

Полная иммунологическая характеристика коллекции голозерного ячменя в условиях южной зоны

Е. С. Дорошенко¹✉, Э. С. Дорошенко¹, Н. В. Шишкин¹

¹ Аграрный научный центр «Донской», Зерноград, Россия

✉ E-mail: katyalevchenko1@mail.ru

Аннотация. Производство ячменя в России в целом и в Ростовской области в частности играет важную хозяйственно-экономическую роль. Имеются положительные и отрицательные особенности возделывания данной культуры в этом регионе. Свою нишу в производстве здесь занял яровой ячмень, а в последние годы интерес селекционеров обращен к его голозерным формам. Для создания нового перспективного селекционного материала необходимо всестороннее изучение разнообразного исходного материала, в том числе по его отношению к заболеваниям. **Цель** данного исследования – иммунологическая оценка мировой коллекции голозерного ячменя, предоставленной Всероссийским институтом растениеводства им. Н. И. Вавилова (ВИР), по устойчивости к основным распространенным в условиях Ростовской области патогенам. **Методы** включают в себя наблюдения в условиях искусственного инфекционного фона, что раскрывает иммунологическую реакцию сортов к изучаемым болезням. Созданные провокационные условия сокращают время проявления восприимчивости и дают возможность отбраковать изучаемый материал на ранних стадиях селекционного процесса. Оценка проводилась на устойчивость как к листовым заболеваниям (мучнистая роса и сетчатый гельминтоспориоз), так и головным (каменная и пыльная). Исследования выполняли в период с 2016 по 2018 г., было оценено 95 образцов различного эколого-географического происхождения. **Результат** проведенных исследований: для селекции на устойчивость к мучнистой росе выделены сорта 84469/70 (Чехия), 1057-1923 (Чехия), Orgeniepetite (Франция) и Юдинский 1 (РФ). По устойчивости к гельминтоспориозным пятнистостям выделены сорта 84469/70 (Чехия), Местный (Дагестан), CDC Dawn (Канада) и NB-owa (Непал). По устойчивости к каменной головне выделились сорта CDC Dawn (Канада), CDC Buck (Канада), Н 235/66 и 84469/70 (Чехия). По устойчивости к пыльной головне рекомендованы сорта CDC Dawn (Канада), CDC Buck (Канада), Н 235/66 и 84469/70 (Чехия), Дублет (Беларусь).

Ключевые слова: голозерный ячмень, мучнистая роса, патоген, устойчивость, гельминтоспориозные пятнистости, пыльная головня, каменная головня.

Для цитирования: Дорошенко Е. С., Дорошенко Э. С., Шишкин Н. В. Полная иммунологическая характеристика коллекции голозерного ячменя в условиях южной зоны // Аграрный вестник Урала. 2022. № 08 (223). С. 15–26. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-223-08-15-26.

Дата поступления статьи: 29.03.2022, **дата рецензирования:** 11.05.2022, **дата принятия:** 06.06.2022.

Постановка проблемы (Introduction)

Южный федеральный округ (ЮФО) – один из основных зернопроизводящих регионов РФ. Под ячмень здесь отводятся наибольшие площади посева зернофуражных культур. На долю ЮФО, в котором расположена Ростовская область, приходится 12–15 % общероссийского производства ячменя [1, с. 318; 2, с. 2].

Большой интерес для селекционеров в настоящее время представляют голозерные ячмени. В первую очередь это связано с возможностью использования продукции при создании диетического

и функционального питания, сырье для которого необходимо получать в условиях нашей страны для снижения его импорта. Ценность зерна голозерного ячменя обусловлена повышенным содержанием в нем белка, крахмала, лизина, β-глюканов по сравнению с пленчатыми ячменями [3, с. 49; 4, с. 50; 5, с. 38].

В состав *H. vulgare* L. входят подвиды много-рядного голозерного *conv. coeleste* и двурядного *conv. nudum* ячменя. У этого вида, как у пшеницы и ржи, цветковые чешуи отлетают от зерновок при обмолоте, поэтому зерно этих культур всегда

чистое [6, с. 405]. Однако данная особенность создает некоторые трудности в период уборки за счет увеличения травмируемости зерновки.

В России голозерный ячмень практически не выращивается. Однако в настоящее время потребность в сортах голозерного ячменя увеличивается [7, с. 83] в связи с расширением возможности его использования, поэтому в некоторых научных учреждениях, в том числе и в АНЦ «Донской» ведется целенаправленная селекция на создание новых высокопродуктивных сортов голозерного ячменя с высокими кормовыми и пищевыми достоинствами, приспособленных к агроклиматическим особенностям нашего региона и дающих стабильно высокий качественный урожай.

Ежегодно отмечается потеря урожайности возделываемых сортов ярового ячменя от воздействия погодных условий, а также развития грибных заболеваний [8, с. 5]. Резкие колебания климатических условий, отмеченные в области в последние годы: существенные перепады температурного режима, обильные осадки, чередующиеся с засухой, пониженная атмосферная влажность воздуха – приводят к скачкам в развитии в естественных условиях наиболее распространенных и вредоносных болезней.

По многолетним наблюдениям и исследованиям отмечено преобладание в посевах листостебельных заболеваний: мучнистая роса (возбудитель – гриб *Erysiphe graminis* f. *hordei*) и гельминтоспориозные пятнистости: сетчатая (возбудитель – *Drechslera teres*) и темно-бурая (возбудитель – *Bipolaris sorokiniana*). Среди заболеваний колоса чаще встречаются пыльная головня (возбудитель – *Ustilago nuda* (Jens.) Kell. et Sw.) и каменная головня (возбудитель – гриб *Ustilago hordei* (Pers.) Lagerh) [9, с. 24].

Так как генеральная цель современной стратегии в селекции зерновых и кормовых культур – адресность, которая заключается в необходимости создания системы сортов, климатически и экологически дифференцированных, адаптированных к конкретным условиям каждого региона [10, с. 172], то анализ исходного материала для селекции этих сортов должен быть полным и разносторонним, а осуществлять его необходимо в условиях данного региона, в том числе фитосанитарных. В этом случае можно оценить взаимодействие всех факторов получения качественного и высокого урожая [11, с. 109].

Цель исследования – выявить среди коллекции голозерного ячменя стабильно устойчивые и резистентные к распространенным в Ростовской области патогенам сорта.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проведены в период 2016–2018 гг. на инфекционном стационарном участке лаборатории иммунитета и защиты растений АНЦ «Донской».

Объектом исследования послужили 95 сортов голозерного ячменя различного эколого-географического происхождения коллекции, предоставленной Всероссийским институтом растениеводства им. Н. И. Вавилова (ВИР). Заражение проводилось местными расами наиболее распространенных патогенов.

Для создания провокационного фона листостебельных заболеваний инфекционный участок, предназначенный под посев коллекции, обсеивался накопителем инфекции, а через каждые 20 делянок изучаемых сортов располагался восприимчивый тестовый сорт ярового ячменя для большей инфекционной нагрузки [12, с. 51].

