

Изучение сорных растений в пшенице, выращенной на территории Пензенской области, для оценки экспортного потенциала региона

Е.А. СУХОЛОЗОВА¹, А.В. САФОНОВ²,
Е.А. СУХОЛОЗОВ³

^{1,2} Пензенский филиал ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), г. Пенза, Россия

³ Управление Россельхознадзора по Республике Мордовия и Пензенской области, г. Пенза, Россия

¹ ORCID 0000-0003-1272-4586,
e-mail: e_kobozeva@mail.ru

² e-mail: av.safonov@list.ru

³ e-mail: e.sukholozov@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Представлены результаты трехгодичного мониторинга (2019–2021 гг.) посевов и образцов зерна пшеницы Пензенской области. При обследовании 27 полей пшеницы молочной, молочно-восковой и восковой спелости, расположенных на территории 10 районов, отмечено 147 видов растений. При этом большинство из них произрастало по краям полей, но встречались и сильно засоренные в основной своей части посева, со значительным обилием сорных видов. Неудовлетворительная агротехника приводит к значительному регулярному пополнению почвенного банка семян сорных растений, которые сохраняют жизнеспособность в течение продолжительного времени. Следует отметить, что семена и плоды многих присутствовавших на полях пшеницы видов сорняков не отмечены в исследованных образцах зерна. Для того чтобы прогнозировать вероятность обнаружения плодов или семян сорных видов в продукции, необходимо при описании полей учитывать фенофазу развития сорных растений, стадию спелости пшеницы и предполагаемую дату уборки урожая.

Проанализированы 475 образцов зерна пшеницы урожая 2018–2020 гг. из 15 районов области. В исследованных образцах зерна выявлены плоды и семена 84 сорных видов. Из них наиболее часто встречались плоды и семена *Fallopia convolvulus* (L.) Á. Löve и *Convolvulus arvensis* L. Среди растений, обнаруженных как в посевах, так и в зерне, присутствует карантинный вид *Cuscuta campestris* Yunck.; только в зерне пшеницы были найдены семена *Ambrosia trifida* L. Сведения, полученные о сорных растениях пшеницы из конкретных районов Пензенской области, могут быть использованы для предварительной оценки соответствия пшеницы фитосанитарным требованиям

The study of weeds in wheat grown in Penza Oblast to assess the export potential of the region

E.A. SUKHOLOZOVA¹, A.V. SAFONOV²,
E.A. SUKHOLOZOV³

^{1,2} Penza Branch of FGBU "All-Russian Plant Quarantine Center" (FGBU "VNIICR"), Penza, Russia

³ Regional Office of Rosselkhoz nadzor for the Republic of Mordovia and Penza Oblast, Penza, Russia

¹ ORCID 0000-0003-1272-4586,
e-mail: e_kobozeva@mail.ru

² e-mail: av.safonov@list.ru

³ e-mail: e.sukholozov@mail.ru

ABSTRACT

The results of a three-year monitoring (2019–2021) of wheat crops and grain samples in Penza Oblast are presented. When examining 27 fields of wheat of milk, milk-wax and wax ripeness, located on the territory of 10 districts, 147 plant species were noted. At the same time, most of them grew along the edges of the fields, but there were also crops heavily contaminated in their main part, with a significant abundance of weed species. Unsatisfactory agricultural practices lead to a significant regular replenishment of the soil bank of weed seeds, which remain viable for a long time. It should be noted that the seeds and fruits of many weed species present in wheat fields were not observed in the studied grain samples. In order to predict the probability of detecting fruits or seeds of weed species in products, it is necessary to take into account the phenophase of development of weeds, the stage of wheat ripeness and the expected date of harvest when describing the fields.

475 samples of wheat grain harvested in 2018–2020 were analyzed from 15 districts of the region. Fruits and seeds of 84 weed species were detected in the studied grain samples. Of these, *Fallopia convolvulus* (L.) Á. Löve and *Convolvulus arvensis* L. fruits and seeds were the most common. Among the plants detected both in crops and in grain, there is a quarantine species, *Cuscuta campestris* Yunck.; *Ambrosia trifida* L. achenes were found only in wheat grain. The data obtained on wheat weeds from specific areas of Penza Oblast can be used for a preliminary assessment

конкретных стран-импортеров при рассматривании потенциальных рынков сбыта растениеводческой продукции.

Ключевые слова. Обследование посевов, экспорт зерна, фитосанитарное состояние.



ВВЕДЕНИЕ

Пшеница занимает лидирующее положение в российском экспорте продукции растениеводства. В 2021 г. РФ поставила более 32 млн тонн пшеницы в 89 стран мира (АСД «Доступ-ТСВТ»). Как экспортер наша страна должна соблюдать требования фитосанитарной безопасности поставляемой ею растениеводческой продукции. При этом в перечне карантинных объектов стран-импортеров могут присутствовать характерные представители сорной флоры страны-отправителя. Так как пшеницу выращивают во многих регионах России, видится актуальной задачей изучение региональных особенностей сорного компонента пшеницы РФ для оценки экспортного потенциала этой культуры.

На территории Пензенской области пшеница является преобладающей сельскохозяйственной культурой, занимающей первое место по посевным площадям (Территориальный..., 2022), а также экспорту продукции (АСД «Доступ-ТСВТ»). В 2021 г. в регионе собрали более 1,5 млн тонн пшеницы (Министерство..., 2022), из которых около 60 тыс. тонн были отправлены на экспорт в Azerbaijan, Казахстан, Латвию (данные Пензенского филиала ФГБУ «ВНИИКР»). В связи с этим представляется актуальным и необходимым установление фитосанитарного состояния выращиваемой на территории Пензенской области пшеницы в части присутствия карантинных сорных растений и выявление максимально полного списка возможных не регулируемых в России видов растений, встречающихся в ее посевах и зерне.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В 2019–2021 гг. были обследованы 27 полей пшеницы общей площадью 4977 га, расположенных в 10 районах Пензенской области (рис. 1, табл. 1). Большая часть исследованных посевов пшеницы располагалась в юго-западной и южной частях области (рис. 1), где сосредоточены основные посевные площади зерновых культур региона.

Посевы пшеницы исследовали с конца июня по конец августа в одну из фенологических фаз роста: молочной, молочно-восковой или восковой спелости. Обследование полей проводили по следующей схеме:

1. Учитывали все сорные растения по краям поля.
2. Прокладывали вглубь поля от двух до нескольких трансект длиной от 20 до 100 м (в зависимости от площади посевов) и учитывали сорные виды в основной части посевов.

of wheat compliance with the phytosanitary requirements of specific importing countries when considering potential markets for crop products.

