

## Тенденции филоагроценогенеза агроценозов кукурузы при разном уровне антропогенного воздействия

Алексей Юрьевич Червяков<sup>1</sup>, Дмитрий Владимирович Бочкирев<sup>2</sup>, Александр Николаевич Никольский<sup>3</sup>, Юлия Николаевна Недайборщ<sup>4</sup>, Владимир Дмитриевич Бочкирев<sup>5</sup>,

<sup>1-5</sup>Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва, Саранск, Россия, bochkarevdv@yandex.ru

**Аннотация.** Концептуальная модель «Фитосанитарная оптимизация агрофитоценозов» предполагает осуществление мониторинга в посевах основных сельскохозяйственных культур с целью определения ядра наиболее вредоносных сорных видов растений как основу для разработки адаптивно-интегрированной системы защиты растений. Объектом проведения исследований служил процесс филоагроценогенеза в агрофитоценозах кукурузы в условиях юга Нечерноземной зоны. Были проанализированы геоботанические материалы по туркам обследований посевов кукурузы. В работе использовали экспериментальный метод (полевые экологические изыскания) и теоретические методы исследования – информационный анализ и математическая статистика (коэффициенты Жаккара и Сьеренсена – Чекановского, коэффициенты ранговой корреляции Спирмена и Кэндалла). Проведенным мониторингом доказано, что за 90-летний период возделывания образовалось ядро засоренности, в основе которого яровые поздние виды сорных растений, отсутствующие в период экстенсивного земледелия. Неизменной во все годы обследований оставалась группа многолетних корнеотпрысковых сорняков. Данную особенность необходимо принимать во внимание при разработке системы защитных мероприятий. В настоящее время в агрофитоценозах присутствуют наиболее злостные корневищные и корнеотпрысковые сорняки, яровые ранние и яровые поздние виды.

**Ключевые слова:** кукуруза, сорные растения, видовой состав, численность, процент встречаемости, доминирующие виды.

**Для цитирования:** Червяков А. Ю., Бочкирев Д. В., Никольский А. Н., Недайборщ Ю. Н., Бочкирев В. Д. Тенденции филоагроценогенеза агроценозов кукурузы при разном уровне антропогенного воздействия // Аграрный научный журнал. 2021. № 10. С. 56–60. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2021i10pp56-60>.

### AGRONOMY

Original article

## Trends in community evolution of *zea mays* agrocenoses at different levels of anthropogenic impacts

Alexey Yu. Chervyakov<sup>1</sup>, Dmitry V. Bochkarev<sup>2</sup>, Alexander N. Nikolsky<sup>3</sup>, Yulia N. Nedayborsh<sup>4</sup>, Vladimir D. Bochkarev<sup>5</sup>

<sup>1-5</sup>National Research Mordovia State University named after N. P. Ogarov, Saransk, Russia, bochkarevdv@yandex.ru

**Abstract.** The conceptual model “Phytosanitary optimization of agrophytocenoses” involves monitoring the crops of the main agricultural crops. The purpose of monitoring is to determine the core of the most harmful weed plant species, as a basis for the development of an integrated plant protection system. The object of the research was the process of community evolution in *zea mays* agrophytocenoses, in the conditions of the south of the Nonchernozem zone. Geobotanical materials were analyzed on the rounds of surveys of corn crops. The work used an experimental method - field ecological surveys, and theoretical research methods – information analysis and mathematical statistics (Jaccard index, Sørensen coefficient, Spearman's rank correlation coefficient, Kendall rank correlation coefficient). The monitoring carried out proved that over the 90-year period of cultivation, a core of weediness was formed, based on annual late spring weeds, which were absent during the period of extensive farming. The group of creeping perennial weed remained unchanged in all the years of the surveys; this feature must be taken into account when developing a system of protective measures. At present, agrophytocenoses contain the most harmful rhizome and creeping perennial weed, early spring and late spring species.

