. Metodicheskie rekomendacii po izucheniju rasovogo sostava vzbuditelej rzhavchiny hlebnyh zlakov / VNIIF, VASHNIL. M. 1977. 144 s.
24. Batova, V.M. Agroklimaticheskie resursy Severnogo Kavkaza [Tekst] / V.M. Batova / Leningrad, 1966. - S. 132-143.
25. Mains E.B., Jackson H.S. Physiological specialization in leaf rust of wheat, *Puccinia triticina* Erikss. // *Phytopathology*, 1926.-v. 16, P. 89-120.
26. Levine, M. N., Cherewick, W. J. Studies on dwarf leaf rust of barley // U.S., Dept. Agric., Tech. Bull. 1952.-Vol. 1056, P. 1-17.
27. Anpilogova L.K., Volkova G. V. Metody sozdanija iskusstvennyh infekcionnyh fonov i ocenki sortoobrazcov pshenicy na ustojchivost' k vredonosnym boleznjam (fuzariozu kolosa, rzhavchinam, muchnistoj rose) VNIIBZR. Krasnodar. 2000. 28 s.