Key words. Crop inspection, grain export, phytosanitary condition.

INTRODUCTION



Wheat occupies a leading position in Russian crop exports. In 2021, the Russian Federation supplied more than 32 million tons of wheat to 89 countries of the world (ASD “Dostup-TSVT”). As an exporter, Russia must comply with the phytosanitary safety requirements of the crop products it supplies. At the same time, typical representatives of the weed flora of the sending country may be present in the list of quarantine objects of the importing countries. Since wheat is grown in many regions of Russia, it seems an urgent task to study the regional characteristics of the weed component of wheat in the Russian Federation in order to assess the export potential of this crop.

On the territory of Penza Oblast, wheat is the predominant agricultural crop, ranking first in terms of sown area (Territory..., 2022), as well as product exports (ASD “Dostup-TSVT”). In 2021, more than 1.5 million tons of wheat were harvested in the region (Ministry..., 2022), of which about 60,000 tons were exported to Azerbaijan, Kazakhstan, and Latvia (data from the Penza Branch of FGBU “VNIICR”). In this regard, it seems relevant and necessary to establish the phytosanitary status of wheat grown in Penza Oblast in terms of the presence of quarantine weeds and to identify the most complete list of possible plant species not regulated in Russia detected in its crops and grain.

MATERIALS AND METHODS

In 2019–2021, 27 wheat fields with a total area of 4977 ha, located in 10 districts of Penza Oblast, were surveyed (Fig. 1, Table 1). Most of the studied wheat crops were located in the southwestern and southern parts of the region (Fig. 1), where the main sown areas of grain crops in the region are concentrated.

Wheat crops were studied from the end of June to the end of August in one of the phenological phases of growth: milky, milky-wax or waxy ripeness. The fields were surveyed according to the following scheme:

1. All weeds along the edges of the field were taken into account.
2. From 2 to several transects from 20 to 100 m long were laid deep into the field (depending on the area of crops) and weed species were taken into account in the main part of the crops.

Standard inspection schemes were not used due to the complex configuration of most of the studied fields.

Phenophase was noted in all the detected weeds in order to assess the likelihood of their seeds maturing by the time of harvesting.

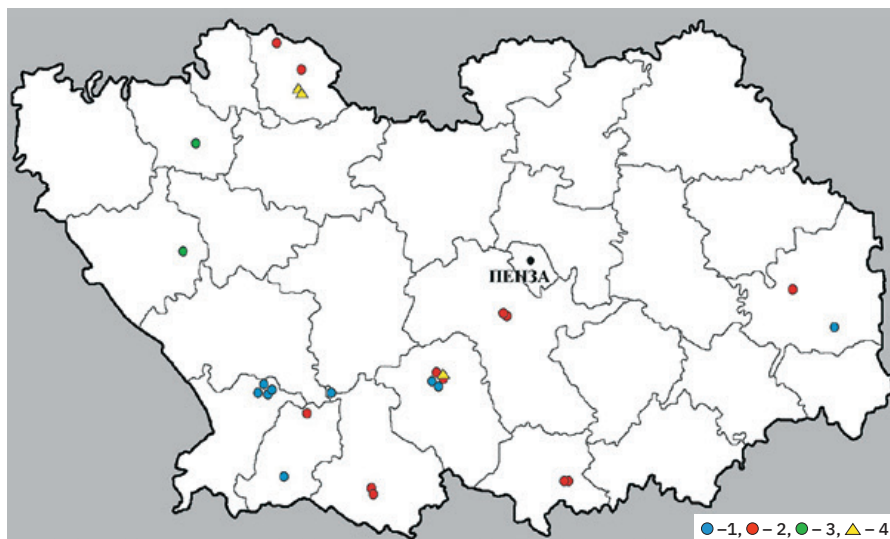


Рис. 1. Исследованные поля пшеницы.
Озимая пшеница: 1 – 2019 г.; 2 – 2020 г.;
3 – 2021 г. Яровая пшеница: 4 – 2020 г.

Fig. 1. Studied wheat fields.
Winter wheat: 1 – 2019; 2 – 2020;
3 – 2021. Spring wheat: 4 – 2020

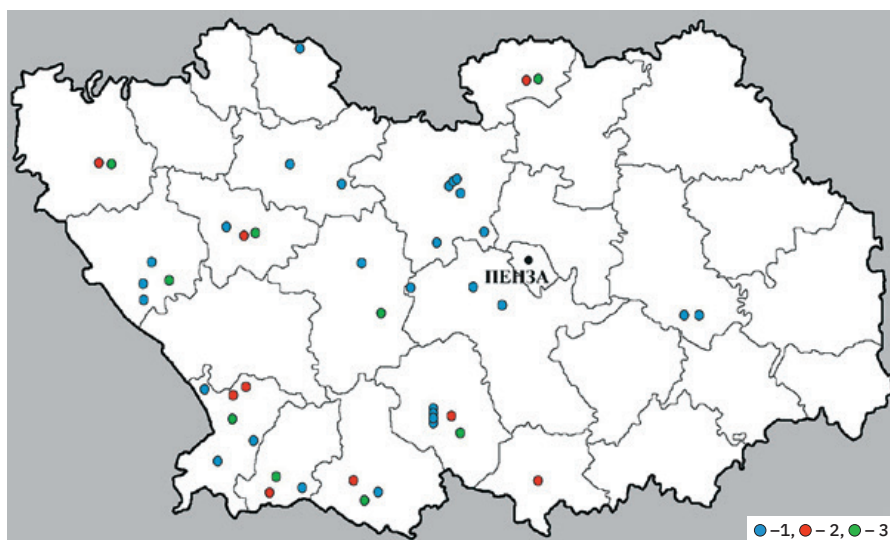


Рис. 2. Места отбора образцов пшеницы:
1 – 2019 г.; 2 – 2020 г.; 3 – 2021 г.

Fig. 2. Wheat sampling sites:
1 – 2019; 2 – 2020; 3 – 2021

Стандартные схемы осмотра не применялись по причине сложной конфигурации большинства исследованных полей.

У всех встреченных сорных растений отмечали фенофазу, чтобы оценить вероятность созревания их семян ко времени уборки урожая.

3. Виды определяли в полевых условиях визуально и в лаборатории по морфологическим признакам с помощью стереомикроскопа Stemi 2000 C, используя определители флоры Пензенской области, электронные ресурсы (Васюков, Саксонов, 2020; Маевский, 2014; Никитин, 1983; Солянов, 2001; Фисюнов, 1984; Плантариум; AgroAtlas; GBIF).