**Keywords:** corn, weeds, species composition, abundance, percentage of occurrence, dominant species.

**For citation:** Chervyakov A. Yu., Bochkarev D. V., Nikolsky A. N., Nedayborsh Yu. N., Bochkarev V. D. Trends in community evolution of *zea mays* agrocenoses at different levels of anthropogenic impacts. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2021;(10):56–60 (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2021i10pp56-60>.

**Введение.** Для прогнозирования и выбора методов борьбы с сорной растительностью посевов культуры необходимо отслеживать флористический состав сорняков и выявлять закономерности его изменений. В настоящее время уже недостаточно информации о распространении основных сорных видов в культурных посевах. Наблюдение за динамикой распространения и обилием малораспространенных, адвентивных и карантинных видов сорных растений – неотъемлемая часть анализа филоценогенетической активности сорняков, что непосредственно входило и в задачи наших исследований. Решение поставленных задач возможно на основе проведения сравнительного анализа эволюции формирования агроценозов и развития земледелия. Переход к антропогенному управлению динамикой популяций вредоносных организмов в агрофитоценозах с целью совершенствования системы защиты сельскохозяйственных растений, повышения ее экономической эффективности и экологической безопасности является важной задачей современного земледелия [3, 8].

В условиях юга Нечерноземной зоны кукуруза (*Zea mays* L.) культивируется как кормовая культура. Благодаря универсальности использования, высокой продуктивности и качеству культура стабильно занимает большие площади, однако ее урожайность, как при получении сочных кормов, так и концентрированных остается достаточно невысокой в связи со значительной засоренностью посевов. Из-за низкой конкуренции к сорным растениям в начальный период онтогенеза кукуруза особо нуждается в применении защитных мероприятий [5, 9]. При сильной засоренности посевов культуры потери урожайности могут составлять 50–90 % [1].

Цель исследований – изучение и анализ филоагроценогенеза в посевах кукурузы при разной степени антропогенного воздействия для определения наиболее распространенных вредоносных и устойчивых видов.



**Методика исследований.** Объектом исследований служил процесс филоагроценогенеза в агрофитоценозах кукурузы, в условиях юга Нечерноземной зоны. Для этого были проанализированы геоботанические материалы по турям обследований посевов кукурузы: первый (1929–1933 гг.) осуществлен И. И. Спрыгиным и Б. П. Сацердотовым [4], второй (1980–1982 гг.) выполнен Р. М. Балабаевой [2]. В 2015–2020 гг. были проведены собственные маршрутные обследования посевов кукурузы.

Обилие сорных растений учитывали количественным методом в середине вегетации по общепринятым методикам. Для оценки видового сходства сорных ценозов в разные периоды использовали коэффициенты Жаккара и Сьеренсена – Чекановского, для оценки сходства плотности популяций отдельных видов в агрофитоценозах – коэффициенты ранговой корреляции Спирмена и Кэндалла (таблица 1) [6].

**Результаты исследований.** Анализ геоботанических материалов, полученных в период экстенсивного земледелия, выявил, что в структуре сорного ценоза встречалось 39 видов (56 % малолетних и 44 % многолетних). В среднем произрастало 107 шт./м<sup>2</sup> (табл. 1).

