

ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ВИРУСНЫХ БОЛЕЗНЕЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ И ОЦЕНКА МИРОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ НА ТОЛЕРАНТНОСТЬ

Э. А. Конькова, Ю. В. Зеленева, В. П. Судникова

*ФГБНУ «Научно-исследовательский институт
сельского хозяйства Юго-Востока», г. Саратов, Россия;
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет
им. Г. Р. Державина», г. Тамбов, Россия;
Среднерусский филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр
им. И. В. Мичурина», п. Новая жизнь, Тамбовская обл., Россия*

Рецензент д-р биол. наук, профессор Е. В. Невзорова

Ключевые слова: вирус желтой карликовости ячменя; вирусные болезни; заражение; мировая коллекция, пшеница, насекомые-переносчики, тля.

Аннотация: Приведены сведения об особенностях проявления вирусных заболеваний на яровой пшенице. При изучении биологических особенностей вирусных заболеваний, а также насекомых-переносчиков выявлено наиболее распространенное заболевание – вирус желтой карликовости ячменя (ВЖКЯ). Проведены исследования по видовому составу и численности семейства *Aphididae* и выявлен основной переносчик ВЖКЯ – обыкновенная злаковая тля (*Schizaphis graminum* Rond.). В целях выявления доноров, пригодных для создания толерантных сортов пшеницы к ВЖКЯ на естественном инфекционном фоне, проведена оценка мировой коллекции яровой пшеницы. Выделены образцы, толерантные к данному заболеванию.

Высокая потенциальная урожайность пшеницы часто остается нереализованной вследствие развития болезней. Среди паразитирующих на пшенице патогенов большой экономический ущерб причиняют вирус-

Конькова Эльмира Александровна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, руководитель лаборатории иммунитета растений, ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока», г. Саратов, Россия; Зеленева Юлия Витальевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры медицинской биологии с курсом инфекционных болезней, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г. Р. Державина», г. Тамбов; старший научный сотрудник лаборатории иммунитета растений, Среднерусский филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр им. И. В. Мичурина», e-mail: zelenewa@mail.ru; Судникова Валентина Павловна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории иммунитета растений, Среднерусский филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр имени И. В. Мичурина», п. Новая Жизнь, Тамбовский р-н, Тамбовская обл., Россия.

ные заболевания. Большие площади возделываемой пшеницы представляют собой так называемый резервуар для накопления вирусов и их переносчиков.

Взаимоотношения между растениями, вирусами и их насекомыми-переносчиками сложны и меняются на фоне экологических и агротехнических условий.

Связь вируса с переносчиком отличается специфичностью, то есть передача инфекции осуществляется только определенным видом переносчика. В одних случаях он для вируса является хозяином, в других – служит механическим распространителем вируса [1].

Вредоносность вирусных заболеваний во многом зависит от того, в какую фазу развития пшеницы произошло заражение. Раннеосеннее заражение в фазу двух-трех листьев приводит к значительному недобору урожая, а иногда и полной гибели посевов. Заражение озимых весной, в более поздние фазы развития проявляется, как правило, в мозаичности листьев, нарушении физиологических процессов в клетках растений, что также приводит к снижению урожая и его качества. Одним из вредоносных вирусных заболеваний пшеницы является вирус желтой карликовости ячменя (**ВЖКЯ**).

Желтая карликовость ячменя (Barley yellow dwarf virus) распространена в странах Европы, США, Канаде, Австралии, Новой Зеландии, Турции [2 – 6]. Исследования, представленные в работе [7], показали, что заболевание ВЖКЯ распространено на всей территории европейской части России и обнаружено в двадцати областях восьми регионов страны. Выявлены MAV, PAV, SGV, RMV штаммы ВЖКЯ и RPV – вирус желтой карликовости злаков (**ВЖКЗ**) [8, 9]. В ряде областей центрального федерального округа и на Северном Кавказе наблюдались эпифитотийные вспышки желтой карликовости; в 2006 году – значительные потери урожая озимой пшеницы, достигавшие в некоторых хозяйствах Краснодарского края и Воронежской области 50 %. Это объясняется погодными условиями вегетационного периода, благоприятными для инфицирования зерновых культур вирусами, поскольку наблюдалось массовое размножение тлей-переносчиков ВЖКЯ [7].

