

ЗОНЫ ВИДОВОГО ОБИЛИЯ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И СОСЕДНИХ ГОСУДАРСТВ

SPECIES ABUNDANCE ZONES OF SUNFLOWER DISEASE PATHOGENS ON THE TERRITORY OF RUSSIA AND NEIGHBORING COUNTRIES

Якуткин В.И., Саулич М.И.

ФГБНУ Всероссийский НИИ Защиты Растений (ВИЗР)
196608, Россия, г. Санкт-Петербург, шоссе Подбельского, д. 3
E-mail: vladimir_yakutkin@mail.ru, 325mik40@gmail.com

Актуальность исследования определяется необходимостью повышать эффективность мониторинга распространения болезней подсолнечника. Цель исследований — пространственно разделить на зоны различного их обилия, в пределах территории промышленного выращивания подсолнечника в России, на Украине, в Казахстане и Республике Молдова. Как исходный материал для компьютерного анализа использовались векторные карты из АгроАтласа [Афонин и др., 2006], характеризующие распространение 14 видов возбудителей болезней подсолнечника. В результате на основе геоинформационной системы, разработанной с использованием современных геоинформационных технологий (Idrisi 32.11, MapInfo Professional v. 9.0 и более поздних) создана оригинальная векторная карта, характеризующая зоны различного обилия возбудителей болезней подсолнечника. Выделены 4 зоны, где проявляются заболевания, вызванные 11, 12, 13 и 14 видами возбудителей болезней. В ареале подсолнечника, на протяжении от Поволжья до Приморского края, и в Казахстане характерно распространение 11 видов возбудителей болезней: Наибольшая насыщенность видами возбудителей болезней (14) приурочена к территории республики Молдова, югу Украины и западной части Северного Кавказа в пределах Российской Федерации. Скомпонована геоинформационная система (ГИС) «Распространение», представляющая собой набор векторных файлов всех 14 анализируемых возбудителей болезней подсолнечника, слои зональности распространения этих видов, а также базовые векторные слои «оболочки». Пространственное выделение зон с однородной насыщенностью видами возбудителей болезней найдёт применение при определении необходимых средств защиты подсолнечника, разработке специализированных к каждой зоне систем защиты растений. Это — электронный ресурс, дополнительный к созданной ГИС и карте зон риска выращивания подсолнечника, опубликованных ранее [Якуткин, Саулич, 2016].

Ключевые слова: подсолнечник, обилие видов возбудителей, геоинформационные системы, картографирование.

Для цитирования: Якуткин В.И., Саулич М.И. ЗОНЫ ВИДОВОГО ОБИЛИЯ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И СОСЕДНИХ ГОСУДАРСТВ. Аграрная наука. 2019; (2): 89–93.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-2-89-93>

В настоящее время подсолнечник (*Helianthus annuus* L., 1753), на Украине и в Российской Федерации занимает до 70% посевных площадей масличных культур, 80% валового сбора семян и 90% выработки растительных масел [Лукомец, Пивень, Тишков, 2011].

В Российской Федерации за два десятилетия произошло двукратное увеличение посевных площадей этой культуры с 2387 тыс. га в среднем в 1981–1990 гг. до 4374 тыс. га — в 2001–2005 годах. Однако, валовой сбор возрос только на 65% (с 2724 до 4496 тыс. т.) в связи с сокращением урожайности на 17% [Лукомец, Кривошлыков, 2009].

Yakutkin V.I., Saulich M.I.

FSBSI All-Russian Institute of Plant Protection (VIZR)
196608, Russia, St. Petersburg, Podbelskogo Highway, 3
E-mail: vladimir_yakutkin@mail.ru, 325mik40@gmail.com