Таблица 1

## Филоагроценогенез агроценозов кукурузы (доминирующие сорные виды)

Период экстенсивного земледелия (1929–1933 гг.)		Период интенсивного земледелия (1980–1982 гг.)		Современный период (2015–2020 гг.)	
Название вида	шт./м <sup>2</sup>	Название вида	шт./м <sup>2</sup>	Название вида	шт./м <sup>2</sup>
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	16	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	8	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	16
<i>Centaurea cyanus</i> L.	12	<i>Chenopodium album</i> L.	4	<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Schult	13
<i>Chenopodium album</i> L.	11	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	4	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv	12
<i>Stachys annua</i> L.	11	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv	4	<i>Chenopodium album</i> L.	5
<i>Scleranthus annuus</i> L.	9	<i>Galium aparine</i> L.	4	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	5
<i>Sonchus arvensis</i> L.	9	<i>Cirsium setosum</i> (Willd.) Besser	3	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	4
<i>Fallopia convolvulus</i> L.	7	<i>Fumaria officinalis</i> L.	3	<i>Galium aparine</i> L.	4
<i>Equisetum arvense</i> L.	7	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	3	<i>Setaria viridis</i> L.	3
<i>Psammophiliella muralis</i> L.	6	<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Schult	3	<i>Stellaria media</i> (L.) ViU.	3
<i>Cirsium setosum</i> (Willd.) Besser	6	<i>Sonchus arvensis</i> L.	2	<i>Avena fatua</i> L.	3
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	3	<i>Stachys palustris</i> L. Syn.	2	<i>Galeopsis bifida</i> Boenn.	2
<i>Persicaria scabra</i> (Moench.)	2	<i>Sinapis arvensis</i> L.	2	<i>Cirsium setosum</i> (Willd.) Besser	2
<i>Lappula squarrosa</i> (Retz.) Dumort.	2	<i>Atriplex patula</i> L.	2	<i>Fumaria officinalis</i> L.	2
<i>Obione behen</i> (L.) Ikonn.	2	<i>Malva pusilla</i> Sm.	2	<i>Malva pusilla</i> Sm.	2
<i>Stachys palustris</i> L. Syn.	2	<i>Avena fatua</i> L.	2	<i>Equisetum arvense</i> L.	2

Из малолетних сорняков наибольшую плотность популяций имели *Fallopia convolvulus* L., *Scleranthus annuus* L., *Chenopodium album* L., *Centaurea cyanus* L., *Stachys annua* L., *Psammophiliella muralis* L. Из многолетних сорных растений высокая численность была у *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Sonchus arvensis* L., *Cirsium setosum* (Willd.) Besser, *Convolvulus arvensis* L. Интересно то, что в начальный период интродукции кукурузы в посевах исследователями не выявлено яровых поздних видов сорняков-спутников.

Ко времени второго тура обследований засоренности произошла значительная интенсификация земледелия, что привело к существенной трансформации сорной растительности агроценозов. Исследователи выявили 38 видов сорной флоры – 71 % малолетних и 29 % многолетних при существенном их обилии (53 шт./м<sup>2</sup>). Наиболее часто из яровых ранних сорных растений встречались *Fumaria officinalis* L., *Chenopodium album* L., *Persicaria scabra* (Moench.). Также преобладали типичные для кукурузы яровые поздние виды: *Amaranthus retroflexus* L., *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., *Setaria pumila* (Poir.) Schult. Количество многолетних сорняков значительно сократилось, в посевах отмечались *Equisetum arvense* L., *Cirsium setosum* (Willd.) Besser, *Convolvulus arvensis* L.

В современных условиях был определен 71 сорный вид растений. Яровые ранние включали в себя 20 видов (29 % от всех отмеченных в агрофитоценозе). В обилии отмечались *Chenopodium album* L., *Galeopsis bifida* Boenn., *Fumaria officinalis* L. Группа яровых поздних была представлена 6 видами, но их доля составляла более 50 % от общего количества сорняков на 1 м<sup>2</sup>. В годы со значительными осадками отмечались целые сегрегации *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., *Amaranthus retroflexus* L., видов *Setaria*, насчитывающие 100 экз./м<sup>2</sup> и более. Группа зимующих сорняков включала в себя 14 видов (7 экз./м<sup>2</sup>). При количественных учетах фиксировались *Erodium cicutarium* L., *Galium aparine* L., *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip., *Viola arvensis* M., *Conyza canadensis* L.

В посевах кукурузы корневищные сорняки были представлены 8 видами при среднем обилии 7 экз./м<sup>2</sup>. Наиболее распространенными были *Equisetum arvense* L. и *Stachys palustris* L. Syn. Корнеотприсковых сорняков отмечено 6 видов (8 экз./м<sup>2</sup>), среди них активное распространение приходилось на *Convolvulus arvensis* L., *Sonchus arvensis* L., *Cirsium setosum* (Willd.) Besser. Стержнекорневые были представлены 9 видами, все они фиксировались только при визуальных учетах и существенного вреда посевам практически не наносили.

