

**ВКЛАД ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИЕ ЗАСОРЕННОСТИ ПОЛЕЙ ЗЕРНОТРАВЯНОПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТА НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**А.М. Шпанев<sup>1,2</sup>, доктор биологических наук, В.В. Смуk<sup>1,2</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений,  
196608, Санкт-Петербург, Пушкин, ш. Подбельского, 3<sup>2</sup>Агрофизический научно-исследовательский институт,  
195220, Санкт-Петербург, Гражданский просп., 14  
E-mail: ashpanev@mail.ru.

Исследования проводили с целью изучения влияния природных и антропогенных факторов на формирование засоренности полей зернотравянопропашного севооборота для оценки перспектив эффективного управления видовым составом и численностью сорной растительности на Северо-Западе РФ. Работу выполняли в 2012–2018 гг. в Ленинградской области в период пятой ротации зернотравянопропашного севооборота со следующим чередованием культур: люпин узколистный, рожь озимая, ячмень яровой с подсевом многолетних трав (клевер красный и тимофеевка луговая), многолетние травы 1 и 2 годов пользования, картофель, рапс яровой. Засоренность полей севооборота в большей степени зависела от биологических особенностей возделываемых культур (видовое обилие – 76,1 %, начальная густота – 29,6 %, фитомасса при уборке урожая – 21,0 %), чем от индивидуальных параметров засоренности полей (3,5, 8,3, 17,7 % соответственно). Погодные условия оказывали определяющее воздействие на формирование начальной засоренности (49,7 %), в меньшей степени на такие показатели, как видовое обилие (30,7 %) и величина надземной массы сорных растений (20,6 %). Влияние погодных условий распространялось на эффекты, связанные с применением минеральных удобрений (взаимодействие – 4,0...11,9 %) и системы защиты растений (взаимодействие – 2,9...12,0 %). Среди изучаемых факторов интенсификации растениеводства применение гербицидов в варианте с системой защиты растений оказывало более сильное влияние на видовое обилие (26 %) и конечную фитомассу сорных растений (26,2 %), а длительное использование минеральных удобрений – на начальную засоренность агроценозов (10,2 %), которое было статистически достоверным в каждый из годов исследований (23,0...67,8 %). Совместное влияние минеральных удобрений и гербицидов сильнее всего отражалось на формировании надземной массы сорных растений (взаимодействие – 0,9...5,0 %), особенно в годы с избыточным увлажнением.

**THE CONTRIBUTION OF FACTORS TO THE FORMATION OF POLLUTION OF GRAIN-GRASS-ROWED CROPS IN THE NORTH-WEST OF THE RUSSIAN FEDERATION**А.М. Shpanev<sup>1,2</sup>, V.V. Smuk<sup>1,2</sup><sup>1</sup>All-Russian Institute of Plant Protection,  
196608, Sankt-Peterburg, Pushkin, sh. Podbelskogo, 3<sup>2</sup>Agrophysical Research Institute,  
196600, Sankt-Peterburg, Grazhdanskiy prosp., 14  
E-mail: ashpanev@mail.ru.

The study was carried out to evaluate the influence of natural and anthropogenic factors on the formation of weed infestation of fields in the crop rotation including cereals, row crops and grasses to understand the possibilities to manage the species composition and population of weed plants in the North-West of the Russian Federation. The experiments were performed in 2012–2018 in the Leningrad region during the fifth rotation with the following crops: narrow-leaved lupin, winter rye, spring barley with sowing of perennial grasses (red clover and timothy-grass), perennial grasses of 1 and 2 years, potato, spring rape. Weed infestation of fields in the crop rotation was depended more on biological features of cultivated cultures (species abundance 76,1 %, initial density 29,6 %, phytomass after harvest 21,0 %) than on individual parameters of weed infestation (3,5, 8,3, 17,7 %). The weather conditions were of decisive importance in weed initial formation (49,7 %), and, to a lesser degree, for such parameters as species abundance (30,7 %) and aboveground biomass of weeds (20,6 %). Weather conditions influenced the effects associated with the use of mineral fertilizers (interaction 4,0...11,9 %) and integrated plant protection system (interaction 2,9...12,0 %). Among the studied factors of crop production intensification application of herbicides in the variant with integrated plant protection system most affected the species abundance (26 %) and final phytomass of weed plants (26,2 %), whereas long term application of mineral fertilizers affected the initial weed infestation of agroecosystems (10,2 %), that was statistically sufficient in every year of the research (23,0...67,8 %). The combined effect of mineral fertilizers and herbicides most influenced the formation of the aboveground mass of weeds (interaction 0,9...5,0 %), especially in years with excessive humidity.

**Ключевые слова:** зернотравянопропашной севооборот, Северо-Западный регион, сорные растения, погодные условия, минеральные удобрения, гербициды.

**Key words:** grain-grass-rowed crop rotation, North-Western region, weeds, weather conditions, mineral fertilizers, herbicides.