Все сорные виды растений, находившиеся в стадии цветения и плодоношения, были гербаризованы. Собранный таким образом материал использовали для окончательной идентификации плодов и семян, найденных в образцах зерна.

Для понимания, какое число и какие виды сорных растений, встреченных в посевах пшеницы, попадают в готовую зерновую продукцию, была изучена засоренность 475 образцов пшеницы урожая

3. Species were identified in the field visually and in the laboratory by morphological features using a Stemi 2000 C stereomicroscope, using Penza Oblast flora determinants, electronic resources (Vasyukov and Saxonov, 2020; Mayevsky, 2014; Nikitin, 1983; Solyanov, 2001; Fisyunov, 1984; Plantarium; AgroAtlas; GBIF).

All weed species of plants that were in the stage of flowering and fruiting were herbarized. The material collected in this way was used for the final identification of fruits and seeds detected in grain samples.

To understand how many and what weed species detected in wheat crops get into finished grain products, we studied the infestation of 475 samples of wheat harvested in 2018–2020, which arrived at the testing laboratory of the Penza Branch of the FGBU “VNIKR” from 15 districts of Penza Oblast (Fig. 2).

The samples were examined manually, carefully pouring the grain onto a parsing board in small portions and sorting it with a spatula using a forehead magnifier. Weed fruits and seeds were identified by morphological characters using a Stemi 2000 C stereomicroscope using literary sources and electronic resources (Volkova et al., 2007; Dobrokhoto, 1961; Maisuryan and Atabekova, 1978; Moskalenko and Yudin, 1999), and also previously identified own herbarium collections in the fruiting phase of 2019–2021.

RESULTS AND DISCUSSION

Comparative analysis of wheat grain harvest 2018–2020

475 wheat samples were studied: 2018 harvest – 81 samples, 2019 harvest – 197 samples and 2020 harvest – 197 samples.

As a result of a herbological study of wheat samples from the 2018 harvest, fruits and seeds of 51 weed species were identified, 64 species from the 2019 harvest, and 67 species from the 2020 harvest (Table 2). Thus, the total list of species, the fruits and seeds of which were noted in wheat grain for 3 years, includes 84 species (Table 2).

The analysis of the data obtained showed that most often and in large quantities in wheat samples of the 2018–2020 harvest, there were fruits and seeds *Setaria pumila* (Poir.) Roem. & Schult., *Fallopia convolvulus* (L.)

2018–2020 гг., поступивших в испытательную лабораторию Пензенского филиала ФГБУ «ВНИИКР» из 15 районов Пензенской области (рис. 2).

Образцы исследовали методом ручного разбора, аккуратно высыпая зерно на разборочную доску небольшими порциями и перебирая шпателем с использованием налобной лупы. Идентификацию плодов и семян сорных растений проводили по морфологическим признакам с помощью стереомикроскопа Stemi 2000 C с использованием литературных источников и электронных ресурсов (Волкова и др., 2007; Доброхотов, 1961; Майсурян, Атабекова, 1978; Москаленко, Юдин, 1999), а также предварительно идентифицированных собственных гербарных сборов в фазе плодоношения 2019–2021 гг.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительный анализ зерна пшеницы урожая 2018–2020 гг.

Исследовано 475 образцов пшеницы: урожая 2018 г. – 81 образец, урожая 2019 г. – 197 образцов и урожая 2020 г. – 197 образцов.

В результате герботологического исследования образцов пшеницы урожая 2018 г. выявлены плоды и семена 51 вида сорных растений, урожая 2019 г. – 64 видов, урожая 2020 г. – 67 видов (табл. 2). Таким образом, суммарный список видов, плоды и семена которых отмечены в зерне пшеницы за 3 года, включает 84 вида (табл. 2).

Анализ полученных данных показал, что наиболее часто и в большом количестве в образцах пшеницы урожая 2018–2020 гг. на протяжении всех трех лет встречались плоды и семена *Setaria pumila* (Poir.) Roem. & Schult., *Fallopia convolvulus* (L.) Á. Löve и *Convolvulus arvensis* L. (табл. 3). Встречаемость семян и плодов остальных видов сильно менялась по годам. Так, например, в урожае 2018 г. плоды *Elytrigia repens* (L.) Nevski встречались примерно в 30% исследованных образцов, в то время как более 70% образцов зерна урожая 2020 г. содержали его зерновки (табл. 3). И наоборот, семена *Chenopodium album* L., попадавшие более чем в 60% образцов пшеницы урожаев 2018 и 2019 гг., в образцах пшеницы урожая 2020 г. встречались в два раза реже (табл. 3).

В течение всех трех лет исследований в образцах зерна пшеницы находили семена карантинного для ЕАЭС вида – *Cuscuta campestris* Yunck. (табл. 2). Единоразово в зерне пшеницы урожая 2019 г. были найдены семена *Ambrosia trifida* L. (табл. 2). Данное единичное обнаружение требует

Á. Löve and *Convolvulus arvensis* L. (Table 3). The occurrence of seeds and fruits of other species varied greatly over the years. So, for example, in the harvest of 2018, *Elytrigia repens* (L.) Nevski fruits were found in approximately 30% of the studied samples, while more than 70% of grain samples from the 2020 harvest contained

Таблица 1
Исследованные поля пшеницы

Table 1
Studied wheat fields

Год Year	Район исследований Area of study	№ поля* Field №*	Координаты Coordinates	Площадь поля, га Field area, ha
2019	Тамалинский Tamalinsky	1	52.793800, 43.533050	293
		2	52.794480, 43.541114	498
		3	52.756430, 43.544510	237
		4	52.756590, 43.555340	232
	Сердобский Serdobsky	5	52.778050, 43.886540	54
	Бековский Bekovsky	6	52.486245, 43.552130	189
	Кузнецкий Kuznetsky	7	52.976224, 46.732462	56
	Колышлейский Kolyshleysky	8	52.820720, 44.450500	251
		9	52.812740, 44.464130	161
2020	Колышлейский Kolyshleysky	10	52.803357, 44.493202	221
		11	52.800996, 44.511333	111
		12	52.813050, 44.467390	408
	Бековский Bekovsky	13	52.698760, 43.794010	2
	Сердобский Serdobsky	14	52.397250, 44.081680	178
		15	52.395780, 44.08060	203
	Пензенский Penzensky	16	53.036166, 44.771721	238
		17	53.033895, 44.779172	363
	Малосердобинский Maloserdobinsky	18	52.474446, 45.206296	255
		19	52.474352, 45.209792	423
	Наровчатский Narovchatsky	20	53.73107, 43.67059	130
		21	53.93202, 43.60084	113
		22	53.767513, 43.641062	65
		23	53.766680, 43.644632	127
	Кузнецкий Kuznetsky	24	53.092770, 46.312259	50
2021	Башмаковский Bashmakovsky	25	53.216426, 43.066862	55
		26	53.219568, 43.110786	37
	Вадинский Vadinsky	27	53.628441, 43.290695	27

* Цветом выделены изученные поля яровой пшеницы, не выделены цветом поля озимой пшеницы.