Таксономический анализ показал, что за 90-летний период в составе сорного ценоза кукурузы было выявлено 146 видов сорных растений. Они относились к отделу хвоцветных и покрытосеменных. Покрытосеменные были представлены классом однодольных, который включал в себя одно семейство мятликовых, состоящее



из 7 родов и 12 видов. К классу двудольных относилось 23 семейства, 65 родов, 133 сорных вида. Отдел хвощевых был представлен 1 семейством, 1 родом, 1 видом.

В условиях экстенсивного земледелия 1930-х годов, как по числу видов, так и по обилию на единице площади, преобладали виды семейства астровых. К 1980-м годам системная отвальная обработка почвы и масштабное применение гербицидов из группы 2,4-Д привели к резкому снижению представителей класса двудольных и увеличению плотности популяции мятликовых видов из-за того, что спектр и объем применения противозлаковых гербицидов на тот период были крайне ограниченными [7].

В современный период в посевах кукурузы встречались представители 24 семейств. Наибольшим среди них было семейство астровых – 24 % от общего количества выявленных видов. Доля капустных составляла 13 %, мятликовых, гречишных и яснотковых – по 7,1 %. Другие семейства встречались довольно редко и были представлены одним-двумя видами (рис. 1).

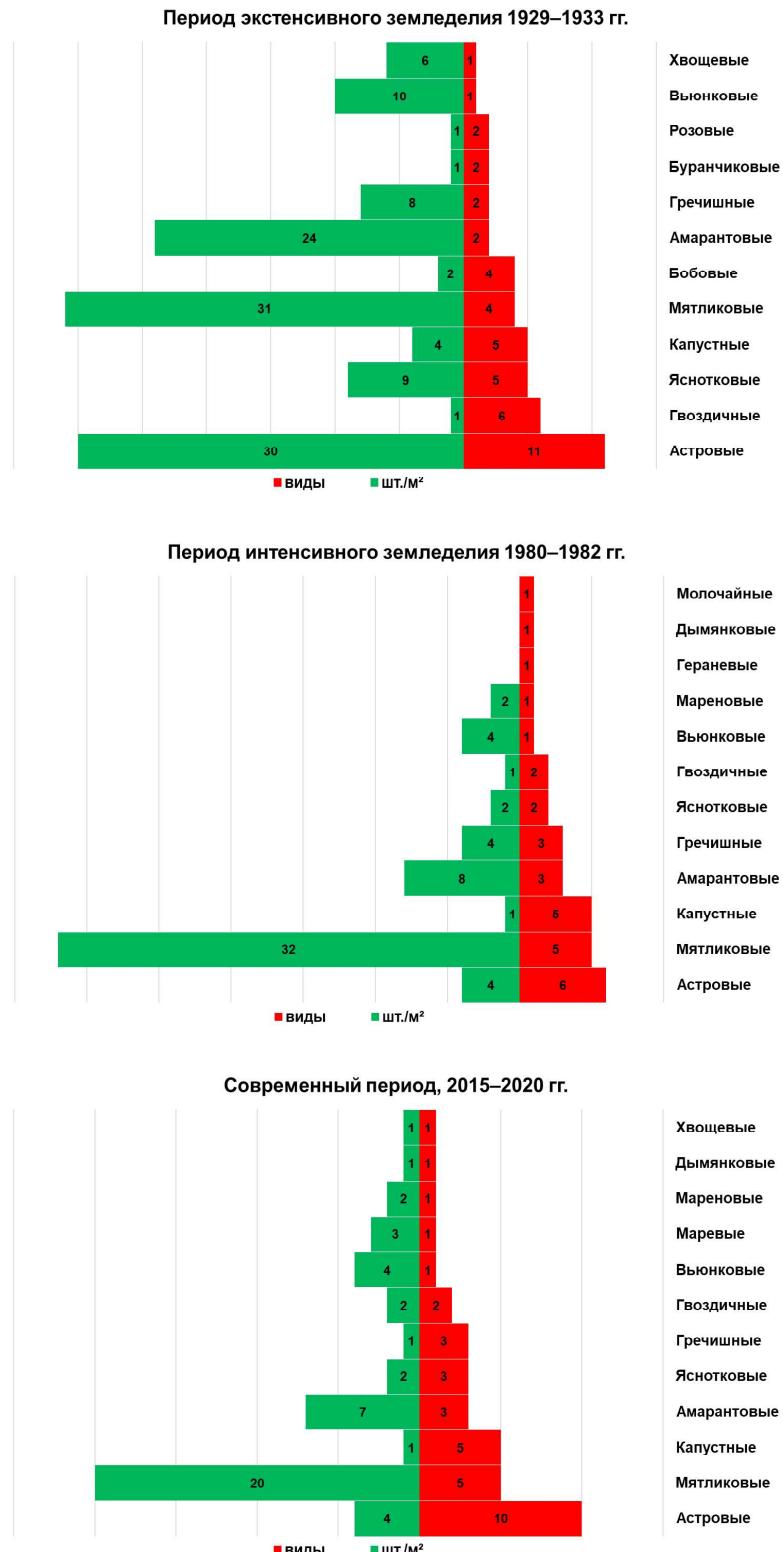


Рис. 1. Количество видов и численность сорных растений различных семейств в посевах кукурузы в XX – начале XXI вв.

Изменение уровня антропогенного воздействия на агрофитоценозы в значительной степени повлияло на динамику видового состава сорных растений в посевах кукурузы между первым этапом исследований и двумя последующими. Это подтверждается низкими коэффициентами сходства Жаккара (0,33–0,40) и Сьеренсена – Чекановского (0,49–0,53), табл. 2.

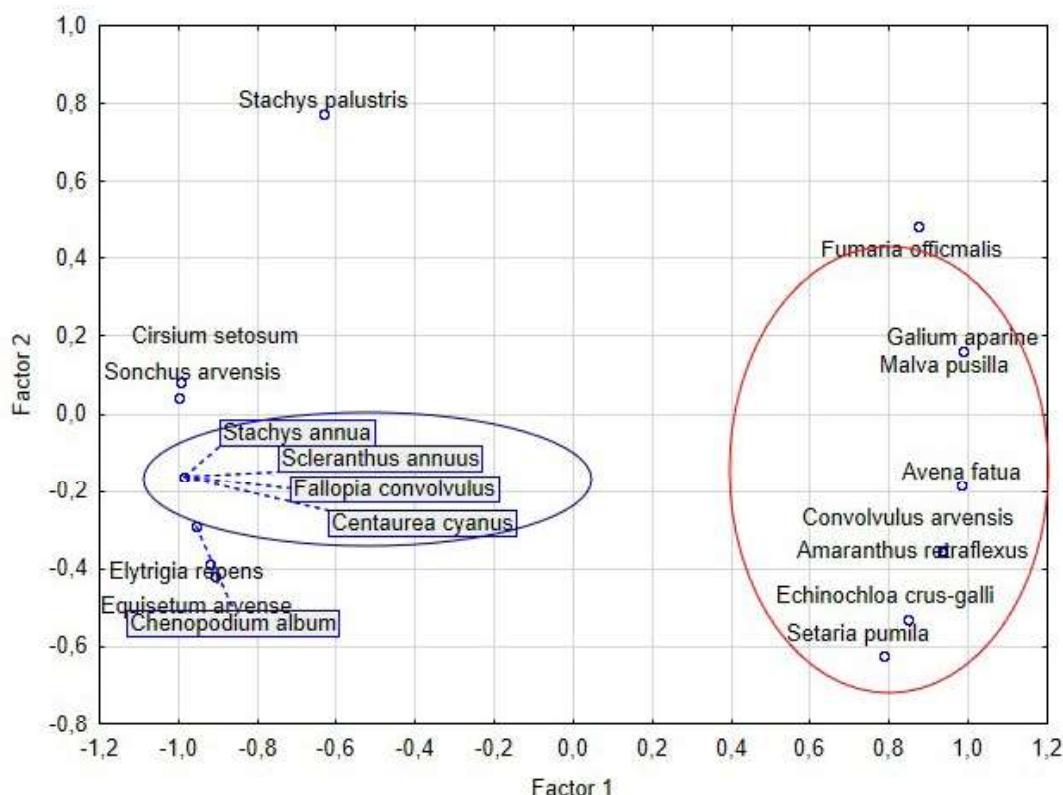
Таблица 2

**Коэффициенты общности и ранговой корреляции обилия сорного компонента агрофитоценоза кукурузы при разных уровнях антропогенной нагрузки**