Желтая карликовость ячменя поражает пшеницу, ячмень, овес, рожь, тритикале, кукурузу, всего около 10 видов диких злаков, часть которых является бессимптомными носителями вируса [10].

Установлено, что желтая карликовость может вызываться двумя вирусами – ВЖКЯ и ВЖКЗ. Первый относится к семейству *Luteoviridae*, роду *Luteovirus*, и представлен штаммами PAV, MAV, SGV и RMV, второй – из семейства *Poleroviridae*, рода *Polerovirus*, представлен штаммом RPV [11].

Проявление симптомов наиболее четко выражено в фазу выхода в трубку и формирования колоса ячменя. Внешние симптомы заражения у ячменя проявляются в виде неравномерного пожелтения вдоль краев и кончиков листьев или в форме пятнистостей. Зоны пожелтения увеличиваются, сливаются; пораженные листья утолщенные, жесткие и прямостоячие. Для овса характерно покраснение листьев. Вирулентные штаммы могут вызвать деформацию листьев и укорочение междоузлий. Колос час-

то не образуется вовсе. У пшеницы наблюдается хлороз появляющихся листьев, отставание в росте, кущение, ткани флоэмы листьев, стебля и корней некротизированы [5, 12, 13].

Кроме того, для появления и развития симптомов требуется температура воздуха более 20 °С и высокая солнечная активность. На интенсивное проявление симптомов оказывает влияние избыточная доза азотных удобрений, а их дефицит приводит к маскировке симптомов. Однако следует иметь в виду, что часто весеннее азотное голодание не только маскирует симптомы ВЖКЯ, но и само становится причиной пожелтения зерновых, подчас создавая картину, ошибочно принимаемую за массовое развитие вируса. Одним из признаков поражения ВЖКЯ служит ослабление и дегенерирование корневой системы, уменьшение массы корней, недостаточный их рост [14].

Вирус переносится несколькими видами злаковых тлей, в том числе большой злаковой (*Sitobion avenae* F.), черемухо-злаковой (*Rhopalosiphum padi* L.) и обыкновенной злаковой (*Schizaphis graminum* Rond.) [10].

Вирус желтой карликовости ячменя относится к циркулятивным непersistентным вирусам с довольно строгой приуроченностью к виду тли; потомству не передается; с семенами, почвой и соком не распространяется; штаммы не обеспечивают перекрестной защиты [7].

В работе [15] опытным путем установлена прямая зависимость между величиной потерь урожая и числом вирофорных тлей на одном растении. При посадке 100 вирофорных тлей на 22-й день после посева потери урожая овса и пшеницы составили соответственно 66 и 28 %; 100 невирофорных тлей – 7 и 15 %; 10 вирофорных тлей – 39 и 21 %; 10 невирофорных тлей – 4 и 6 %.

Снижение продуктивности пораженных растений объясняется глубоким нарушением их физиолого-биологических функций. У пшеницы через 4-5 дней после поражения и до конца вегетации наблюдается ингибирование процессов дыхания, содержания хлорофилла, нарушается нуклеиновый, фосфорный, углеводный обмены. Образование щуплых зерен объясняется меньшим содержанием клейковины [3].

В работе [12] отмечено, что вредоносность заболевания зависит от фазы развития растений при заражении, штамма вируса, устойчивости сорта. В годы с высоким уровнем заражения (35 – 74 %) потери урожая зерна ячменя составляют 15 – 25 %, пшеницы – 50 %.

Данная работа проводилась в период с 2016 по 2018 гг. на фитосанитарном участке лаборатории иммунитета НИИСХ Юго-Востока (г. Саратов). Объектами исследований были: мировая коллекция яровой пшеницы, вирусное заболевание пшеницы – ВЖКЯ, переносчик ВЖКЯ – обыкновенная злаковая тля *Schizaphis graminum* Rond. Отметим, что ранее (с 2011 года) изучались вирусные болезни пшеницы и их насекомых-переносчиков [16, 17]. Но в прежние годы наиболее распространенным и вредоносным среди вирусных заболеваний пшеницы была мозаика озимой пшеницы (*Russian wheat mosaic*), переносчиком которого являлась цикадка полосатая (*Psammotettix striatus* L.).