The relevance of the study is determined by the need to improve the monitoring effectiveness of sunflower diseases distribution. The purpose of the research is to spatially divide the territory of industrial sunflower cultivation in zones of different abundance in Russia, Ukraine, Kazakhstan and the Republic of Moldova. The purpose of the research is to spatially divide them into zones of various abundances on the territory of industrial sunflower cultivation in Russia, Ukraine, Kazakhstan and the Republic of Moldova. As a starting material for computer analysis, vector maps from AgroAtlas were used [Afonin et al., 2006], characterizing the distribution of 14 species of sunflower pathogens. As a result, an original vector map was created on the basis of the geoinformation system developed using modern geoinformation technologies (Idrisi 32.11, MapInfo Professional v. 9.0 and later), characterizing the zones of various abundances of sunflower pathogens. There are 4 zones where diseases caused by 11, 12, 13 and 14 species of pathogens appear. In the sunflower area, from the Volga region to the Primorsky Territory and in Kazakhstan, there are 11 species of pathogens spread. The greatest saturation with pathogen species (14) is confined to the territory of the Republic of Moldova, southern Ukraine and the western North Caucasus within the Russian Federation. A geographic information system (GIS) "Distribution" is composed, which is a set of vector files of all 14 analyzed sunflower pathogens, vector layers of these species distribution zonality, as well as basic vector layers of the "shell". Spatial allocation of zones with uniform saturation with species of pathogens will be used in determining the necessary means of sunflower protection in a multi-year plan, the development of plant protection systems specialized for each zone. This is an electronic resource, additional to the previously developed GIS and the map of sunflower growing risk zones, published earlier [Yakutkin, Saulich, 2016].

Key words: sunflower, sunflower diseases, geoinformation systems.

For citation: Yakutkin V.I., Saulich M.I. SPECIES ABUNDANCE ZONES OF SUNFLOWER DISEASE PATHOGENS ON THE TERRITORY OF RUSSIA AND NEIGHBORING COUNTRIES. Agrarian science. 2019; (2): 89–93. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-2-89-93>

Максимальная урожайность подсолнечника может достигать 45 ц/га [Калайджан и др., 2007]. Реально, вследствие неблагоприятных погодных условий, неоптимальной агротехники и особенно от поражения посевов возбудителями болезней, урожайность значительно ниже. Например, на Украине в 2014 г. наиболее низкие показатели урожайности получены в Херсонской (8,7 ц/га), Запорожской (13,3 ц/га) и в Николаевской области (15,9 ц/га). Самая высокая урожайность была в хозяйствах Винницкой (27,5 ц/га) и Черкасской (27,9 ц/га) области [Эксперт Агро... 2014].

Средняя урожайность подсолнечника для России в перерасчёте на гектар поля в последние годы составила 12–15 центнеров с гектара. Из информации, предоставленной селекционерами, максимальная урожайность подсолнечника различных сортов варьирует в пределах 3.2–5.5 тонны с гектара [Урожайность подсолнечника с 1 га]. По мнению специалистов компании «Сингента» урожайность этой культуры в зарубежных странах Восточной Европы выше, чем в России в связи с тем, что многие производители не принимают во внимание наличие возбудителей болезней подсолнечника на полях своих хозяйств [Болезни подсолнечника — миф или реальность?].

В данном исследовании поставлена задача — средствами геоинформационных технологий пространственно выделить зоны с различной насыщенностью видами возбудителей болезней для оценки степени риска выращивания подсолнечника. Создание подобного информационного ресурса необходимо при разработке эффективных специализированных систем защиты подсолнечника от болезней.

Материал и методика

Латинские названия возбудителей болезней растений приведены по Catalogue of Life: 25th March 2019 [<http://www.catalogueoflife.org/>].

В качестве исходных данных использованы векторные слои в формате MapInfo, характеризующие распространение и зоны вредоносности 14 возбудителей болезней подсолнечника. Эти слои взяты из подготовленного ранее набора файлов, в рамках выполнения совместного проекта ВИЗР, ВИР, СПбГУ и Департамента сельского хозяйства США по созданию АгроАтласа на территорию бывшего СССР [Афонин и др., 2006].

Векторный слой размещения посевов подсолнечника взят из набора файлов, разработанных И.Е. Королевой и др. (2003). Следует учитывать, что при составлении этих компьютерных карт «Пашня на СССР» получена путем генерализации карты земельных угодий масштаба 1:4000000 до масштаба 1:20000000 с выделением степени распахки не менее 10%. При распространении культур, в том числе и подсолнечника, учитывались территории, где культура занимает от площади пашни

не менее 3–5 %. В других случаях, где такие ограничения не вводятся, распространение этой культуры показано более широко. Например, карта средней региональной урожайности подсолнечника [Monfreda C., N. Ramankutty, and J.A. Foley, 2008].

Основной методологический подход заключался в использовании комбинации процедур программных средств (рис. 1) MapInfo Professional и Idrisi 32.11 в целях автоматизации процесса анализа векторных слоев, характеризующих распространение и зоны вредоносности возбудителей болезней [Eastman, 1999; MapInfo Professional 9.5 USER GUIDE 2008].