Период исследований	Коэффициент Жаккара			Коэффициент Сьеренсена – Чекановского		
	30-е гг. XX в.	80-е гг. XX в.	2015–2020 гг.	30-е гг. XX в.	80-е гг. XX в.	2015–2020 гг.
30-е годы XX в.	1,00			1,00		
80-е годы XX в.	0,33	1,00		0,49	1,00	
2015–2020 гг.	0,40	0,49*	1	0,53	0,57*	1,00
Период исследований	Ранговые корреляции Спирмена			Tau корреляции Кендалла		
	30-е гг. XX в.	80-е гг. XX в.	2015–2020 гг.	30-е гг. XX в.	80-е гг. XX в.	2015–2020 гг.
30-е годы XX в.	1,00			1,00		
80-е годы XX в.	0,21	1,00		0,15	1,00	
2015–2020 гг.	0,18	0,76*	1,00	0,14	0,64*	1,00

Вместе с тем применение гербицидов в посевах кукурузы, начиная с 1980-х гг., способствовало образованию пула сорняков этой культуры, доминирующих в посевах и в настоящее время. Подобная закономерность отмечена и при анализе плотности популяций отдельных сорных видов, проведена методом ранговой корреляции. Так, в связи с доминированием устойчивых к химической прополке видов наиболее близкими по обилию отдельных сорных видов в агрофитоценозах были периоды 80-х годов XX в. и 2015–2020 гг.

Анализ плотности популяции сорных видов методом главных компонент подтверждает выявленные закономерности. На рис. 2 можно выделить группу видов, имевших значительное обилие в период экстенсивного земледелия, но редко встречающихся в настоящее время. К ним можно отнести *Stachys annua* L., *Fallopia convolvulus* L., *Centaurea cyanus* L.



**Рис. 2. Расположение популяций сорных видов агрофитоценоза кукурузы методом главных компонент (PC1 и PC2)**

В то же время, начиная с 80-х гг. прошлого века, формируются устойчивые популяции таких видов, как *Amaranthus retroflexus* L., *Setaria pumila* (Poir.) Schult., *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., *Convolvulus*



*arvensis* L. Таким образом, при разработке системы мероприятий по оптимизации фитосанитарного состояния в посевах кукурузы основное внимание необходимо уделять борьбе именно с этими сорными видами.

**Заключение.** В соответствии с современной концепцией «адаптивно-интегрированной защиты растений» для оздоровления и фитосанитарной стабилизации агроценозов необходимо проведение мониторинга с целью выявления и последующего подавления экономически значимых злостных сорных видов, сведения их популяций ниже экономических порогов вредоносности [10].