В 2016 году оптимальные климатические условия послужили среднему развитию вирусных заболеваний, но среди них преобладали мозаичные

заболевания. Вирус желтой карликовости ячменя, в отличие от мозаики, относится к типу «желтизна злаков». В 2017 году отмечены единичные симптомы поражения пшеницы ВЖКЯ. Сильное поражение яровой пшеницы ВЖКЯ проявилось в 2018 г., когда наблюдалось увеличение численности *Schizaphis graminum* Rond., по сравнению с предыдущими годами, когда популяция тли находилась в депрессии. Массовое размножение переносчика стало следствием усиления развития и распространения ВЖКЯ.

Вегетационный период 2018 года можно охарактеризовать как засушливый. Известно, что высокая температура воздуха является необходимым условием для развития насекомых-переносчиков, а соответственно и самих вирусов.

Визуальное исследование по выявлению и видовому составу насекомых проводили по методике Г. Е. Осоловского [18]. Выявлено, что преобладающим видом в посевах яровой мягкой пшеницы в годы исследований была обыкновенная злаковая тля (*Schizaphis graminum* Rond.), максимальный пик размножения которой приходился на июнь-июль месяцы 2018 г. Их размножению способствовали благоприятные погодные условия. Численность взрослых особей в данный интервал времени составляла от 25 до 45 штук на один стебель при заселении 50 % стеблей. Тогда как порог вредоносности злаковой тли в фазу трубкования пшеницы составляет 10 особей на 1 стебель при заселении 50 % стеблей, а в фазу колосения 5-6 штук на колос или 500 штук на 100 взмахов сачком.

Степень поражения пшеницы вирусными заболеваниями проводили по методике Н. Н. Артемьевой [19]. Анализ образцов мировой коллекции яровой мягкой пшеницы показал, что большинство из них, поврежденных злаковой тлей, были восприимчивы к ВЖКЯ. Патологический процесс пораженной ВЖКЯ пшеницы сопровождался определенными морфологическими изменениями в растениях. Уже в фазе выхода в трубку пшеницы наблюдались пожелтение, а в некоторых случаях покраснение верхушек листьев; невыравненность растений по высоте и развитию; характерное утолщение нижних междоузлий; отставание в развитии; образование шуплых зерновок.

В целях выявления доноров, пригодных для создания толерантных сортов пшеницы к ВЖКЯ, в течение трех лет на естественном инфекционном фоне проводилась оценка мировой коллекции яровой мягкой пшеницы на толерантность. Из 670 образцов из разных стран и регионов 248 оказались толерантными к ВЖКЯ. Из них преобладающее большинство было мексиканского происхождения. Отмечено, что среди изучаемых выделены образцы, на которых не было выявлено симптомов вирусного поражения, несмотря на повреждение вирофорной тлей. Таким образом, можно предположить об их устойчивости к данному вирусу.

Изучение данного заболевания осложняется из-за сходства внешних признаков ВЖКЯ с симптомами дефицита элементов питания, экстремально-нарушенных условий температуры и влажности, естественного старения и созревания культуры. Подавленный рост пшеницы, покраснение или пожелтение листьев связывали с перечисленными факторами, не учитывая, что и ВЖКЯ, локализующийся во флоэме, способен вызывать именно дефицит питания, а отсюда и отмеченные внешне проявления.

Симптомы заболевания зерновых культур, вызываемые ВЖКЯ, значительно различаются в зависимости от культуры, сорта, возраста и физиологического состояния растений в момент заражения вирусом.

Трудность разработки эффективных мер борьбы против вирусных болезней заключается в необходимости учитывать не только биологические особенности самого вируса, но и его переносчика и растения-хозяина. Меры борьбы с вирусами должны носить скорее профилактический, предупредительный характер.