* The studied fields of spring wheat are highlighted in color, the fields of winter wheat are not highlighted in color.

Таблица 2

Видовой состав растений, плоды и семена которых выявлены в зерне пшеницы урожая 2018–2020 гг.*

Table 2

The species composition of plants the fruits and seeds of which were found in wheat grain of the 2018–2020 harvest*

№ п/п №	Вид Species	Урожай пшеницы Wheat harvest		
		2018 г.	2019 г.	2020 г.
1	<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	+	+	+
2	<i>Amaranthus albus</i> L.	+	–	–
3	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	+	+	+
4	<i>Ambrosia trifida</i> L.	–	+	–
5	<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.	–	+	+
6	<i>Arctium lappa</i> L.	+	–	–
7	<i>Arctium tomentosum</i> Mill.	–	+	+
8	<i>Avena fatua</i> L.	+	+	+
9	<i>Brassica juncea</i> (L.) Czern.	+	–	–
10	<i>Brassica napus</i> L.	–	–	+
11	<i>Bromus arvensis</i> L.	–	+	+
12	<i>Bunias orientalis</i> L.	+	+	–
13	<i>Buglossoides arvensis</i> (L.) I.M. Johnst.	+	+	+
14	<i>Camelina microcarpa</i> Andrz. ex DC.	+	+	+
15	<i>Camelina sativa</i> (L.) Crantz	+	+	+
16	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medikus	–	–	+
17	<i>Cannabis sativa</i> L.	+	+	–
18	<i>Chenopodium album</i> L.	+	+	+
19	<i>Centaurea cyanus</i> L.	+	+	+
20	<i>Cichorium intybus</i> L.	+	+	+
21	<i>Cirsium setosum</i> (Willd.) Besser	+	+	+
22	<i>Conium maculatum</i> L.	–	–	+
23	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	–	+	+
24	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	+	+	+
25	<i>Cuscuta campestris</i> Yunck.	+	+	+
26	<i>Cyclachaena xanthiifolia</i> (Nutt.) Fresen.	+	–	–
27	<i>Delphinium consolida</i> L.	+	+	+
28	<i>Draba nemorosa</i> L.	+	–	–
29	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	+	+	+
30	<i>Echium vulgare</i> L.	+	+	+
31	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	+	+	+
32	<i>Euphorbia virgata</i> Waldst. & Kit.	+	+	+
33	<i>Falcaria vulgaris</i> Bernh.	–	+	–
34	<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve	+	+	+
35	<i>Fumaria officinalis</i> L.	–	+	+
36	<i>Galega orientalis</i> Lam.	–	+	+
37	<i>Galium aparine</i> L.	+	+	+
38	<i>Galium verum</i> L.	–	+	+
39	<i>Galeopsis ladanum</i> L.	+	+	+
40	<i>Galeopsis bifida</i> Boenn.	+	+	+
41	<i>Heracleum sibiricum</i> L.	–	–	+
42	<i>Hypericum perforatum</i> L.	–	–	+
43	<i>Lactuca serriola</i> L.	–	+	+
44	<i>Lappula squarrosa</i> (Retz.) Dumort.	+	+	+

проведения дополнительных обследований посевов пшеницы Пензенской области на присутствие этого вида.

Соотношение разных групп сорных растений, семена которых найдены в зерне пшеницы, осталось неизменным в течение трех лет. Так, преобладающими в составе сорной примеси были семена двудольных однолетних видов растений (56–66% от общего объема встреченных видов) (рис. 3). Самую незначительную группу составили однодольные многолетние растения (2–3% от общего объема встреченных видов), представленные преимущественно пыреем ползучим.

Сравнительный анализ состава сорных растений в зерне и посевах пшеницы

В связи с тем, что мы не можем провести прямого сравнения видового состава сорных растений конкретного поля и собранного непосредственно

its grains (Table 3). And vice versa, *Chenopodium album* L. seeds detected in more than 60% of wheat samples of 2018 and 2019 harvest, in wheat samples of the 2020 harvest were twice as rare (Table 3).

During all three years of research, seeds of a quarantine species for the EAEU were detected in wheat grain samples – *Cuscuta campestris* Yunck. (Table 2). *Ambrosia trifida* L. achenes were detected once in the wheat grain of the 2019 harvest (Table 2). This single detection requires additional surveys of wheat crops in Penza Oblast for the presence of this species.



The ratio of different groups of weeds, the seeds of which were detected in the grain of wheat, remained unchanged for three years. Thus, seeds of



Таблица 2
Продолжение

Table 2
Continuation

№ п/п №	Вид Species	Урожай пшеницы Wheat harvest		
		2018 г.	2019 г.	2020 г.
45	<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	+	+	+
46	<i>Lathyrus pratensis</i> L.	–	–	+
47	<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	+	+	+
48	<i>Lycopsis arvensis</i> L.	–	+	+
49	<i>Malva pusilla</i> Sm.	–	+	+
50	<i>Medicago lupulina</i> L.	–	–	+
51	<i>Medicago sativa</i> L.	–	+	+
52	<i>Melandrium album</i> (Mill.) Garcke	+	+	+
53	<i>Melilotus albus</i> Medikus	–	+	–
54	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pallas	–	+	+
55	<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill	–	–	+
56	<i>Oberna behen</i> (L.) Ikonn.	–	+	+
57	<i>Onobrychis arenaria</i> (Kit.) DC.	+	–	–
58	<i>Neslia paniculata</i> (L.) Desv.	+	+	+
59	<i>Panicum miliaceum</i> var. <i>ruderales</i> Kitag.	+	+	+
60	<i>Persicaria scabra</i> (Moench) Moldenke	+	+	+
61	<i>Plantago major</i> L.	+	–	–
62	<i>Poa pratensis</i> L.	–	–	+
63	<i>Polygonum aviculare</i> L.	+	+	+
64	<i>Polygonum hydropiper</i> L.	+	+	–
65	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	+	+	+
66	<i>Rumex crispus</i> L.	+	+	+
67	<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult.	+	+	+
68	<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	+	+	+