Анализ данных гербологических исследований посевов кукурузы показал, что за 90-летний период возделывания этой культуры образовалось ядро засоренности, основу которого составляют яровые поздние виды, которые отсутствовали в период экстенсивного земледелия. Неизменной во все годы обследований оставалась группа многолетних корнеотпрысковых сорняков. Данную особенность необходимо принимать во внимание при разработке системы защитных мероприятий. В настоящее время в агрофитоценозах присутствуют наиболее злостные сорняки, относящиеся к корневищной и корнеотпрысковой агробиологическим группам. Также определенную опасность современным посевам кукурузы представляют яровые ранние и яровые поздние виды.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баздырев Г. И. Защита сельскохозяйственных культур от сорных растений. М.: КолосС, 2004. 328 с.
2. Балабаева Р. М., Смолин Н. В. Динамика засоренности посевов в условиях Мордовии // Рациональное использование земельных ресурсов и повышение плодородия почв: межвуз. сб. науч. тр. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 1985. С. 85–88.
3. Бочкирев Д. В. Теоретическое обоснование и эффективность защиты сельскохозяйственных культур от сорных растений в земледелии юга нечерноземной зоны: дис. ... д-ра с.-х. наук. Саратов, 2015. 498 с.
4. ГБУ «Государственный архив Пензенской области». ФР-28-37 (Личный фонд И. И. Спрыгина). Режим доступа: arhiv-pnz.ru.
5. Ермоленкова В. В., Прокопович В. Н. Земледелие. Мн.: ИВЦ Минфина, 2006. 463 с.
6. Ивойлов А. В. Анализ данных агрономических исследований методами непараметрической статистики: учеб. пособ. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2000. 68 с.
7. Каргин И. Ф., Немцев С. Н. Земледелие в междуречье Волги и Оки: возникновение и развитие; науч. ред. С. Н. Немцев. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2004. 192 с.
8. Павлюшин В. А. Проблемы фитосанитарного оздоровления агроэкосистем // Вестник защиты растений. 2011. № 2. С. 3–9.
9. Палкина Т. А. Сорные растения и их биоморфы в агроценозах кукурузы на территории Рязанской области // Вестник РГАТУ. 2010. № 2. С. 31–35.
10. Соколов М. С., Санин С. С., Долженко В. И., Спиридонов Ю. Я., Глинушкин А. П., Каракотов С. Д., Надыкта В. Д. Концепция фундаментально-прикладных исследований защиты растений и урожая // Агрохимия. 2017. № 4. С. 3–9.

#### REFERENCES

1. Bazdyrev G. I. Zashchita sel'skohozyajstvennyh kul'tur ot sornyh rastenij. M.: KolosS; 2004. 328 s. (In Russ.).
2. Balabaeva R. M., Smolin N. V. Dinamika zasorennosti posevov v usloviyah Mordovii // Racional'noe ispol'zovanie zemel'nyh resursov i povyshenie plodorodiya pochv: mezhvuz. sb. nauch. tr. Saransk: Izd-vo Mordov. un-ta; 1985. S. 85–88. (In Russ.).
3. Bochkarev D. V. Teoreticheskoe obosnovanie i effektivnost' zashchity sel'skohozyajstvennyh kul'tur ot sornyh rastenij v zemledelii yuga nechernozyomnoj zony. Dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni doktora sel'skohozyajstvennyh nauk. Saratov; 2015. 498 s. (In Russ.).
4. GBU «Gosudarstvennyj arhiv Penzenskoj oblasti». FR-28-37 (Lichnyj fond I. I. Sprygina). URL: arhiv-pnz.ru. (In Russ.).
5. Ermolenkova V. V., Prokopovich V. N. Zemledelie. Mn.: IVC Minfina; 2006. 463 s. (In Russ.).
6. Ivojlov A. V. Analiz dannyh agronomicheskikh issledovanij metodami neparametricheskoy statistiki: ucheb. posob. Saransk: Izd-vo Mordov. un-ta; 2000. 68 s. (In Russ.).
7. Kargin I. F., Nemcev S. N. Zemlledelie v mezhdurech'e Volgi i Oki: vozniknovenie i razvitiye; nauch. red. N. S. Nemcev. Saransk: Izd-vo Mordov. un-ta; 2004. 192 p. (In Russ.).
8. Pavlyushin V.A. Problems of fitosanitary improvement of Agroekosystems. Vestnik zashchity rastenij. 2011;(2):3–9. (In Russ.).
9. Palkina T.A. Weeds and their biomorfs of corn agrocenosis on the territory of Ryazan Region. Vestnik RGATU. 2010; (2): 31–35. (In Russ.).
10. Sokolov M. S., Sanin S. S., Dolzhenko V. I., Spiridonov Yu. Ya., Glinushkin A.P., Karakotov S. D., Nadykta V. D. The concept of fundamental-applied studies of plant and yield protection. Agrohimiya. 2017;(4):3–9. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 29.07.2021; одобрена после рецензирования 15.08.2021; принята к публикации 17.08.2021.  
The article was submitted 29.07.2021; approved after reviewing 15.08.2021; accepted for publication 17.08.2021.