В работе [20] отмечено, что в природе постоянно сохраняется и поддерживается обычно невысокий, но стабильный уровень инфицирования ВЖКЯ зерновых культур, злаковых трав и сорняков. При создании благоприятных условий для размножения тлей, вспышка заболевания, вначале очаговая, может впоследствии в отдельных регионах страны развиться до размера эпифитотии и даже распространиться на целые страны и континенты, вызывая большие экономические потери, как это было в конце 1980-х годов. Для того чтобы иметь возможность прогнозировать появление и распространение желтой карликовости ячменя, а также приостановить возникновение эпифитотии или ограничить ее, необходимо регулярно проводить мониторинг численности и видового состава тлей и обследовать посевы зерновых культур на зараженность этими вирусами.

В исследованиях изучено развитие и распространение желтой карликовости ячменя; проведены визуальная диагностика пораженности яровой пшеницы данным заболеванием и мониторинг численности и видового состава тлей – переносчиков ВЖКЯ; выявлены причины массового возникновения желтой карликовости ячменя. Отмечено, что визуальная диагностика любого вирусного заболевания должна подтверждаться современными лабораторными методами исследований (иммуофермент-ный анализ, диагностика по методу полимеразных цепных реакций).

Таким образом, изучение вирусных заболеваний пшеницы и их переносчиков имеет большое практическое значение. Высокая численность насекомых-переносчиков, их вирофорность в сочетании с оптимальными погодными условиями служат основными причинами вирусного поражения посевов пшеницы, нередко достигающего уровня эпифитотий. Контроль нарастания численности популяции насекомых-переносчиков способствует сдерживанию распространения вирусных заболеваний.

Список литературы

1. Дубоносов, Т. С. Биологические основы профилактики вирусных болезней злаковых культур / Т. С. Дубоносов, И. В. Панарин // Защита растений. – 1974. – С. 65 – 78.
2. Рыжков, В. Л. Атлас вирусных болезней / В. Л. Рыжков, А. Е. Проценко. – М. : Наука, 1968. – 135 с.
3. Дутко, В. П. Вирус желтой карликовости ячменя на юге Украины / В. П. Дудко // Научно-технический бюллетень ВСГИ. – 1975. – №. 24. – С. 56 – 58.
4. Beek, D. Van der. Het Gerstvergelingsvirus / D. Beek // Bedrijfsont Wikkeling. – 1975. – Issue 6, No. 11. – P. 943 – 944.
5. Bremer, K. Gramineae-Kasvien Virustaudlit Suomessa ja Turkissa / K. Bremer // Ann. agr. Fenn. – 1974. – Vol. 13, No. 3. – P. 125 – 148.