После появления всходов ячменя на делянках раскладывают пораженные гельминтоспориозными пятнистостями и мучнистой росой растительные остатки, дальше ветром и каплями дождя мицелий и споры гриба переносятся на всходы растений изучаемых сортов [13, с. 67].

Распределение изучаемых сортов на группы устойчивости вели по максимальному проценту поражения за годы изучения [14, с. 45].

При оценке устойчивости к пыльной головне растения инокулировали споровой популяцией патогена вакуум-прибором по методике В. И. Кривченко.

Классификацию типа устойчивости у образцов проводили согласно методикам ВИР (2008) и ВИЗР (2010). Шкала оценок приведена в таблице 1.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный (предкавказский, карбонатный), глинистый, малогумусный. Структура почвы зернисто-комковатая.

Реакция почвенного раствора слабощелочная (рН = 7,0...7,5). Агрохимическим обследованием почв опытного участка выявлено общего азота в горизонте А – 0,23–0,26 %, легкогидролизуемого азота – 70–110 мг/кг почвы, нитрификационного азота – 30–40 мг/кг, подвижного фосфора – 15–20 мг/кг, обменного калия – 30–500 мг/кг, гумуса – 3,6 % [15, с. 18].

В весенний период 2016 г. теплая и дождливая погода в марте, а также осадки и температура выше средней многолетней в апреле благоприятно сказались на получении всходов и развитии яровых посевов. Последующие обильные и равномерные осадки в мае и июне создавали повышенную влажность воздуха и частые росы, которые при оптимальном температурном режиме способствовали усилению развития листовых болезней.

Условия в весенне-летний период 2017 г. были схожи с условиями предыдущего года. Развитие растений ярового ячменя проходило в благоприятных условиях. Количества осадков и температурный режим в мае и июне поддерживали развитие инфекции в посевах.

Таблица 1

Шкала оценки устойчивости голозерного ячменя к основным болезням

Балл	Мучнистая роса	Гельминтоспориозные пятнистости	Пыльная головня	Каменная головня
0	Высокоустойчивые образцы: без поражения	Высокоустойчивые образцы: без поражения	Высокоустойчивые образцы: без поражения	Высокоустойчивые образцы: без поражения
1	Практически устойчивые: поражено до 10 % листовой поверхности, легкий налет или единичные подушечки гриба на листьях нижнего яруса	Практически устойчивые: единичные пятна на нижних листьях	Практически устойчивые: поражение не более 5 %	Практически устойчивые: поражение не более 5 %
2	Слабовосприимчивые: поражено 11–25 % листовой поверхности. Умеренное количество подушечек на листьях нижнего яруса	Слабовосприимчивые: поражено более 50 % листовой поверхности нижних листьев и единичные пятна на листьях второго яруса	Слабовосприимчивые: поражение не превышает 25 %	Слабовосприимчивые: поражение не превышает 20 %
3	Средневосприимчивые: поражено 25–50 % листовой поверхности. Обильное развитие гриба на нижних листьях, на верхних листьях подушечки локальные, рассеянные	Средневосприимчивые: нижние листья отмирают, поражено более 50 % поверхности листьев второго яруса и единичные пятна на верхних листьях	Средневосприимчивые: поражение не превышает 50 %	Средневосприимчивые: поражение не превышает 40 %
4	Сильновосприимчивые: поражено более 50 % листовой поверхности. Сильно поражены все листья, подушечки хорошо выражены, сливаются с обильными гифами. Поражение колоса	Сильновосприимчивые: нижние листья отмирают, листовая поверхность всех ярусов поражена более чем на 50 %	Сильновосприимчивые: поражение более 50 %	Сильновосприимчивые: поражение более 40 %

Table 1

Rating scale of hulles barley resistance to major diseases

Point	Powdery mildew	Barley net blotch	Loose smut	Head smut
0	Highly resistant samples: no damage	Highly resistant samples: no damage	Highly resistant samples: no damage	Highly resistant samples: no damage
1	Practically resistant: up to 10 % of the leaf surface affection, light plaque or single fungus spots on the leaves at the base	Practically resistant: single spots on the leaves at the base	Practically resistant: not more than 5 % of damage	Practically resistant: not more than 5 % of damage
2	Weakly susceptible: 11–25 % of the leaf surface affection. Moderate number of fungus spots on the leaves at the base	Weakly susceptible: more than 50 % of the leaf surface at the base is affected and there are single spots on the leaves of the 2nd tier	Weakly susceptible: not more than 25 % of damage	Weakly susceptible: not more than 20 % of damage
3	Moderately susceptible: 25–50 % of the leaf surface affection, moderate number of fungus spots Wide spread of the fungus spots on the leaves at the base, on the upper leaves the spots are local and scattered	Moderately susceptible: the leaves at the base die off, more than 50 % of the leaves of the 2nd tier is affected and there are single spots on the upper leaves	Moderately susceptible: not more than 50 % of damage	Moderately susceptible: not more than 40 % of damage
4	Highly susceptible: more than 50 % of the leaf surface affection. All leaves are severely affected, spots are well defined, merging with abundant hyphae. Head affection	Highly susceptible: the leaves at the base die off, more than 50 % of the leaves of all tiers is affected.	Highly susceptible: more than 50 % of damage	Highly susceptible: more than 40 % of damage

Количество осадков в марте 2018 г. существенно превышало показатели предыдущего года и средне-многолетние данные. В апреле наблюдалось малое количество осадков. В мае и июне осадки отсутствовали. Данный год можно характеризовать как засушливый.

В целом погодные условия, сложившиеся в годы проведения исследования, можно охарактеризовать как благоприятные для осуществления заражения и дальнейшего развития патогенов, что позволяет провести достоверную оценку.

Результаты (Results)

В условиях 2016 г. максимальное развитие мучнистой росы наблюдалось на двух образцах: Bask CDC (Канада) и Местный (Пакистан), что соответствовало 3 баллам (поражение от 25 до 50 % листовой поверхности). По восприимчивости к гельминтоспориозным пятнистостям выделено три образца с поражением на уровне 4 балла: это Юдинский 1 (РФ), Местный (Индия) и Местный (Пакистан). Тенденция развития листовых болезней представлена на рис. 1.

Признаки поражения мучнистой росой отсутствовали у 62 сортов, среди них 1057-1923 (Чехия), 1218-524 (Чехия), Местный (Дагестан), Акка (Израиль), Зерноградский 933 (РФ), Е.Е.В.Н.46 (Боливия) и др. Выделены 7 сортов с очень слабым пораже-

ем: Местный (РФ), Голозерный (РФ), Diemerneiss (Иран), Омский голозерный (РФ), Местный (Иран), Местный (Япония) и Юдинский 1 (РФ). Слабое развитие патогена отмечено на Kitaki-hadaka (Япония).