№ п/п №	Вид Species	Урожай пшеницы Wheat harvest		
		2018 г.	2019 г.	2020 г.
69	<i>Silene dichotoma</i> Ehrh.	–	–	+
70	<i>Silene noctiflora</i> L.	–	+	+
71	<i>Sinapis alba</i> L.	+	–	–
72	<i>Sinapis arvensis</i> L.	+	+	+
73	<i>Stachys annua</i> (L.) L.	+	+	+
74	<i>Stachys palustris</i> L.	–	–	+
75	<i>Stachys recta</i> L.	–	+	–
76	<i>Stellaria graminea</i> L.	–	–	+
77	<i>Thlaspi arvense</i> L.	+	+	+
78	<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch. Bip.	+	+	+
79	<i>Verbascum nigrum</i> L.	–	+	–
80	<i>Vicia angustifolia</i> Reichard	+	+	+
81	<i>Vicia cracca</i> L.	–	+	+
82	<i>Vicia hirsuta</i> (L.) Gray	+	+	+
83	<i>Vicia villosa</i> Roth	–	+	–
84	<i>Viola arvensis</i> Murray	+	+	+

*  – цветом выделены виды, плоды и семена, выявленные в зерне пшеницы урожая 2019 г., которые не присутствовали в зерне урожая 2018 г.;
 – цветом выделены виды, плоды и семена, выявленные в зерне пшеницы урожая 2020 г., которые не присутствовали в зерне урожая 2018 и 2019 гг.

*  – the color highlights the species, fruits and seeds detected in the wheat grain of the 2019 harvest, which were not present in the grain of the 2018 harvest;
 – the color highlights the species, fruits and seeds detected in the wheat grain of the 2020 harvest, which were not present in the grain of the 2018 and 2019 harvests.

с него образца зерна, приводим только некоторые общие тенденции.

В 2020 г. наиболее часто (в 75% исследованных полей) в посевах пшеницы встречалось 8 видов сорных растений: *Tripleurospermum inodorum*, *Sonchus arvensis* L., *Artemisia vulgaris* L., *Cirsium setosum*, *Convolvulus arvensis*, *Delphinium consolida*, *Cichorium intybus*, *Tanacetum vulgare* L. (табл. 4). Из этих видов только вьюнок полевой также часто отмечался и в образцах зерна пшеницы урожая 2020 г. (87,8%).

Подобная ситуация отмечалась и в 2019 г. По нашему мнению, она может быть объяснена рядом причин.

1. Семена и плоды некоторых видов, преимущественно двудольных многолетних или двулетних растений (*Lactuca serriola*, *Cichorium intybus*, *Cirsium setosum*, *Euphorbia virgata*, *Sonchus arvensis*), часто встречавшихся на полях озимой пшеницы, либо не попали в исследованное зерно вообще, либо встречались

dicotyledonous annual plant species were predominant in the composition of the weed admixture (56–66% of the total volume of species encountered) (Fig. 3). The smallest group consisted of monocotyledonous perennial plants (2–3% of the total volume of species encountered), represented mainly by *Elytrigia repens* (L.) Nevski.

Comparative analysis of the composition of weeds in grain and wheat crops

Since we cannot make a direct comparison of the species composition of weeds in a particular field and a grain sample collected directly from it, we present only some general trends.

Таблица 3

Виды сорных растений, семена и плоды которых наиболее часто встречались в образцах зерна пшеницы урожая 2018–2020 гг.

Table 3

The species composition of plants the fruits and seeds of which were found in wheat grain of the 2018–2020 harvest

Пшеница урожая 2018 г. 2018 wheat harvest			Пшеница урожая 2019 г. 2019 wheat harvest			Пшеница урожая 2020 г. 2020 wheat harvest		
№ п/п №	Вид Species	Встречае- мость, % Occur- rence, %	№ п/п №	Вид Species	Встречае- мость, % Occur- rence, %	№ п/п №	Вид Species	Встречае- мость, % Occur- rence, %
1	<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult.	91,4	1	<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve	99,0	1	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	87,8
2	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	88,9	2	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	95,9	2	<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve	79,2
3	<i>Chenopodium album</i> L.	69,1	3	<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult.	81,2	3	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	72,1
4	<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve	66,7	4	<i>Avena fatua</i> L.	76,7	4	<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult.	65,0
5	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	60,5	5	<i>Lappula squarrosa</i> (Retz.) Dumort.	62,4	5	<i>Galium aparine</i> L.	62,9
6	<i>Delphinium consolida</i> L.	51,2	6	<i>Chenopodium album</i> L.	60,4	6	<i>Galeopsis bifida</i> Boenn.	51,8
7	<i>Galium aparine</i> L.	48,2	7	<i>Delphinium consolida</i> L.	49,2	7	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	39,6
8	<i>Avena fatua</i> L.	48,1	8	<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	39,1	8	<i>Thlaspi arvense</i> L.	39,1
9	<i>Persicaria scabra</i> (Moench) Moldenke	39,5	9	<i>Galeopsis ladanum</i> L.	36,0	9	<i>Delphinium consolida</i> L.	34,5
10	<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch. Bip.	35,8	10	<i>Persicaria scabra</i> (Moench) Moldenke	34,0	10	<i>Persicaria scabra</i> (Moench) Moldenke	34,5
11	<i>Euphorbia virgata</i> Waldst. & Kit.	34,6	11	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	32,5	11	<i>Galeopsis ladanum</i> L.	32,5
12	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	33,3	12	<i>Galeopsis bifida</i> Boenn.	32,0	12	<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch. Bip.	32,5
						13	<i>Chenopodium album</i> L.	30,5
						14	<i>Lappula squarrosa</i> (Retz.) Dumort.	29,9

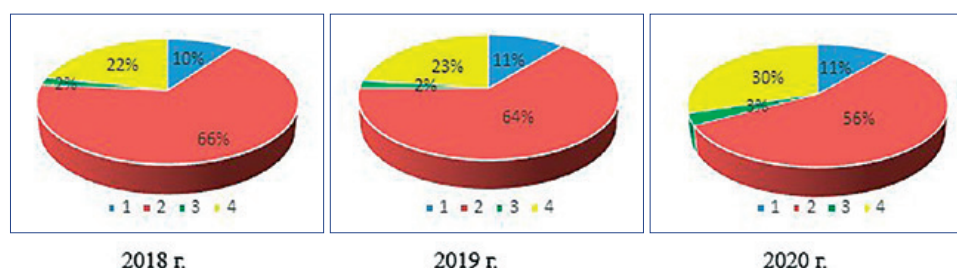


Рис. 3. Группы видов растений, плоды и семена которых выявлены в зерне пшеницы урожая 2018–2020 гг., %: 1 – однодольные однолетние растения; 2 – двудольные однолетние растения; 3 – однодольные многолетние растения; 4 – двудольные многолетние растения

Fig. 3. Groups of plant species, the fruits and seeds of which were found in the wheat grain of the 2018–2020 harvest, %: 1 – monocotyledonous annuals; 2 – dicotyledonous annuals; 3 – monocotyledonous perennials; 4 – dicotyledonous perennials

Таблица 4

Виды сорных растений, которые наиболее часто встречались на полях и в зерне пшеницы в 2020 г.