6. Munro, D. The Barley Yellow Dwarf Story / D. Munro // *Tasmanian J. of Agriculture*. – 1970. – Vol. 41, No. 4. – P. 259 – 261.
7. Можаяева, К. А. Вирус желтой карликовости ячменя и другие вирусы зерновых культур на территории Российской Федерации / К. А. Можаяева, Т. Б. Кастальева, Н. В. Гирсова. – М. : Росинформагротех, 2007. – 32 с.
8. Brook, J. Barley Yellow Dwarf Virus what Sort of a Problem / J. Brook // *Ann. Appl. Biol.* – 1974. – Vol. 77, No. 1. – P. 92 – 96.
9. Кастальева, Т. Б. Изучение штаммового состава вируса желтой карликовости ячменя / Т. Б. Кастальева, К. А. Можаяева, Т. Я. Васильева // *Вестн. защиты растений*. – 2001. – № 3. – С. 63 – 65.
10. Развязкина, Г. М. Вирусные заболевания злаков / Г. М. Развязкина. – Новосибирск : Наука, 1975. – 292 с.
11. Можаяева, К. А. Желтая карликовость ячменя: распространение заболевания и оценка сортообразцов овса на толерантность / К. А. Можаяева, Т. Б. Кастальева, Н. В. Гирсова // *Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам : материалы III Всероссийской и Междунар. конф., 23 – 26 октября, 2012 г., Санкт-Петербург*. – Санкт-Петербург, 2012. – С. 32 – 34.
12. Дубоносов, Т. С. Вирусные болезни злаков / Т. С. Дубоносов, И. В. Панарин, И. С. Каневчева. – М. : Колос, 1975. – 120 с.
13. Цыпленков, А. Е. Особенности возникновения эпифитотий вируса желтой карликовости ячменя / А. Е. Цыпленков, М. Н. Берим, Е. А. Жарова // *Вестн. защиты растений*. – 2002. – № 3. – С. 60 – 64.
14. Власов, Ю. И. Выявление, идентификация и основы эпифитотиологии вируса желтой карликовости ячменя (ВЖКЯ) : метод. указания / Ю. И. Власов, Т. Н. Теплоухова, Э. И. Ларина. – М. : ВАСХНИЛ, 1990, 19 с.
15. Burnett, P. A. Some Effects of Barley Yellow Dwarf Virus on Cereals Infested with Different Numbers of Viruliferous Aphids / P. A. Burnett, I. Allen, A. G. Robinson // *Canad. J. Plant Sc.* – 1975. – Vol. 55, No. 2. – P. 621 – 623.
16. Бауменова, Э. А. Роль насекомых-переносчиков в распространении и развитии вируса русской мозаики озимой пшеницы в Нижнем Поволжье / Т. С. Маркелова, Л. И. Чекмарева, Э. А. Бауменова // *Защита и карантин растений*. – 2012. – № 8. – С. 42 – 44.
17. Бауменова, Э. А. Вирусные болезни пшеницы и их насекомые-переносчики в Нижнем Поволжье : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.07 / Э. А. Бауменова. – Саратов, 2013. – 24 с.
18. Осмоловский, Г. Е. Выявление сельскохозяйственных вредителей и сигнализация сроков борьбы с ними / Г. Е. Осмоловский. – М. : Россельхозиздат, 1964. – 204 с.
19. Артемьева, Н. Н. Методические указания по выявлению и учету вирусных болезней злаков / Н. Н. Артемьева. – М. : Колос, 1971. – 21 с.
20. Можаяева, К. А. Желтая карликовость ячменя: эпидемиологическая ситуация в Европейской части России в 1991 – 1999 гг. / К. А. Можаяева, Т. Б. Кастальева // *Агро XXI*. – 1999. – № 9. – С. 8 – 9.

References

1. Dubonosov T.S., Panarin I.V. [Biological basis for the prevention of viral diseases of cereal crops], *Zashchita rasteniy* [Plant Protection], 1974, pp. 65-78. (In Russ.)
2. Ryzhkov V.L., Protsenko A.Ye. *Atlas virusnykh bolezney* [Atlas of viral diseases], Moscow: Nauka, 1968, 135 p. (In Russ.)