Поражение гельминтоспориозными пятнистостями отсутствовало на 12 сортах: Местный (Таджикистан), Местный (Грузия), Местный (Дагестан), Bask CDC (Канада), 84469/70 (Чехия), Местный (Дагестан), CDC VC Ywire (Канада), Местный (Дай-Май), 84469/70 (Чехия), Местный (РФ), Голозерный (РФ) и Kitaki-hadaka (Япония). Очень слабое поражение отмечено у 28 сортов: Дуплет (Беларусь), CDC Dawn (Канада), Brunii (Эфиопия), Nigohodaca (Япония), Местный (Дагестан), Н 235/66 (Чехия), Омский голозерный 2 (РФ), NW-owa (Непал) и др. Среднее поражение имели 11 сортов: Местный (Эфиопия), Cm 67-V-Sask (Боливия), Korona Laschtqa (Польша) и др.

Сильного поражения каменной и пыльной головней изучаемые сорта в отчетном году не имели. Средневосприимчивых к пыльной головне не отмечено, к каменной головне данную степень восприимчивости имел сорт Cm 67-V-Sask (Боливия) (20,4 % пораженных колосьев). Полное распределение изучаемых сортов по устойчивости к головневым патогенам отображено на рис. 2.

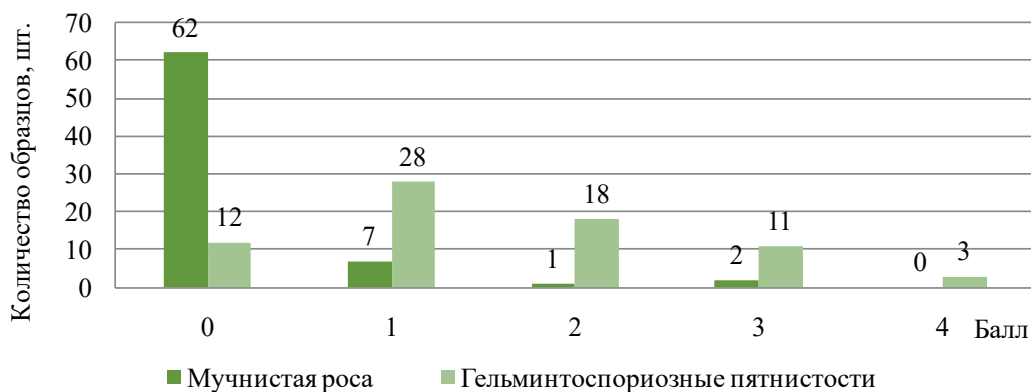


Рис. 1. Распределение сортов голозерного ячменя по устойчивости к листовым болезням в условиях 2016 г.

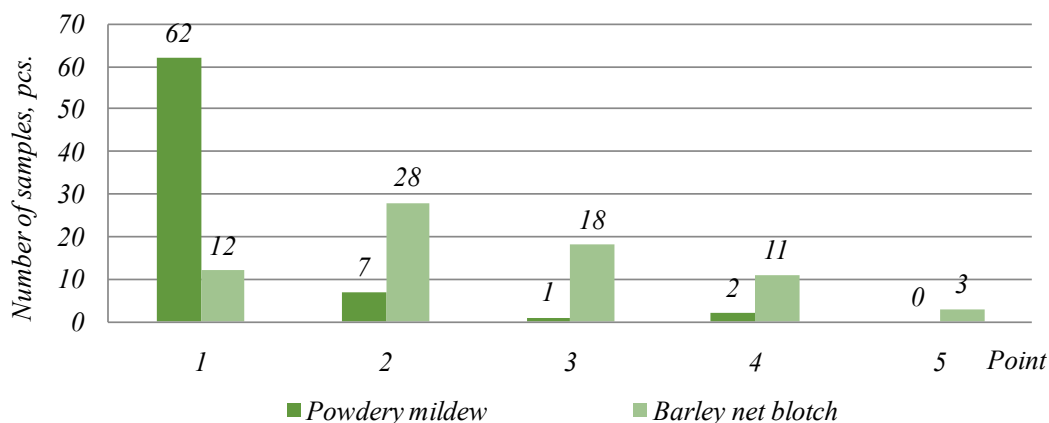


Fig. 1. Distribution of naked barley varieties by resistance to leaf diseases in 2016



Рис. 2. Распределение сортов голозерного ячменя по устойчивости к головневым заболеваниям в условиях 2016 г.

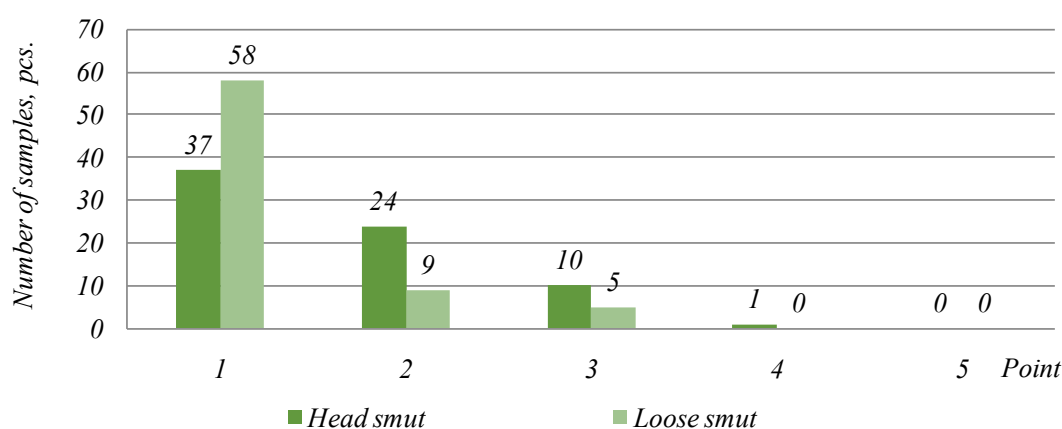


Fig. 2. Distribution of varieties of naked barley by resistance to smut diseases in the conditions of 2016

В условиях 2016 г. не имели поражения пыльной головней 58 сортов голозерного ячменя, среди них Back CDC (Канада), Местный (Пакистан), 1057-1923 (Чехия), 1218-524 (Чехия), Местный (Дагестан), Akka (Израиль), Зерноградский 933 (РФ), Orgenuerptite (Франция) и др. Отмечено 9 сортов, практически не имеющих поражения (до 5 %): Местный (Камчатка), Местный (Япония), S-264 (Мексика), Bowman (Канада), Местный (Иран), Голозерный (РФ), Омский голозерный 1 (РФ), Голозерный 1 (РФ), Местный (Дай-Май). У пяти изученных сортов поражение данным патогеном не превысило 25 %: это Korona Laschtqa (Польша), 84469/70 (Чехия), Нудум 265 (Монголия), Омский голозерный 2 (РФ), NB-owa (Непал).