Сначала выполняется подготовительный этап. Векторные файлы формата MapInfo Professional из проекции Равновеликая Альберса на СССР (основная проекция АгроАтласа) переводятся в проекцию Lat/Long. Все объекты (полигоны) каждого векторного файла объединяются с присваиванием значения: 1, 2, 3 или 4, означающее, что объект характеризует соответственно распространение вида вредителя, зону слабой, средней или сильной его вредоносности.

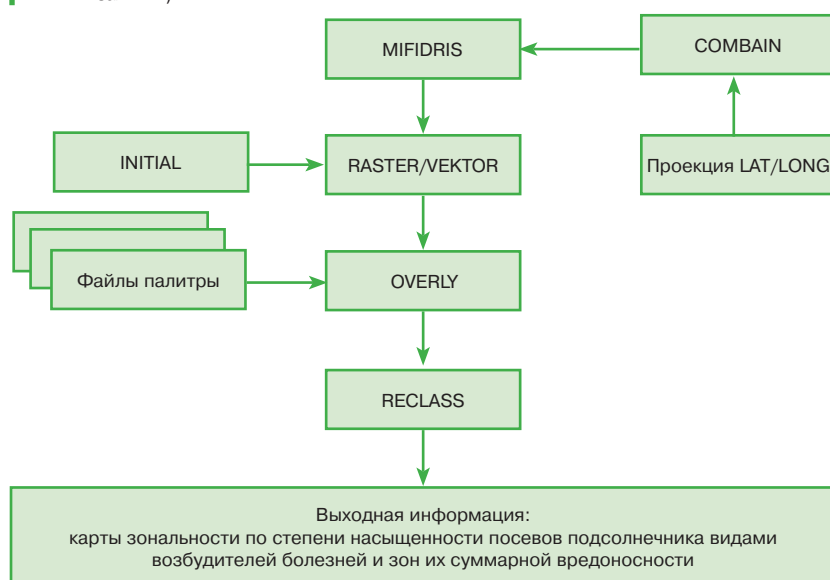
На втором этапе дальнейшие процедуры выполняются средствами Idrisi 32.11 или более поздних версий. С использованием модуля MIFIDRIS файлы формата MapInfo конвертируются в векторные файлы Idrisi, а затем модулем INITIAL создает бланковый растровый файл с параметрами векторных файлов. Перевод векторных файлов в растровый формат осуществляется посредством модуля RASTER/VECTOR.

На третьем этапе модуль OVERLY применяется для операции сложения пикселей растровых файлов и их значений, а модуль RECLASS — для разбиения на классы всего множества пикселей, составляющих изображение.

На заключительном этапе модулем RASTER/VECTOR создается векторный файл, оцифровывая растровые композиции с зонами, характеризующими различную насыщенность видами вредителей или степень риска выращивания подсолнечника. Затем этот файл конвертируется в векторный файл формата MapInfo.

Векторные и растровые файлы выполнены в проекции «Равновеликая Альберса на СССР», 9, 1001, 7, 100, 0, 44, 68, 0, 0. Масштаб: 1:20 000 000.

Рис. 1. Блок-схема обработки векторных файлов «АгроАтласа» программными средствами MapInfo Professional (темно-серый оттенок заливки) и Idrisi 32 (светло-серый оттенок заливки)



Результаты и обсуждение

После обработки векторных файлов, характеризующих распространение возбудителей болезней подсолнечника в пределах России и сопредельных государств, выделено 4 зоны, где проявляется заболевание 11, 12, 13 и 14 видами возбудителей болезней, представленных на рис. 2.

Помимо этого, скомпонована ГИС «Распространение», представляющая собой набор векторных файлов всех 14 анализируемых возбудителей болезней подсолнечника, слой зональности распространения этих видов, а также базовые векторные слои «Оболочки».

Как следует из карты и анализа ГИС «Распространение», в пределах зоны выращивания подсолнечника, взятой по И.Е. Королевой и др. (1989), 11 видов возбудителей бо-

лезней подсолнечника распространены повсеместно. Это относится к таким болезням как альтернариоз *Alternaria* spp., серая гниль *Botrytis cinerea* Pers., мучнистая роса *Leveillula compositarum* Golovin, корневая гниль *Fusarium* spp. и *Rhizoctonia* spp., фомоз *Plenodomus lindquistii* (Frezzi) Gruyter, Aveskamp & Verkley, ложная мучнистая роса *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. et de Toni., ржавчина *Puccinia helianthi* Schwein, сухая гниль корзинок *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) Vuill., белая гниль *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, септориозная пятнистость листьев (септориоз) *Septoria helianthi* Ellis & Kellerm, вертициллезное увядание *Verticillium dahliae* Kleb.