Table 4

Weed species most often detected in fields and in wheat grain in 2020

Поля пшеницы, 2020 г. Wheat fields, 2020 г.			Зерно пшеницы урожая 2020 г. 2020 harvest wheat grain		
№ п/п №	Вид Species	Встречае- мость, % Occurrence, %	№ п/п №	Вид Species	Встречае- мость, % Occurrence, %
1	<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch. Bip.	100	1	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	87,8
2	<i>Sonchus arvensis</i> L.	91,7	2	<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve	79,2
3	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	83,3	3	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	72,1
4	<i>Cirsium setosum</i> (Willd.) Besser	83,3	4	<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult.	65,0
5	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	83,3	5	<i>Galium aparine</i> L.	62,9
6	<i>Delphinium consolida</i> L.	83,3	6	<i>Galeopsis bifida</i> Boenn.	51,8
7	<i>Cichorium intybus</i> L.	75	7	<i>Avena fatua</i> L.	39,6
8	<i>Tanacetum vulgare</i> L.	75	8	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	39,6
9	<i>Euphorbia virgata</i> Waldst. & Kit.	66,7	9	<i>Thlaspi arvense</i> L.	39,1
10	<i>Bromopsis inermis</i> (Leyss.) Holub	58,3	10	<i>Delphinium consolida</i> L.	34,5
11	<i>Bromus arvensis</i> L.	58,3	11	<i>Persicaria scabra</i> (Moench) Moldenke	34,5
12	<i>Chenopodium album</i> L.	58,3	12	<i>Galeopsis ladanum</i> L.	32,5
13	<i>Plantago major</i> L.	58,3	13	<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch. Bip.	32,5
14	<i>Polygonum aviculare</i> L.	58,3	14	<i>Chenopodium album</i> L.	30,5
15	<i>Viola arvensis</i> Murray	58,3	15	<i>Lappula squarrosa</i> (Retz.) Dumort.	29,9
16	<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	50			
17	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	50			
18	<i>Carduus acanthoides</i> L.	50			
19	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	50			
20	<i>Galeopsis ladanum</i> L.	50			
21	<i>Galium aparine</i> L.	50			
22	<i>Lactuca serriola</i> L.	50			
23	<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve	50			
24	<i>Rumex crispus</i> L.	50			
25	<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult.	50			
26	<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	50			

в образцах редко из-за несовпадения сроков плодоношения сорных видов со временем уборки урожая.

2. Значительная летучесть некоторых плодов растений, часто встречавшихся на полях (например, *Lactuca serriola* и *Sonchus arvensis*), также обуславливает их редкое присутствие в зерне.

3. Некоторые сорные виды, такие как *Artemisia vulgaris*, *Cichorium intybus*, *Tanacetum vulgare* и др., регулярно встречаются в посевах пшеницы, но произрастают в основном по краю полей, не попадая в основной массив зерна, так как при соблюдении технологии возделывания край поля

In 2020, 8 species of weeds were most often detected in wheat crops (in 75% of the studied fields): *Tripleurospermum inodorum*, *Sonchus arvensis* L., *Artemisia vulgaris* L., *Cirsium setosum*, *Convolvulus arvensis*, *Delphinium consolida*, *Cichorium intybus*, *Tanacetum vulgare* L. (Table 4). Of these species, only *Convolvulus arvensis* has also been frequently observed in 2020 wheat grain samples (87,8%).

A similar situation was observed in 2019. In our opinion, it can be explained by a number of reasons.

1. Seeds and fruits of some species, mainly dicotyledonous perennials or biennials (*Lactuca serriola*, *Cichorium intybus*, *Cirsium setosum*, *Euphorbia virgata*, *Sonchus arvensis*), were often detected in the fields of winter wheat, either did not get into the studied grain at all, or were rarely found in the samples due to the discrepancy between the timing of the fruiting of weed species and the time of harvesting.

2. Significant volatility of some fruits of plants often found in the fields (for example, *Lactuca serriola* and *Sonchus arvensis*), also accounts for their rare presence in grain.

3. Some weed species, such as *Artemisia vulgaris*, *Cichorium intybus*, *Tanacetum vulgare*, etc., are regularly detected in wheat crops, but grow mainly along

предварительно обкашивается перед основной уборкой урожая (рис. 4d).

Итоги трехгодичного исследования посевов пшеницы

В ходе трехгодичного мониторинга полей пшеницы выявлено 147 видов сорных растений, которые были сосредоточены прежде всего в краевой части исследованных полей. В сильно засоренных посевах значительное число сорных видов произрастало и в краевой, и в основной частях агроценоза (рис. 4b). Последний факт говорит о ненадлежащем возделывании полей, отсутствии гербицидной обработки, отказе от использования чистого семенного материала и т. д. Значительное число видов сорных растений и их обилие на полях возделываемых культур, в том числе и пшеницы, приводят к регулярному пополнению почвенного банка семян сорняков. При этом семена многих видов, в том числе карантинных, могут сохраняться в почве десятки лет, не теряя жизнеспособности.

В 2019–2020 гг. в исследованных полях пшеницы выявлены и описаны очаги *Cuscuta campestris*. В 2021 г. карантинные виды на изученных полях не обнаружены.

Помимо травянистых растений, в составе сорной растительности пшеничных полей присутствовали и древесные виды (например, проростки

the edge of the fields, not getting into the main mass of grain, since, if the cultivation technology is followed, the edge of the field is pre-mowed before the main harvest (Fig. 4d).

Results of a three-year study of wheat crops

During the three-year monitoring of wheat fields, 147 species of weeds were identified, which were concentrated primarily in the marginal part of the studied fields. In heavily contaminated crops, a significant number of weed species grew both in the marginal and in the main parts of the agroecosystem (Fig. 4b). The latter fact speaks of improper cultivation of fields, the absence of herbicide treatment, the refusal to use pure seed material, etc. A significant number of weed species and their abundance in the fields of cultivated crops, including wheat, also lead to regular replenishment of the soil seed bank weeds. At the same time, seeds of many species, including quarantine ones, can be stored in the soil for decades without losing viability.