3. Dutko V.P. [Virus of yellow dwarfism of barley in the south of Ukraine], *Nauchno-tehnicheskiiy byulleten' VSGI* [Scientific and Technical Bulletin of the VSGI], 1975, no. 24, pp. 56-58. (In Russ.)
4. Beek D.Van der. Het Gerstvergelingsvirus, *Bedrijfsont Wikkeling*, 1975, issue 6, no. 11, pp. 943-944.
5. Bremer K. Gramineae-Kasvien Virustaudlit Suomessa ja Turkissa, *Ann. agr. Fenn.*, 1974, vol. 13, no. 3, pp. 125-148.
6. Munro D. The Barley Yellow Dwarf Stori, *Tasmanian J. of Agriculture*, 1970, vol. 41, no. 4, pp. 259-261.
7. Mozhayeva K.A., Kastal'yeva T.B., Girsova N.V. *Virus zheltoy karlikovosti yachmenya i drugiye virusy zernovykh kul'tur na territorii Rossiyskoy Federatsii* [Virus of yellow dwarfism of barley and other viruses of grain crops on the territory of the Russian Federation], Moscow: Rosinformagrotekh, 2007, 32 p. (In Russ.)
8. Brook J. Barley Yellow Dwarf Virus what Sort of a Problem, *Ann. Appl. Biol.*, 1974, vol. 77, no. 1, pp. 92-96.
9. Kastal'yeva T.B., Mozhayeva K.A., Vasil'yeva T.Ya. [Study of the strain composition of the yellow barley dwarf virus], *Vestnik zashchity rasteniy* [Plant Protection Bulletin], 2001, no. 3, pp. 63-65. (In Russ.)
10. Razvyazkina G.M. *Virusnyye zabolevaniya zlakov* [Viral diseases of cereals], Novosibirsk: Nauka, 1975, 292 p. (In Russ.)
11. Mozhayeva K.A., Kastal'yeva T.B., Girsova N.V. *Sovremennyye problemy immuniteta rasteniy k vrednym organizmam: materialy III Vserossiyskoy i Mezhdunarodnoy konferentsii* [Modern Problems of Plant Immunity to Harmful to organisms: materials of the 3rd All-Russian and International Conference], 23-26 October 2012, St. Petersburg, St. Petersburg, 2012, pp. 32-34. (In Russ.)
12. Dubonosov T.S., Panarin I.V., Kanevcheva I.S. *Virusnyye bolezni zlakov* [Viral diseases of cereals], Moscow: Kolos, 1975, 120 p. (In Russ.)
13. Tsyplenkov A.Ye., Berim M.N., Zharova Ye.A. [Features of the occurrence of epiphytotics of barley yellow dwarfism virus], *Vestnik zashchity rasteniy* [Plant Protection Bulletin], 2002, no. 3, pp. 60-64. (In Russ.)
14. Vlasov Yu.I., Teploukhova T.N., Larina E.I. *Vyyavleniye, identifikatsiya i osnovy epifitologii virusa zheltoy karlikovosti yachmenya (VZHKYA)* [Identification, identification and bases of the epiphythology of the yellow barley dwarfism virus (HPAI) virus], Moscow: VASKHNIL, 1990, 19 p. (In Russ.)
15. Burnett P.A., Allen I., Robinson A.G. Some Effects of Barley Yellow Dwarf Virus on Cereals Infested with Different Numbers of Viruliferous Aphids, *Canad. J. Plant Sc.*, 1975, vol. 55, no. 2, pp. 621-623.
16. Baukenova E.A., Chekmareva L.I., Baukenova E.A. [The role of insect vectors in the propagation and development of the virus of the Russian mosaic of winter wheat in the Lower Volga region], *Zashchita i karantin rasteniy* [Protection and Quarantine Plants], 2012, no. 8, pp. 42-44. (In Russ., abstract in Eng.)
17. Baukenova E.A. *Extended abstract of candidate's of agricultural sciences thesis*, Saratov, 2013, 24 p. (In Russ.)
18. Osmolovskiy G.Ye. *Vyyavleniye sel'skokhozyaystvennykh vreditel'ey i signalizatsiya srokov bor'by s nimi* [Identification of pests and signaling the timing of the fight against them], Moscow: Rossel'khozizdat, 1964, 204 p. (In Russ.)
19. Artem'yeva N.N. *Metodicheskiye ukazaniya po vyyavleniyu i uchetu virusnykh bolezney zlakov* [Guidelines for the identification and registration of viral diseases of cereals], Moscow: Kolos, 1971, 21 p. (In Russ.)
20. Mozhayeva K.A., Kastal'yeva T.B. [Yellow barley dwarfism: the epidemiological situation in the European part of Russia in 1991-1999], *Agro XXI* [Agro XXI], 1999, no. 9, pp. 8-9. (In Russ.)

**Features of the Manifestation of Viral Diseases
of Spring Wheat in the Saratov Region and Assessment
of the World Collection for Tolerance**

E. A. Konkova, Yu. V. Zeleneva, V. P. Sudnikova

*Scientific Research Institute of Agriculture of the Southeast,
Saratov, Russia; I.V. Michurin Federal Scientific Center,
Tambov region, Tambov district, Novaja Zhisn, Russia*

Keywords: wheat; world collection; infection; viral diseases, BYDV; insect vectors; aphids.

Abstract: The article provides information on the peculiarities of the manifestation of viral diseases on spring wheat. The study of the biological characteristics of viral diseases and insect vectors detected the most common disease – barley yellow dwarf virus (BYDV). The studies were carried out on the species composition and abundance of the Aphididae family, and the main vector of the BYDV, common cereal aphid (*Schizaphis graminum* Rond.) was identified. To identify donors suitable for the creation of wheat varieties resistant to the BYDV, the world's collection of spring wheat was evaluated on a natural infectious background. The samples resistant to this disease were selected.

© Э. А. Конькова, Ю. В. Зеленева, В. П. Судникова, 2018