Перечисленные выше 11 видов возбудителей болезней встречаются в пределах зоны выращивания подсолнечника на всем ее протяжении от западных границ Молдовы и Украины до восточных границ Российской Федерации. Однако восточнее Тамбовской и Воронежской областей распространены только эти виды возбудителей болезней. Данная территория собственно и выделена как зона, где количество видов не превышает 11.

В зоне 12 возбудителей болезней, помимо перечисленных выше видов, начинает проявляться заболевание подсолнечника серой пятнистостью стеблей *Phomopsis helianthi* Munt.-Cvetk., Mihaljč. & M. Petrov (рак стеблей, фомопсис), а в Республике Абхазия вместо этого заболевания встречается *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. угольная (пепельная) гниль подсолнечника.

Зона с 13 возбудителями болезней занимает территорию большей части Молдовы, Центральной, северной и восточной частей Украины. В РФ в эту зону входят площади под подсолнечником на юго-востоке Белгородской области, юге Воронежской области, западной половине Ростовской области и частично в Ставропольском крае. Пятнами — в республиках Северного Кавказа от Кабардино-Балкарской республики до Республики Дагестан. В этой зоне повсеместно в дополнение к видам, характерным для предыдущих зон, добавляется такой вид как угольная (пепельная) гниль подсолнечника.

Зона максимальной насыщенности видами возбудителей болезней охватывает юг Молдовы и Украины. Помимо этого, в РФ — самый юг Ростовской области и северную половину Краснодарского края, а также незначительную часть запада Ставропольского края и Карачаево-Черкесской республики. Увеличение числа видов здесь происходит за счет *Athelia rolfsii* (Curzi) C.C. Tu and Kimbr. — базальной гнили стеблей или южной склероциальной гнили подсолнечника.

Показатель насыщенности видами возбудителей болезней подсолнечника позволяет получить предварительное представление о риске выращивания этой

Рис. 2. Зоны с различным количеством видов возбудителей болезней подсолнечника

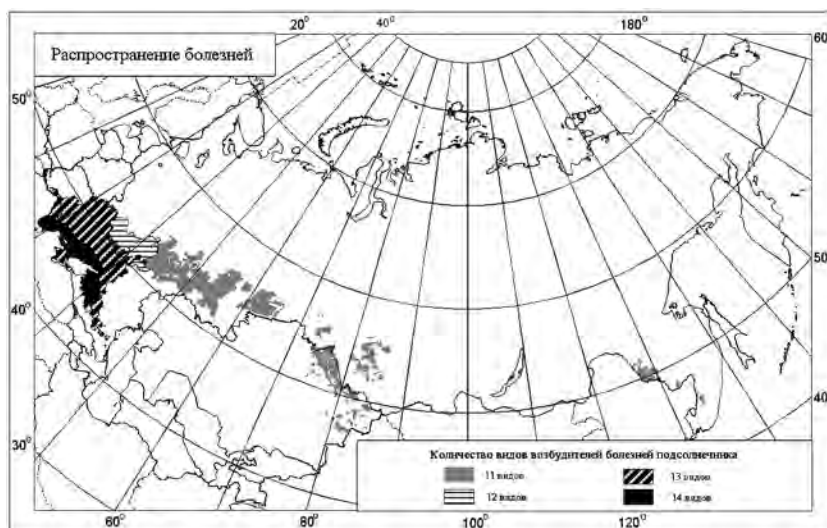
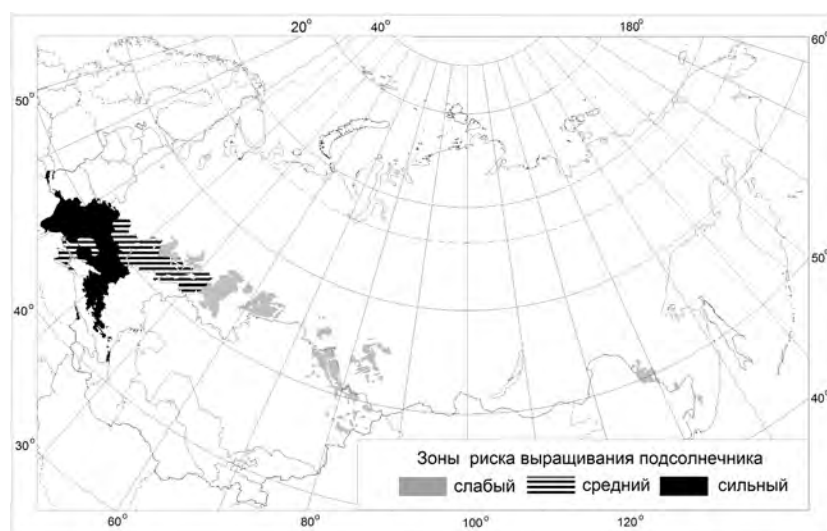