In 2019–2020, outbreaks of *Cuscuta campestris* were detected and described in the studied wheat fields. No quarantine species were detected in the studied fields in 2021.

In addition to herbaceous plants, weeds in wheat fields also included woody species (for example, seedlings of *Acer negundo* L., *Rubus caesius* L., *Corylus avellana* L., *Fraxinus excelsior* L., etc.) (Fig. 4c). Woody plants in the

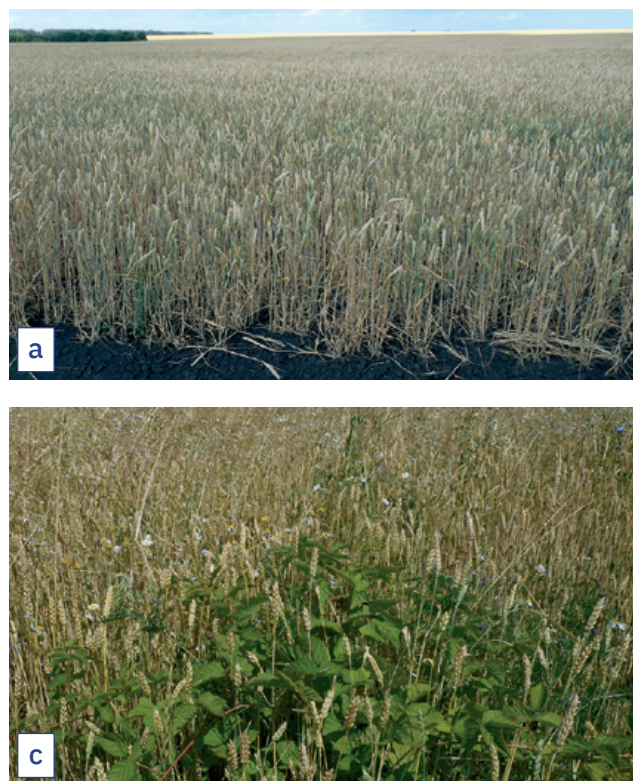


Рис. 4. Разные по засоренности посевы пшеницы Пензенской области:
а – поле пшеницы с минимальным количеством сорных видов; б – поле пшеницы с большим обилием сорных видов; в – поле пшеницы с присутствием *Rubus caesius* L.; д – поле пшеницы с присутствием сорных растений только по краям посевов (фото авторов)



Fig. 4. Wheat crops of different contamination in Penza Oblast:
a – wheat field with a minimum number of weed species; b – a field of wheat with a large abundance of weed species; c – wheat field with the presence of *Rubus caesius* L.; d – wheat field with the presence of weeds only along the edges of the crops (photos by the authors)

Acer negundo L., *Rubus caesius* L., *Corylus avellana* L., *Fraxinus excelsior* L. и др.) (рис. 4с). Древесные растения на территории посевов создают дополнительные трудности при уборке урожая и также свидетельствуют о несоответствующей агротехнике.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований составлены предварительные списки сорных растений, встречающихся в посевах (147 видов) и зерне (84 вида) пшеницы Пензенской области. Присутствие этих растений на рассматриваемой территории, отмеченное в течение длительного времени, обеспечивается почвенным банком семян. В связи с этим полученные данные могут быть использованы для оценки экспортных рисков при реализации растениеводческой продукции региона в конкретные страны-импортеры и предоставляют возможность проведения комплекса превентивных агротехнических и фитосанитарных мероприятий.

За 3 года исследований установлено, что как в посевах, так и в зерне пшеницы по числу видов в сорном компоненте преобладает группа двудольных однолетних сорных растений. Видовой состав этой группы может варьировать на разных полях, что обусловлено не столько географическим фактором, сколько локальными почвенно-климатическими условиями, почвенным банком семян и севооборотом конкретных полей. В списке сорных видов, обнаруженных в исследованных посевах и зерне пшеницы, присутствует карантинный для ЕАЭС вид *Cuscuta campestris*. В связи с обнаружением семян *Ambrosia trifida* в образцах зерна необходимо провести дополнительные исследования посевов пшеницы Пензенской области на присутствие этого вида.

Благодарность. Авторы выражают искреннюю признательность Ю.Ю. Кулаковой (кандидату биологических наук, ведущему научному сотруднику – начальнику научно-методического отдела инвазивных видов растений ФГБУ «ВНИИКР») и В.А. Гущиной (доктору сельскохозяйственных наук, заведующей кафедрой растениеводства и лесного хозяйства ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ) за конструктивное обсуждение статьи в ходе ее подготовки и редактирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васюков В., Саксонов С., 2020. Конспект флоры Пензенской области / Флора Волжского бассейна. Т. IV; науч. ред. проф. С.В. Саксонов. – Тольятти: Анна, 211 с.
2. Волкова Е., Данкверт С., Маслов М., Магомедов У., 2007. Атлас плодов и семян сорных и ядовитых растений, засоряющих подкарантинную продукцию. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 301 с.
3. Доброхотов В., 1961. Семена сорных растений. – М.: Сельхозиздат, 289 с.
4. Маевский П., 2014. Флора средней полосы европейской части России. 11-е изд. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 635 с.
5. Майсурян Н., Атабекова А., 1978. Определитель семян и плодов сорных растений. – М.: Колос, 288 с.
6. Москаленко Г., Юдин Б., 1999. Атлас семян и плодов сорных растений, встречающихся

area of crops create additional difficulties in harvesting and also indicate inappropriate agricultural practices.

CONCLUSION

As a result of the research, preliminary weed lists detected in wheat crops (147 species) and grain (84 species) in Penza Oblast were compiled. The presence of these plants in the area under consideration, noted for a long time, is provided by the soil seed bank. In this regard, the data obtained can be used to assess export risks when selling crop products of the region to specific importing countries and provide an opportunity to carry out a set of preventive agrotechnical and phytosanitary measures.

For 3 years of research, it has been established that both in crops and in wheat grain, in terms of the number of species in the weed component, a group of dicotyledonous annual weeds predominates. The species composition of this group may vary in different fields, which is due not so much to geographical factors as to local soil and climatic conditions, soil seed bank and crop rotation of specific fields. The list of weed species detected in the studied wheat crops and grains includes *Cuscuta campestris*, a quarantine species for the EAEU. In connection with the detection of *Ambrosia trifida* achenes in grain samples, it is necessary to conduct additional studies of wheat crops in Penza Oblast for the presence of this species.