Каменной головней в этом году не поразились 37 сортов: CDC Dawn (Канада), Brunii (Эфиопия), Местный (Афганистан) и др. До 5 % пораженных колосьев наблюдалось у 24 сортов голозерного ячменя, это Back CDC (Канада), 84469/70 (Чехия), Дублет (Беларусь), CDC Dawn (Канада) и др. Поражение, не превышающее 20 %, отмечено у 10 сортов: Местный (Дагестан), Местный (Дай-Май), Голозерный 1 (РФ), CDC VC Ywire (Канада), Korona Laschtqa (Польша) и др.

В условиях 2017 г. на иммунологическом изучении находилось 95 сортов голозерного ячменя. В сложившихся погодных условиях листостебельные болезни получили сильное развитие. Поражение мучнистой росой более чем на 50 % листовой поверхности отмечено у сортов См 67-V-Sask (Боливия) и Местный (Таджикистан). Выделился один сильновосприимчивый к гелиминтоспориозным пятнистостям образец – Местный (Таджикистан). Тенденция развития листовых болезней в 2017 г. представлена на рис. 3.

У 5 исследуемых образцов отсутствовало поражение мучнистой росой, это Местный (Пакистан), Diemerneiss (Иран), Местный (Эфиопия). Омский голозерный 2 (РФ) и Местный (Дай-Май). Очень слабое (до 10 % поверхности листьев) поражение изучаемым патогеном отмечено у 25 сортов: Местный (Япония), NW-owa (Непал), Дублет (Беларусь), Местный (Дагестан), 84469/70 (Чехия) и др. Слабое поражение (до 25 % поверхности листьев) отмечено у 35 сортов: Kitaki-hadaka (Япония), 84469/70 (Чехия), CDC Dawn (Канада), 1218-524 (Чехия), Сл. Гибрид (Мексика) и др. Среднюю степень поражения растений имели 28 изученных сортов: Н 235/66 (Чехия), CDC VC Ywire (Канада), Orgenuerpetite (Франция) и др.

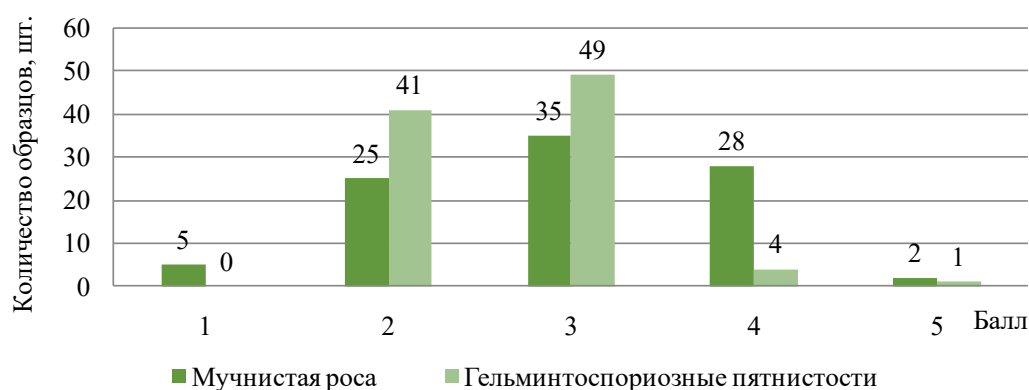


Рис. 3. Распределение сортов голозерного ячменя по устойчивости к листовым болезням в условиях 2017 г.

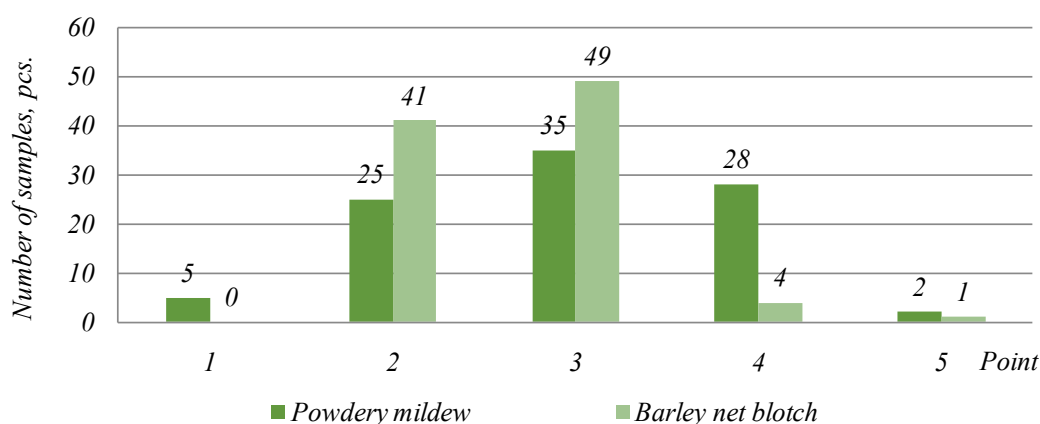


Fig. 3. Distribution of naked barley varieties by resistance to leaf diseases in 2017

Устойчивых к гельминтоспориозным пятнистостям сортов в условиях этого года выявлено не было. Очень слабое поражение патогеном отмечено у 41 сорта, это NB-owa (Непал), E.E.V.N.46 (Боливия), Юдинский 1 (РФ), CDC Dawn (Канада), Омский голозерный 2 (РФ), Местный (Пакистан), 84469/70 (Чехия) и др. Слабое поражение пятнистостями отмечено у 49 изученных сортов: Kitakihadaka (Япония), Местный (Грузия), Местный (Таджикистан), CDC Dawn (Канада), 1218-524, S-264 (Мексика), Korona Laschtqa (Польша) и др. Средняя восприимчивость наблюдалась у 4 изученных сортов, это Зерноградский 933 (РФ), Местный (Дагестан), Местный (Япония) и Местный (Афганистан).

Среди изучаемых сортов в 2017 г., как и в предыдущем, отсутствовали сильно пораженные каменной и пыльной головней. Средневосприимчивых к каменной головне в отчетном году также не выявлено. Сорт Местный (Дагестан) был поражен пыльной головней на 24,8 % и отнесен к средневосприимчивым. Распределение изучаемых сортов по устойчивости к головневым патогенам отображено на рис. 4.

Не имели поражения пыльной головней в условиях 2017 г. 16 сортов голозерного ячменя: Н 235/66, CDC VC Ywire (Канада), Orgenuetpetite (Франция), Местный (Афганистан) и др. Очень слабую вос-

приимчивость к патогену проявили 16 сортов, это Diemerneiss, Дуплет (Беларусь), Местный (Эфиопия), Cm 67-V-Sask (Боливия) и др. Слабую восприимчивость проявил 21 сорт: CDC Dawn (Канада), 84469/70 (Чехия), Местный (Камчатка), Bowman (Канада), CDC Dawn (Канада) и др.