Интересы отечественных исследователей в отношении засоренности севооборотов в большинстве случаев ограничивались изучением видового состава, структуры и динамики численности сорных растений, необходимых для прогнозирования ситуации с вредоносными видами

[1, 2, 3] и планирования защитных мероприятий [4, 5]. Значительно меньше внимания уделяли анализу факторов, имеющих определяющее влияние на формирование засоренности севооборотной площади [6, 7]. Согласно литературным данным к таковым относятся способ об-

работки почвы, содержание элементов питания в почве, рельеф поля, погодные условия, а также биологические особенности культуры и технологии их возделывания [8, 9, 10]. При этом метеоусловия, и в первую очередь количество выпадающих осадков, оказывают одно из самых сильных воздействий на засоренность агроценозов, но в неуправляемом режиме [11, 12].

К числу наиболее действенных антропогенных факторов, использование которых дает возможность управлять засоренностью агроценозов, относят внесение удобрений и проведение гербицидной обработки. Ранее мы установили, что в зависимости от дозы минеральных удобрений засоренность посевов рапса ярового по численности увеличивалась в 1,4...1,7 раза, по проективному покрытию сорных растений в начальный период развития агрофитоценоза – в 1,8...2,8 раза [13]. При этом внесение минеральных удобрений способствует повышению эффективности гербицидных обработок [14, 15]. По нашим данным, применение гербицидов в посевах пшеницы озимой в вариантах с низким уровнем азотного питания приводило к снижению численности сорняков на 36,7 %, средним – на 53,2 %, высоким – на 57,6 %, и ячменя ярового – на 48,8, 51,1, 55,4 % соответственно, фитомассы – на 47,7, 66,4, 78,1 % и 57,8, 72,4, 77,8 % [16].

Цель исследований – изучение влияния природных и антропогенных факторов на формирование засоренности полей зерноотравапропашного севооборота для оценки перспектив эффективного управления видовым составом и численностью сорной растительности на Северо-Западе Российской Федерации.

**Методика.** Работу выполняли на полях зерноотравапропашного севооборота Меньковского филиала Агрофизического НИИ (Ленинградская обл., Гатчинский район) в период пятой ротации, пришедшейся на 2012–2018 гг. Почва дерново-слабоподзолистая супесчаная, мощность пахотного слоя – 23 см. Схема севооборота включала следующие культуры: люпин узколистный (сидеральный пар), рожь озимая, ячмень яровой с подсевом многолетних трав (клевер красный и тимopheвка луговая), многолетние травы 1 и 2 годов пользования, картофель, рапс яровой. Общая площадь севооборота 4,2 га, одного поля – 0,6 га.

Схема опыта предусматривала изучение трех уровней удобренности, формируемых предпосевным внесением азотоселитры и аммиачной селитры из расчета на планируемую урожайность культур. В варианте с высокой удобренностью доза азота составляла 100 кг д.в./га, фосфора и калия – по 75 кг д.в./га, со средней – соответственно 65 и 50 кг д.в./га, с низкой – удобрения не вносили. Влияние длительного применения удобрений отразилось на агрохимических показателях почвы полей севооборота, содержание азота для различных уровней удобренности составляло соответственно 93, 107, 110 мг/кг, фосфора – 208, 266, 268 мг/кг, калия – 88, 90, 98 мг/кг, органического вещества – 3,05, 3,42, 3,75 %.

Вторым изучаемым фактором в опыте выступала система защиты растений (СЗР), согласно которой мероприятия против вредных организмов проводили при превышении пороговых значений их присутствия в посевах. Система защиты включала проведение гербицидных обработок при возделывании ржи озимой (Прима, СЭ (0,6 л/га), ячменя ярового (Агритокс, ВК (1 л/га), Базагран, ВР (2 л/га), рапса ярового (Дуал Голд, КЭ (1,3 л/га) и картофеля (Титус, СТС (50 г/га) + Тренд 90 (80 мл/га). На полях сидерального люпина и многолетних трав гербициды не применяли в виду отсутствия целесообразности.

Минеральные удобрения и средства защиты растений

вносили механизировано соответственно поперек и вдоль полей севооборота. Площадь делянок под каждым из вариантов составляла 0,18 и 0,27 га, повторность – трехкратная.

Для изучения сорной растительности использовали постоянные учетные площадки, размеры которых на культурах сплошного посева составляли 0,1 м<sup>2</sup>, на пропашных (картофель) – 1,4 м<sup>2</sup> [17]. В зависимости от биологических особенностей культуры ежегодно закладывали от 36 (многолетние травы, люпин узколистный, картофель) до 72 (рожь озимая, яровые ячмень и рапс) площадок. За период исследований их количество составляло 2424 шт. Засоренность оценивали по трем показателям, определяемым на каждой постоянной площадке: видовое обилие, численность сорняков в отдельности по видам на начальных фазах развития культурных растений (кущение – ячмень яровой, начало выхода в трубку – рожь озимая, 2 настоящих листа – рапс яровой, 2 тройчатых листа – люпин узколистный, весеннее отрастание – многолетние травы, через 10 дней после посадки – картофель) и сырая фитомасса при уборке урожая.