Acknowledgement. The authors express their sincere gratitude to Yu.Yu. Kulakova (PhD in Biology, Leading Researcher – Head of the Research and Methodology Department of Invasive Plant Species of the FGBU “VNIICR”) and V.A. Gushchina (Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department of Plant Growing and Forestry, Penza State Agrarian University) for the constructive discussion of the article during its preparation and editing.

REFERENCES

1. Vasyukov V., Saxonov S. Synopsis of the flora of Penza Oblast [Konspekt flory Penzenskoy oblasti]. Flora of the Volga basin. T. IV; scientific ed. prof. S.V. Saxonov. Togliatti: Anna, 2020; 211 p. (in Russian).
2. Volkova E., Dankvert S., Maslov M., Magomedov U. Atlas of fruits and seeds of weeds and poisonous plants that contaminate regulated products [Atlas plodov i semyan sornykh i yadovitykh rasteniy, zasoryayushchikh podkarantinnuyu produktsiyu]. M.: Association of Scientific Publications KMK, 2007; 301 p. (in Russian).
3. Dobrokhoto V. Weed seeds [Semena sornykh rasteniy]. M.: Selkhozizdat, 1961; 289 p. (in Russian).
4. Mayevsky P. Flora of the middle zone of the European part of Russia [Flora sredney polosy yevropeyskoy chasti Rossii]. 11th ed. M.: Association of scientific publications KMK, 2014; 635 p. (in Russian).
5. Maisuryan N., Atabekova A. Key to weed seeds and fruits [Opredelitel semyan i plodov sornykh rasteniy]. M.: Kolos, 1978; 288 p. (in Russian).
6. Moskalenko G., Yudin B. Atlas of seeds and fruits of weeds found in regulated cargoes and materials [Atlas semyan i plodov sornykh rasteniy,

в подкарантинных грузах и материалах. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 264 с.

7. Никитин В., 1983. Сорные растения флоры СССР. – Л.: Наука, 454 с.

8. Солянов А., 2001. Флора Пензенской области. – Пенза: ПГПУ им. В.Г. Белинского, 310 с.

9. Фисюнов А., 1984. Сорные растения. – М.: Колос, 320 с.

10. Автоматизированная система доступа к данным таможенной статистики внешней торговли «Доступ-ТСВТ» (АСД «Доступ-ТСВТ»). – URL: <http://stat.customs.ru> (дата обращения: 06.03.2022).

11. Министерство сельского хозяйства Пензенской области. Новости [Электронный ресурс]. 2022. – URL: <https://mcx.pnzreg.ru/news/rastenievodstvo/2978/> (дата обращения: 13.03.2022).

12. Плантариум. Открытый онлайн-атлас и определитель растений и лишайников России и сопредельных стран [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.plantarium.ru> (дата обращения: 13.03.2022).

13. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пензенской области [Электронный ресурс]. 2022. – URL: https://pnz.gks.ru/agriculture_hunting_forestry?print=1 (дата обращения: 06.03.2022).

14. AgroAtlas. Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их болезни, вредители и сорные растения [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.agroatlas.ru/ru/gis/index.html> (дата обращения: 13.03.2022).

15. GBIF: Global Biodiversity Information Facility [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gbif.org> (дата обращения: 13.03.2022).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Сухолюзова Екатерина Александровна, кандидат биологических наук, научный сотрудник Пензенского филиала ФГБУ «ВНИИКР», г. Пенза, Россия; *ORCID 0000-0003-1272-4586*, *e-mail: e_kobozeva@mail.ru*.

Сафонов Алексей Викторович, директор Пензенского филиала ФГБУ «ВНИИКР», г. Пенза, Россия; *e-mail: av.safonov@list.ru*.

Сухолюзов Евгений Александрович, кандидат биологических наук, государственный инспектор отдела надзора в области карантина растений, качества и безопасности зерна и семеноводства по Пензенской области Управления Россельхознадзора по Республике Мордовия и Пензенской области, г. Пенза, Россия; *e-mail: e.sukholozov@mail.ru*.

vstrechayushchikhsya v podkarantinnykh gruzakh i materialakh]. М.: Association of scientific publications КМК, 1999; 264 p. (in Russian).

7. Nikitin V. Weeds of the flora of the USSR [Sornyye rasteniya flory SSSR]. L.: Nauka, 1983; 454 p. (in Russian).

8. Solyanov A. Flora of Penza Oblast [Flora Penzenskoy oblasti]. Penza: V.G. Belinsky Pedagogical Institute, 2001; 310 p. (in Russian).

9. Fisyunov A. Weeds [Sornyye rasteniya]. M.: Kolos, 1984; 320 p. (in Russian).

10. Automated system of access to data of customs statistics of foreign trade “Dostup-TSVT” (ASD “Dostup-TSVT”). URL: <http://stat.customs.ru> (last accessed: 06.03.2022) (in Russian).

11. Ministry of Agriculture of Penza Oblast. News [Electronic resource]. 2022. URL: <https://mcx.pnzreg.ru/news/rastenievodstvo/2978/> (last accessed: 13.03.2022) (in Russian).

12. Plantarium. An open online atlas and guide to plants and lichens in Russia and neighboring countries [Electronic resource]. URL: <https://www.plantarium.ru> (last accessed: 13.03.2022) (in Russian).

13. Territorial body of the Federal State Statistics Service for Penza Oblast [Electronic resource]. 2022. URL: https://pnz.gks.ru/agriculture_hunting_forestry?print=1 (last accessed: 06.03.2022) (in Russian).

14. AgroAtlas. Agroecological atlas of Russia and neighboring countries: economically significant plants, their diseases, pests and weeds [Electronic resource]. URL: <http://www.agroatlas.ru/ru/gis/index.html> (last accessed: 13.03.2022) (in Russian).

15. GBIF: Global Biodiversity Information Facility [Electronic resource]. URL: <https://www.gbif.org> (last accessed: 13.03.2022).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ekaterina Sukholozova, PhD in Biology, Researcher, Penza Branch of FGBU “VNIIEK”, Penza, Russia; *ORCID 0000-0003-1272-4586*, *e-mail: e_kobozeva@mail.ru*.

Aleksey Safonov, Director of Penza Branch of FGBU “VNIIEK”, Penza, Russia; *e-mail: av.safonov@list.ru*.

Evgeny Sukholozov, PhD in Biology, state inspector of the department for supervision in the field of plant quarantine, quality and safety of grain and seed production in the Penza region of the Office of the Rosselkhoz nadzor in the Republic of Mordovia and the Penza region, Penza, Russia; *e-mail: e.sukholozov@mail.ru*.