Без признаков поражения каменной головней выявлено 44 сорта, это Местный (Япония), Н 235/66, CDC VC Ywire (Канада), Orgenuetpetite (Франция), Местный (Афганистан) и др. Очень слабую восприимчивость к патогену проявили 48 сортов голозерного ярового ячменя: Омский голозерный (РФ), Местный (Дагестан), Местный (Украина), Brunii (Эфиопия) и др. Сорта 1218-524 (Чехия), Местный (РФ) и Местный (Дагестан) проявили слабую восприимчивость к каменной головне.

В условиях 2018 г. листостебельные болезни имели сильное развитие. Среди исследуемого материала сильную восприимчивость к мучнистой росе проявили сорта Н 235/66, Местный (Украина) и Nigohadaka (Япония). В отношении гельминтоспориозных пятнистостей сильновосприимчивыми были сорта Голозерный (РФ), NB-owa (Непал) и Дублет (Беларусь). Тенденцию развития листовых болезней голозерного ячменя в 2018 г. можно увидеть на рис. 5.



Рис. 4. Распределение сортов голозерного ячменя по устойчивости к головневым заболеваниям в условиях 2017 г.

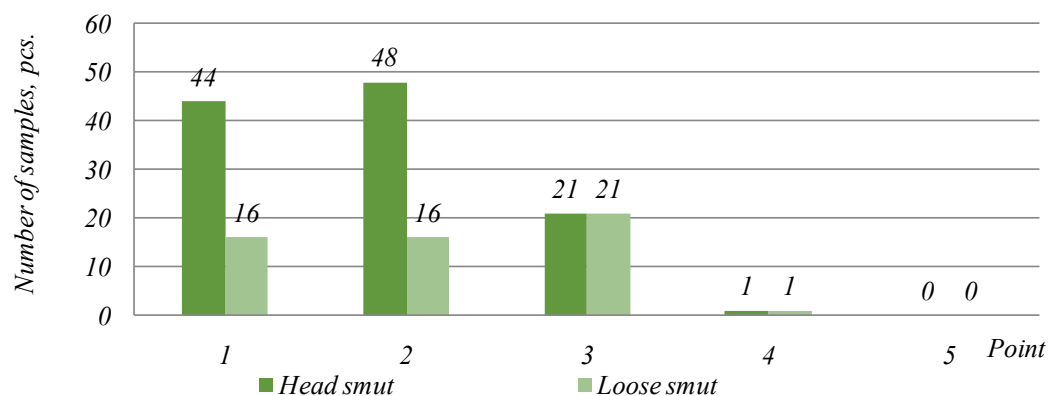


Fig. 4. Distribution of varieties of naked barley by resistance to smut diseases in the conditions of 2017

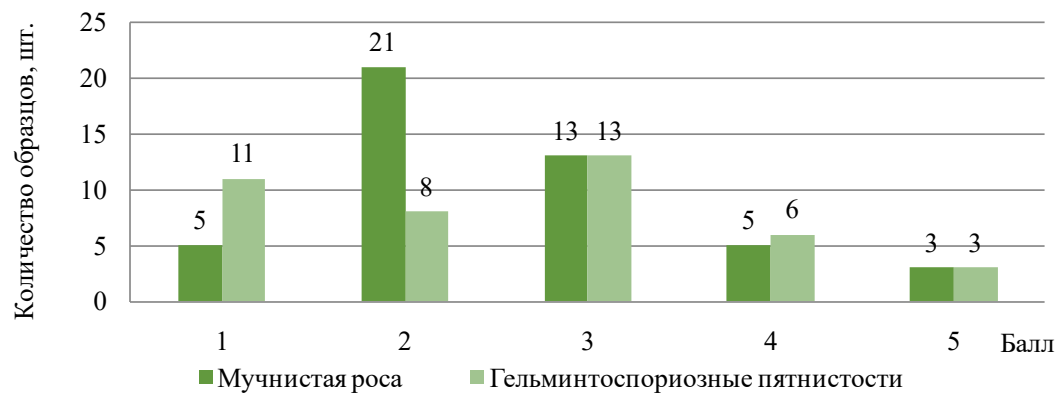


Рис. 5. Распределение сортов голозерного ячменя по устойчивости к листовым болезням в условиях 2018 г.

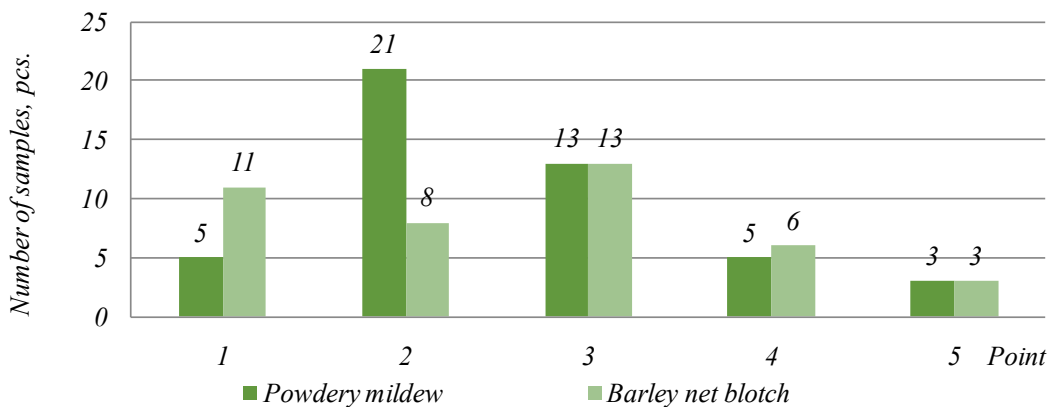


Fig. 5. Distribution of naked barley varieties by resistance to leaf diseases in 2018

В условиях 2018 г. отмечено 4 сорта голозерного ячменя, не пораженных мучнистой росой: CDC Dawn (Канада), Дублет (Беларусь), CDC MC Ywire (Канада) и Местный (Дагестан). Очень слабую восприимчивость к патогену проявил 21 изученный сорт: Bowman (Канада), Местный (Эфиопия), 1057-1923 (Чехия), Местный (Пакистан), Местный (РФ), 84469/70 (Чехия) и др. Слабую восприимчивость проявили 13 сортов: CDC Buck (Канада), Омский голозерный (РФ), Kitaki-hadaka (Япония), Сл. Гибрид (Мексика), Омский голозерный 2 (РФ) и др. Средневосприимчивых отмечено 5 сортов: Deimernpeiss (Иран), Местный (Камчатка), Местный (Таджикистан), Местный (Дагестан) и Дублет (Беларусь).