Рис. 3. Зоны суммарной вредоносности и риска выращивания подсолнечника



культуры в пределах различных административных территорий. Для уточнения оценок используется второй показатель, отражающий суммарную вредоносность болезней.

Результаты классификации зон суммарной вредоносности 10 видов болезней опубликованы ранее (Якуткин, Саулич, 2016). Анализировались векторные и растровые слои, характеризующие вредоносность конкретных видов болезней подсолнечника. Для зон со слабой вредоносностью присваивалось значение, равное 2 баллам, средней — 3 и сильной — 4. Программными средствами Idrisi32.1 (операция сложения в модуле OVERLY) значения, присвоенные пикселям растровых слоев зон вредоносности, суммировались. В пределах зоны распространения подсолнечника «индекс» суммарной вредоносности, варьирует от 19 до 37. При классификации процедурой RECLASS использовались градации в баллах: Слабый риск (19 — <25); Средний риск (25 — <31) и Сильный риск (31 — <37).

Зональность ареала подсолнечника по степени риска выращивания этой культуры приведена на рис. 3. Зона сильной суммарной вредоносности и, следовательно, высокой степени риска охватывает территорию Республики Молдова, практически всю Украину,

Рис. 4. Процентное содержание зон вредоносности или их отсутствие в пределах зоны слабой степени риска

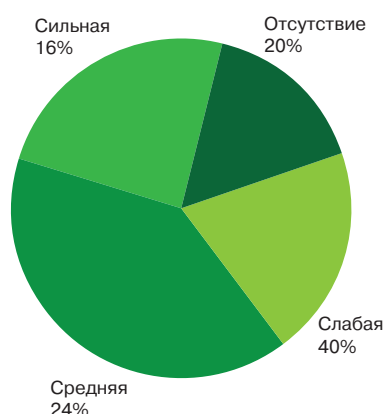


Рис. 5. Процентное содержание зон вредоносности или их отсутствие в пределах зоны средней степени риска

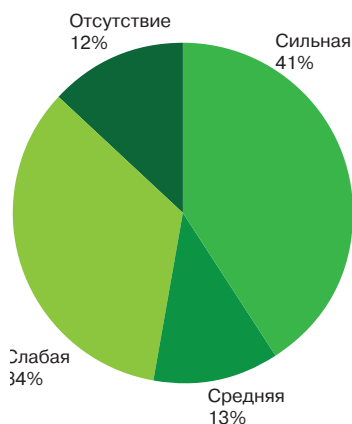
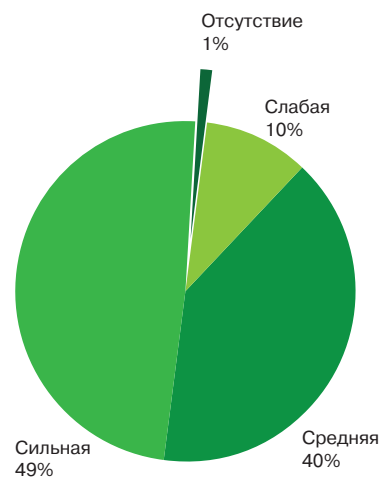


Рис. 6. Процентное содержание зон вредоносности или их отсутствие в пределах зоны сильной степени риска



Республику Абхазию, в РФ — западную часть Ростовской области, частично территории других субъектов федерации в Северо-Кавказском Федеральном округе. Зона среднего риска включает южную часть Центральной Украины, а в РФ — Республику Крым, Белгородскую, Курскую и Воронежскую области, юго-восток Орловской. Сюда же относятся южные части Липецкой, Ульяновской и Пензенской областей, Тамбовская область, север Волгоградской, а также большая часть Саратовской, Самарская и южная часть Ульяновской области.