Из изученных сортов выделено 11 не пораженных гельминтоспориозными пятнистостями, это CDC Dawn (Канада), Местный (Пакистан), 84469/70 (Чехия), Местный (Дагестан), 1057-1923 (Чехия), CDC Buck (Канада), Омский голозерный (РФ), Kitaki-hadaka (Япония), Сл. Гибрид (Мексика) и Н 235/66 (Чехия). Слабую восприимчивость к патогену проявили 8 изученных сортов: Дублет (Беларусь), Местный (РФ), Bowman (Канада), Омский голозерный 2 (РФ), Местный (Иран), Deimernpeiss (Иран), Местный (Камчатка) и Местный (Украина). Среднюю восприимчивость проявили 6 сортов: Местный (Дагестан), Местный (Индия), Nigohadaka (Япония) и др.

Сильновосприимчивых к головневым заболеваниям сортов голозерного ячменя и средневосприимчивых к каменной головне не выделено. Сорта CDC MC Ywire (Канада) и Местный (Индия) проявили среднюю восприимчивость к пыльной головне. Распределение изучаемых сортов по устойчивости к головневым патогенам отображено на рис. 6.

В условиях 2018 г. выделен 21 сорт, не пораженный каменной головней, это Н 235/66 (Чехия), Orgenuetite (Франция), NB-owa (Непал), CDC Dawn (Канада), CDC Buck (Канада) и др. Очень слабую восприимчивость проявили 15 сортов: Nigohadaka (Япония), Местный (Индия), Местный (Пакистан), 84469/70 (Чехия), Местный (Эфиопия) и др. Слабовосприимчивых отмечено 11, это Kitaki-hadaka (Япония), Местный (Дагестан), Сл. Гибрид (Мексика), Голозерный 1 (РФ), Местный (Дагестан), CDC MC Ywire (Канада) и др.

По устойчивости к пыльной головне в 2018 г. выделено 19 сортов, не имевших поражения: 1057-1923 (Чехия), Местный (Япония), Местный (Камчатка), Местный (Афганистан), Nigohadaka (Япония) и др. Очень слабое поражение патогеном отмечено у 10 сортов: Омский голозерный 1 (РФ), 84469/70 (Чехия), Местный (Грузия), Местный (Эфиопия), Дублет (Беларусь), Kitaki-hadaka (Япония) и др. Слабовосприимчивых отмечено 10 сортов голозерного ячменя: Местный (Дагестан), CDC MC Ywire (Канада), Местный (Индия), Bowman (Канада) и др.

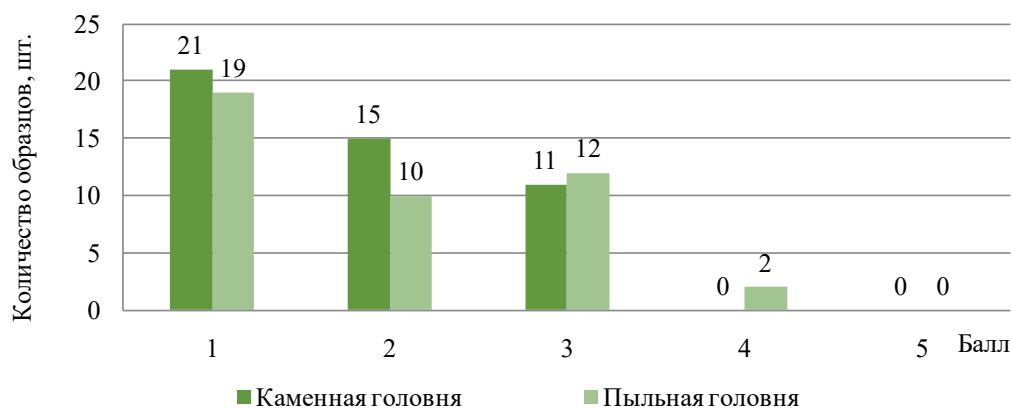


Рис. 6. Распределение сортов голозерного ячменя по устойчивости к головневым заболеваниям в условиях 2018 г.

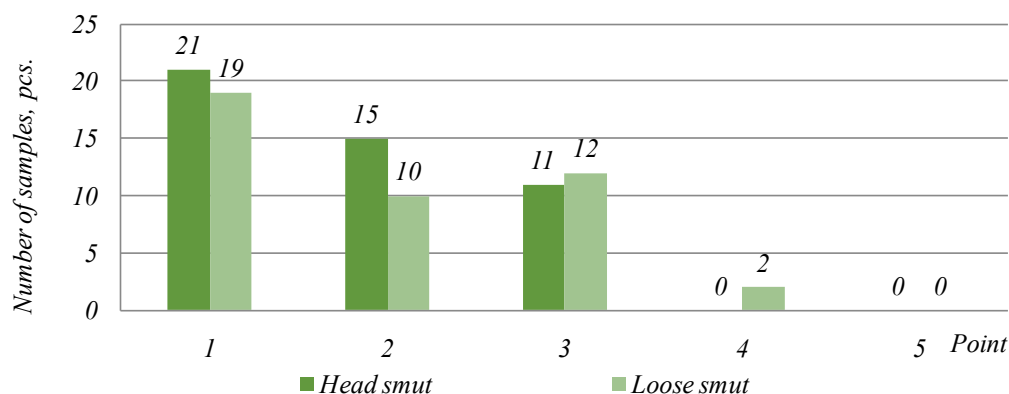


Fig. 6. Distribution of varieties of naked barley by resistance to smut diseases in the conditions of 2018

Выделившиеся в результате трех лет исследования сорта имеют устойчивость или толерантность к изучаемым патогенам. Они рекомендованы для дальнейшего использования в селекции голозерного ячменя.

Для селекции на устойчивость к мучнистой росе рекомендованы сорта: 84469/70 (Чехия), 1057-1923 (Чехия), Orgenieretite (Франция) и Юдинский 1 (РФ).

По устойчивости к гельминтоспориозным пятнистостям выделены сорта 84469/70 (Чехия), Местный (Дагестан), CDC Dawn (Канада) и NB-owa (Непал).

По устойчивости к каменной головне выделены сорта CDC Dawn (Канада), CDC Buck (Канада), Н 235/66 и 84469/70 (Чехия).

По устойчивости к пыльной головне рекомендованы сорта CDC Dawn (Канада), CDC Buck (Канада), Н 235/66 и 84469/70 (Чехия), Дублет (Беларусь).

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Таким образом, в результате полевой оценки на искусственном инфекционном фоне были выделены сорта ярового голозерного ячменя с высокой устойчивостью к мучнистой росе, гельминтоспориозным пятнистостям, пыльной и каменной головне. Они рекомендованы для использования в селекционных программах создания новых сортов ярового голозерного ячменя.