Остальные части зоны выращивания подсолнечника, расположенные фрагментарно восточнее: от Оренбургской области до Приморского края, входят в зону слабого риска.

Демонстрационная ГИС «Зоны риска» позволяет определять [для территории каждого «субъекта» РФ и сопредельных стран] количественные показатели выделенных зон, характеризующие различную степень риска выращивания подсолнечника. На рисунках 4–6 показаны круговые диаграммы, дающие представление о долях встречаемости, в пределах выделенных зон риска, слабой, средней или сильной вредоносности видов возбудителей болезней или отсутствия вредоносности.

Из рисунков 4–6 видно, что происходит последовательное уменьшение процентного содержания оценок с отсутствием вредоносности. В зоне слабого риска такие оценки составляют 20% от общего количества оценок для этой зоны, в зоне среднего риска — 12% и всего 1% в зоне сильного риска. Доля оценок с зоной сильной вредоносности, наоборот, минимальная (16%) в зоне

слабого риска и возрастает соответственно до 41 и 49% в зонах среднего и сильного риска.

Доля оценок с зоной слабой вредоносностью максимальна в зоне слабого риска (40%) и снижается до 10% в зоне сильного риска. Для оценок со средней вредоносностью болезней их доля в зоне слабого риска равна 24%, уменьшается до 13% в зоне среднего риска и снова возрастает до 40% в зоне сильного риска.

Для демонстрации результатов пространственного анализа komponуются ГИС на основе программы Pro Viewer v. 10.0 или более поздних версий. Помимо векторных слоев распространения и вредоносности болезней подсолнечника в них добавлены слои административно-территориального деления РФ и сопредельных государств.

С использованием созданных ГИС «Распространенность» и «Зоны фитосанитарного риска» для каждой административной территории, с помощью инструментария программы, можно установить набор видов возбудителей болезней, имеющих хозяйственное значение, и оценить риск выращивания подсолнечника. Степень риска увеличивается по мере нарастания насыщенности видами возбудителей болезней и их суммарной вредоносности.

Этот информационный ресурс перспективен при использовании как справочное пособие для специалистов по защите растений. Определение однородных по числу видов возбудителей болезней территории и степени риска выращивания подсолнечника дает представление о границах зон, для которых необходимо разрабатывать специфические системы защиты подсолнечника.

ЛИТЕРАТУРА

- Афонин А.Н., Грин С.П., Дзюбенко Н.И., Фролов А.Н. [ред.] Агроэкологический атлас России и сопредельных государств: сельскохозяйственные растения, их вредители, болезни и сорняки. — [Версия 1.0]. 2006 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.agroatlas.ru/> (дата обращения: 09.04.2019).
- Болезни подсолнечника — миф или реальность? — вебинар фирмы Сингента 19 марта 2019 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.syngenta.ru/events/sunflower-diseases-myth-or-reality> (дата обращения: 19.04.2019).
- Калайджан А.А., Хлевный Л.В., Нещадим Н.Ч., Головин В.П., Вартанян В.В., Бурдун А.М. Российский солнечный цветок. — Изд. 2 доп. РАСХН, Кубанская народная академия, —

Краснодар: Советская Кубань, 2007. — 352 с.

4. Королева И.Е., Вильчевская Е.В., Рухович Д.И. Компьютерная карта распространения подсолнечника. М.: Лаборатория почвенной информации Докучаевского ин-та почвоведения, 2003.

5. Лукомец В.Н., Кривошлыков К.М. Производство подсолнечника в Российской Федерации: состояние и перспективы // Земледелие. — 2009. — №8 — С. 3–6.

6. Лукомец В.М., Пивень В.Т., Тишков Н.М. Болезни подсолнечника. — ООО "Издательство Агрорус", 2011. — 210 с.

7. Урожайность подсолнечника с 1 га // Фермерское хозяйство. [Электронный ресурс] URL: <http://farmerstyle.ru/urozhajnost-podsolnechnika-s-1ga/> (дата обращения: 09.04.2019).