Библиографический список

1. Dontsova A. A., Alabushev A. V., Lebedeva M. V., Potokina E. K. Analysis of polymorphism of microsatellite markers linked to a long-term net form of net blotch resistance gene in winter barley varieties in the south of Russia // *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*. 2018. No. 78. Pp. 317–323. DOI: 10.31742/IJGPB.78.3.4.
2. Doroshenko E., Filippov Y., Dontsova A., Dontsov D. Screening of breeding material of naked barley for breeding-valuable traits in the conditions of the Rostov region [e-resource] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 937. Article number 022121. DOI: 10.1088/1755-1315/937/2/022121. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/937/2/022121> (date of reference: 21.01.2022).
3. Полонский В. И., Сурин Н. А., Герасимов С. А., Липшин А. Г., Сумина А. В., Зюте С. А. Оценка образцов ячменя на содержание β -глюканов в зерне и другие ценные признаки в условиях Восточной Сибири // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2021. № 182 (1). С. 48–58. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-1-48-58.
4. Тетяников Н. В., Боме Н. А. Источники ценных признаков для селекции голозерного ячменя // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2020. № 181(3). С. 49–55. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-3-49-55.
5. Николаев П. Н., Юсова О. А., Анисков Н. И. [и др.] Агробиологическая характеристика многорядных голозерных сортов ячменя селекции Омского АНЦ // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2019. № 180 (1). С. 37–43. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-1-38-43.
6. Косолапов В. М., Чернявских В. И., Костенко С. И. Развитие современной селекции и семеноводства кормовых культур в России // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. Т. 25. № 4. 2021. С. 401–407. DOI: 10.18699/VJ21.044.
7. Шуплецова О. Н., Щенникова И. Н. Генетические источники селекции ячменя (*hordeum vulgare*) в Волго-Вятском регионе // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2019. № 180 (1). С. 82–88. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-1-82-88.
8. Левитин М. М., Афанасенко О. С., Гагкаева Т. Ю., Ганнибал Ф. Б., Гульяева Е. И., МIRONENKO Н. В. Популяционные исследования грибов – возбудителей болезней зерновых культур // *Вестник защиты растений*. 2019. № 4 (102). С. 5–16. DOI: 10.31993/2308-6459-2019-4-102-5-16.
9. Лашина Н. М., Афанасенко О. С. Поражаемость пятнистостями сортов ячменя, включенных в государственный реестр селекционных достижений и находящихся на сортоиспытаниях в условиях северо-запада российской федерации // *Вестник защиты растений*. 2019. № 2 (100). С. 23–28. DOI: 10.31993/2308-6459-2019-2(100)-23-28.
10. Лашина Н. М., Зубкович А. А., Афанасенко О. С. Доноры устойчивости ячменя к возбудителям пятнистостей листьев из абиссинского и восточноазиатского генетических центров разнообразия культуры // *Вавиловские чтения – 2020: сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию открытия закона гомологических рядов и 133-летию со дня рождения академика Н. И. Вавилова*. Саратов, 2020. С. 172.
11. Семенова А. Г., Анисимова А. В., Ковалева О. Н. Устойчивость к вредным организмам современных сортов ячменя // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2021. № 182 (4). С. 108–116. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-4-108-116.
12. Плотникова Л. Я., Мешкова Л. В., Сабаева О. Б., Николаев П. Н. Резистентность к каменной головне сортов и коллекционных образцов двурядного ячменя в Западной Сибири // *Вестник Омского государственного аграрного университета*. 2020. № 1 (37). С. 50–60.

13. Дорошенко Е. С., Дорошенко Э. С. Иммунологическая оценка коллекции голозерного ячменя по устойчивости к листовым болезням в условиях южной зоны ростовской области // *Зерновое хозяйство России*. 2018. № 4 (58). С. 66–69. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-58-4-66-69.
14. Муругова Г. А., Павлова Н. А., Клыков А. Г. Устойчивость сортов ярового ячменя к грибным болезням // *Защита и карантин растений*. 2019. № 9. С. 45–47.
15. Дорошенко Э. С., Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Донцов Д. П., Петренко О. Ю. Результаты селекции голозерного ярового ячменя // *Зерновое хозяйство России*. 2021. № 5 (77). С. 17–23. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-77-5-17-23.

Об авторах:

Екатерина Сергеевна Дорошенко¹, младший научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, ORCID 0000-0002-6015-5616, AuthorID 366429; +7 951 499-52-30; katyalevchenko1@mail.ru

Эдуард Сергеевич Дорошенко¹, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела селекции и семеноводства ячменя, ORCID 0000-0002-0787-9754, AuthorID 836078; +7 928 115-91-41, doroshenko.eduard.91@mail.ru

Николай Васильевич Шишкин¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений; ORCID 0000-0003-3863-0297, AuthorID 686309; +7 928 153-88-35; nik.shishkin.1961@mail.ru

¹ Аграрный научный центр «Донской», Зерноград, Россия

Complete immunological characteristics of the collection of hull-less barley in the conditions of the southern zone

E. S. Doroshenko¹✉, E. S. Doroshenko¹, N. V. Shishkin¹

¹ Agricultural research center “Donskoy”, Zernograd, Russia

✉E-mail: katyalevchenko1@mail.ru

Abstract. Barley production in Russia and, in particular, in the Rostov region, is of great economic importance. There are positive and negative cultivation feature of the crop in this region. Spring barley has occupied its niche in production here, and in recent years the interest of breeders has been turned to its hull-less forms. In order to develop a new promising breeding material, it is necessary to study comprehensively a various source material, including its responsiveness to diseases. The **purpose** of the current study was an immunological estimation of the world collection of hull-less barley, provided by the N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), according to resistance to the main pathogens widely spread in the Rostov region. The applied **methods** have included observations under conditions of an artificial infectious background, which revealed the immunological response of the varieties to the studied diseases. The created provocative conditions reduced the time of manifestation of susceptibility, and made it possible to cull the studied material at the early stages of the breeding process. The estimation was carried out for resistance to both leaf diseases (powdery mildew and net blotch) and smuts (head and loose). The study was carried out in the period from 2016 to 2018. There were evaluated 95 samples of various ecological and geographical origin. The **result** of the conducted study was as follows: according to powdery mildew there have been recommended such varieties as 84469/70 (Czech Republic), 1057-1923 (Czech Republic), Orgeniepetite (France) and Yudinsky 1 (Russian Federation). According to barley net blotch resistance, there have been recommended such varieties as 84469/70 (Czech Republic), Mestny (Dagestan), CDC Dawn (Canada) and NB-owa (Nepal). According to head smut resistance, there have been recommended such varieties as CDC Dawn (Canada), CDC Buck (Canada), H 235/66 and 84469/70 (Czech Republic). According to loose smut resistance, there have been recommended such varieties as CDC Dawn (Canada), CDC Buck (Canada), H 235/66, 84469/70 (Czech Republic) and Dublet (Belarus).

Keywords: hull-less barley, powdery mildew, pathogen, resistance, barley net blotch, loose smut, head smut.

For citation: Doroshenko E. S., Doroshenko E. S., Shishkin N. V. Polnaya immunologicheskaya kharakteristika kolleksii golozernogo yachmenya v usloviyakh yuzhnoy zony [Complete immunological characteristics of the collection of hull-less barley in the conditions of the southern zone] // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022.

References

1. Dontsova A. A., Alabushev A. V., Lebedeva M. V., Potokina E. K. Analysis of polymorphism of microsatellite markers linked to a long-term net form of net blotch resistance gene in winter barley varieties in the south of Russia // *Indian Journal Genetics and Plant Breeding*. 2018. No. 78. Pp. 317–323. DOI: 10.31742/IJGPB.78.3.4.
2. Doroshenko E., Filippov Y., Dontsova A., Dontsov D. Screening of breeding material of naked barley for breeding-valuable traits in the conditions of the Rostov region [e-resource] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 937. Article number 022121. DOI: 10.1088/1755-1315/937/2/022121. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/937/2/022121> (date of reference: 21.01.2022).
3. Polonskiy V. I., Surin N. A., Gerasimov S. A., Lipshin A. G., Sumina A. V., Zyute S. A. Otsenka obraztsov yachmenya na sodержanie β -glyukanov v zerne i drugie tsennyye priznaki v usloviyakh Vostochnoy Sibiri [Evaluation of barley genotypes for the content of β -glucans in grain and other valuable features in Eastern Siberia] // *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2021. No. 182 (1). Pp. 48–58. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-1-48-58. (In Russian.)
4. Tetyannikov N. V., Bome N. A. Istochniki tsennykh priznakov dlya selektsii golozernogo yachmenya [Sources of characters useful for breeding in hulless barley] // *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2020. T. 181. No. 3. Pp. 49–55. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-3-49-55. (In Russian.)
5. Nikolaev P. N., Yusova O. A., Anis'kov N. I. et al. Agrobiologicheskaya kharakteristika mnogoryadnykh golozernykh sortov yachmenya selektsii Omskogo ANTs [Agrobiological characteristics of hulless barley cultivars developed at Omsk agrarian scientific center] // *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2019. No. 180 (1). Pp. 37–43. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-1-38-43. (In Russian.)
6. Kosolapov V. M., Chernyavskikh V. I., Kostenko S. I. Razvitiye sovremennoy selektsii i semenovodstva kormovykh kul'tur v Rossii [Fundamentals for forage crop breeding and seed production in Russia] // *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2021. T. 25. No. 4. Pp. 401–407. DOI: 10.18699/VJ21.044. (In Russian.)
7. Shupletsova O. N., Shchennikova I. N. Geneticheskie istochniki selektsii yachmenya (*hordeum vulgare*) v volgo-vyatskom regione [Genetic sources for barley (*Hordeum vulgare*) breeding in the Volga-Vyatka region] // *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2019. Vol. 180. No. 1. Pp. 82–88. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-1-82-88. (In Russian.)
8. Levitin M. M., Afanasenko O. S., Gagkaeva T. Yu., Gannibal F. B., Gul'tyaeva E. I., Mironenko N. V. Populyatsionnye issledovaniya gribov – vzbuditeley bolezney zernovykh kul'tur [Population studies of fungi causing the diseases of grain crops] // *Plant Protection News*. 2019. No. 4 (102). Pp. 5–16. DOI: 10.31993/2308-6459-2019-4-102-5-16. (In Russian.)
9. Lashina N. M., Afanasenko O. S. Porazhaemost' pyatnistostyami sortov yachmenya, vklyuchennykh v gosudarstvennyy reestr selektsionnykh dostizheniy i nakhodyashchikhsya na sortoispytaniyakh v usloviyakh severozapada Rossiyskoy Federatsii [Susceptibility to leaf blights of commercial barley cultivars in north-western region of Russia] // *Plant Protection News*. 2019. No. 2 (100). Pp. 23–28. DOI: 10.31993/2308-6459-2019-2(100)-23-28. (In Russian.)
10. Lashina N. M., Zubkovich A. A., Afanasenko O. S. Donory ustoychivosti yachmenya k vzbuditeleyam pyatnistostey list'ev iz abissinskogo i vostochnoaziatskogo geneticheskikh tsentrov raznoobraziya kul'tury [Donors of barley resistance to leaf spot pathogens from the Abyssinian and East Asian genetic centers of crop diversity] // *Vavilovskie chteniya – 2020: sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu otkrytiya zakona gomologicheskikh ryadov i 133-letiyu so dnya rozhdeniya akademika N. I. Vavilova*. Saratov, 2020. P. 172. (In Russian.)
11. Semenova A. G., Anisimova A. V., Kovaleva O. N. Ustoychivost' k vrednym organizmam sovremennykh sortov yachmenya [Resistance of modern spring barley cultivars to harmful organisms] // *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. T. 182. No. 4. 2021. Pp. 108–116. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-4-108-116. (In Russian.)
12. Plotnikova L. Ya., Meshkova L. V., Sabaeva O. B., Nikolaev P. N. Rezistentnost' k kamennoy golovne sortov i kolleksiionnykh obraztsov dvuryadnogo yachmenya v zapadnoy sibirii [Resistance of two-row barley varieties and collection samples to covered smut in Western Siberia] // *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2020. No. 1 (37). Pp. 50–60. (In Russian.)
13. Doroshenko E. S., Doroshenko E. S. Immunologicheskaya otsenka kolleksii golozernogo yachmenya po ustoychivosti k listovym boleznyam v usloviyakh yuzhnoy zony Rostovskoy oblasti [Immunological assessment of

the hulled barley collection According to its resistance to leaf diseases in the southern Part of the Rostov region] // Grain Economy of Russia. 2018. No. 4 (58). Pp. 66–69. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-58-4-66-69. (In Russian.)

14. Murugova G. A., Pavlova N. A., Klykov A. G. Ustoychivost' sortov yarovogo yachmenya k gribnym boleznyam [Sustainability varieties spring barley to mushroom diseases] // Zashchita i karantin rasteniy. 2019. No. 9. Pp. 45–47. (In Russian.)

15. Doroshenko E. S., Filippov E. G., Dontsova A. A., Dontsov D. P., Petrenko O. Yu. Rezul'taty selektsii golozernogo yarovogo yachmenya [The results of breeding work on naked spring barley] // Grain Economy of Russia. 2021. No. 5 (77). Pp. 17–23. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-77-5-17-23. (In Russian.)

Authors' information:

Ekaterina S. Doroshenko¹, junior researcher of the laboratory of immunity and plant protection, ORCID 0000-0002-6015-5616, AuthorID 366429; +7 951 499-52-30; katyalevchenko1@mail.ru

Eduard S. Doroshenko¹, candidate of agricultural sciences, researcher of the department of breeding and seed production of barley, ORCID 0000-0002-0787-9754, AuthorID 836078; +7 928 115-91-41, doroshenko.eduard.91@mail.ru

Nikolay V. Shishkin¹, Cand. Sc. (Agr.), Leading Researcher at the Laboratory of Immunity and Plant Protection, SSE "Agricultural research center «Donskoy»"; ORCID 0000-0003-3863-0297, AuthorID 686309; +7 928 153-88-35; nik.shishkin.1961@mail.ru

¹ Agricultural research center "Donskoy", Zernograd, Russia