8. Эксперт Агро. Самый большой урожай подсолнечника в 2014 г. собрали Кировоградская и Харьковская области — Госстат. 2014. УкрАгроКонсалт. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.expert-agro.com/> (дата обращения: 09.04.2019).

9. Якуткин В.И., Саулич М.И. Фитосанитарные риски болезней и заразики в ареалах подсолнечника России, Украины, Молдавии и Казахстана // Вестник защиты растений. — 2016. — № 2 — С. 15–21.

10. Catalogue of Life: 25th March 2019. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.catalogueoflife.org/> (дата обращения: 19.04.2019).

REFERENCES

1. Afonin A.N., Green S.P., Dzyubenko N.I., Frolov A.N. [Ed.] Agri-ecological atlas of Russia and neighboring states: agricultural plants, their pests, diseases and weeds. — [Version 1.0]. 2006 [Electronic resource]. URL: <http://www.agroatlas.ru/> (appeal date: 04/09/2019).

2. Diseases of sunflower — myth or reality? — Syngent's webinar on March 19, 2019 [Electronic resource]. URL: <https://www.syngenta.ru/events/sunflower-diseases-myth-or-reality> (appeal date: 04/19/2019).

3. Kalaijan A.A., Klevnyi L.V., Neshchadim N.Ch., Golovin V.P., Vartanyan V.V., Burdun A.M. Russian sunflower. — Ed. 2 add. RAAS, Kuban People's Academy, — Krasnodar: Sovetskaya Kuban, 2007. — 352 p.

4. Koroleva I.E., Vilchevskaya E.V., Rukhovich D.I. Computer map of the distribution of the sunflower. M.: Laboratory of soil information Dokuchaevsky Institute of Soil Science, 2003.

5. Lukomets V.N., Krivoshlykov K.M. Sunflower production in the Russian Federation: state and prospects // Agriculture. — 2009. — № 8 — p. 3–6.

6. Lukomets V.M., Piven, V.T., Tishkov N.M. Diseases of sunflower. — LLC "Publishing Agrorus", 2011. — 210 p.

7. Sunflower yield per hectare // Farming. [Electronic resource]

11. Eastman J.R. (1999). Idrisi 32 Tutorial. Idrisi Production 1987–1999. Clark University. 298 p.

12. MapInfo Professional 9.5 USER GUIDE. 2008. 150 p. [Электронный ресурс]. URL:

<http://www.mapinfo.ru/product/mapinfo-professional> (дата обращения: 09.04.2019).

13. Monfreda C., N. Ramankutty, and J.A. Foley (2008). Farming the planet: 2. Geographic distribution of crop areas, yields, physiological types, and net primary production in the year 2000. Global Biogeochem. Cycles, 22, GB1022, doi:10.1029/2007GB002947.

URL: <http://farmerstyle.ru/urozhajnost-podsolnechnika-s-1ga/> (access date: 04/09/2019).

8. Expert Agro. The largest harvest of sunflower in 2014 was collected by Kirovograd and Kharkiv regions — the State Statistics Service. 2014. UkrAgroConsult. [Electronic resource]. URL: <http://www.expert-agro.com/> (appeal date: 04/09/2019).

9. Yakutkin V.I., Saulich M.I. Phytosanitary risks of diseases and broomrape in the areas of the salmon in Russia, Ukraine, Moldova and Kazakhstan // Plant Protection Bulletin. — 2016. — № 2 — p. 15–21.

10. Catalogue of Life: 25th March 2019. [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.catalogueoflife.org/> (data obrashcheniya: 19.04.2019).

11. Eastman J.R. (1999). Idrisi 32 Tutorial. Idrisi Production 1987–1999. Clark University. 298 p.

12. MapInfo Professional 9.5 USER GUIDE. 2008. 150 p. [Elektronnyj resurs]. URL:

<http://www.mapinfo.ru/product/mapinfo-professional> (data obrashcheniya: 09.04.2019).

13. Monfreda C., N. Ramankutty, and J.A. Foley (2008). Farming the planet: 2. Geographic distribution of crop areas, yields, physiological types, and net primary production in the year 2000. Global Biogeochem. Cycles, 22, GB1022, doi:10.1029/2007GB002947.

ОБ АВТОРАХ:

Якуткин В.И., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

Саулич М.И., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

ABOUT THE AUTHORS:

Yakutkin V.I., Ph.D., in Biology, Leading Researcher

Saulich M.I., Ph.D., in Biology, Leading Researcher