Метеоусловия в годы проведения исследований складывались таким образом, что избыточное увлажнение отмечали в 2012 (+66 %), 2013 (+53 %) и 2016 (+31 %) гг., дефицит влаги – в 2015 г. (–64 %). В другие годы количество осадков было близким к среднемноголетнему. Повышенные среднесуточные температуры наблюдали в 2013 (+2,2 °С), 2014 (+1,1 °С), 2016 (+0,9 °С) и 2018 (+2,0 °С) гг., пониженные – в 2017 г. (–0,7 °С).

Статистическую обработку данных проводили методами дисперсионного и корреляционного анализа в программе «Statistica 6».

**Результаты и обсуждение.** Состав сорной растительности на полях зерноотравапропашного севооборота насчитывал 55 видов из 20 разных семейств. Наиболее разнообразным он был в посадках картофеля (55 видов), наименее – в посевах люпина узколистного (34 вида) и многолетних трав 1 г.п. (35 видов). Примерно равное количество видов сорных растений отмечали в посевах рапса ярового (48 видов), ячменя ярового (45 видов), ржи озимой (44 вида) и на полях многолетних трав 2 г.п. (44 вида).

По видовому обилию, характеризующему количество сорных видов, произрастающих на единице площади посева или посадки, картофель значительно превосходил все остальные культуры в севообороте (17 видов/м<sup>2</sup>). Меньше всего сорных видов отмечали на полях многолетних трав (3 вида/м<sup>2</sup>). Близким по значению оказалось видовое обилие сорных растений в посевах ячменя ярового, ржи озимой и рапса ярового (8...9 видов/м<sup>2</sup>). В числовом выражении наиболее засоренными были посева ячменя ярового (457 экз./м<sup>2</sup>) и люпина узколистного (324 экз./м<sup>2</sup>), наименее – поля многолетних трав (95...108 экз./м<sup>2</sup>), где также отмечали формирование наименьшей надземной массы сорных растений (50,8...54,8 г/м<sup>2</sup>). Промежуточное положение занимали рожь озимая (208 экз./м<sup>2</sup>), рапс яровой (192 экз./м<sup>2</sup>) и картофель (159 экз./м<sup>2</sup>). Среднее по севообороту количество произрастающих сорных растений в начальный период развития культурных растений составляло 220 экз./м<sup>2</sup>, сырой фитомассы сорняков в уборочный период – 185,2 г/м<sup>2</sup>.

Выявлены достоверные различия в засоренности некоторых из полей севооборота как по численности, так и по надземной массе сорных растений. Видовое обилие изменялось от 6 до 10 видов/м<sup>2</sup>, численный состав – от 150 до 312 экз./м<sup>2</sup>, сырая фитомасса – от 51,2

**Табл. 1. Влияние поля и биологических особенностей культурных растений на формирование засоренности зерноотравлянопропашного севооборота (2012–2018 гг.)**

Фактор	Доля влияния, %		
	видовое обилие сорных растений, видов/м <sup>2</sup>	начальная засоренность, экз./м <sup>2</sup>	фитомасса сорных растений при уборке культуры, г/м <sup>2</sup>
Поле	3,5*	8,3*	17,7*
Культура	76,1*	29,6*	21,0*
Взаимодействие поле-культура	11,6*	37,0*	30,8*
Повторение	0,3	0,9	0,7
Случайное	8,5*	24,1*	29,7*

\*значения достоверны при  $P \geq 0,95$ .

до 272,5 г/м<sup>2</sup>. Наименее засоренным было поле № 5, на котором начальная густота сорных растений составляла 150 экз./м<sup>2</sup>, фитомасса в период уборки урожая – 51,2 г/м<sup>2</sup>. Максимальная засоренность отмечена на полях № 4 и 7 – 312 и 287 экз./м<sup>2</sup>, 235,4 и 272,5 г/м<sup>2</sup> соответственно.

Результаты дисперсионного анализа данных свидетельствуют, что влияние биологических особенностей культурных растений на формирование засоренности зерноотравлянопропашного севооборота оказалось значительно более сильным, чем индивидуальные особенностей засоренности полей (табл. 1). В первую очередь это касается таких показателей, как видовое обилие и начальная засоренность, которые различались в 21,7 и 3,6 раза. Кроме того, статистически значимым было взаимодействие этих факторов на качественные и количественные параметры засоренности севооборота. Результаты наших исследований подтверждают выводы, сделанные другими авторами, согласно которым биомасса сорняков существенно различалась как по культурам (детерминация – 48 %), так и по полям (детерминация – 40 %) кормового севооборота [18].

Варьирование засоренности севооборота по годам находилось в пределах 7...10 видов/м<sup>2</sup>, 153...326 экз./м<sup>2</sup> и 122,9...361,4 г/м<sup>2</sup>. Сильную его степень во многом определяли погодные условия вегетационного периода. На долю влияния этого фактора приходилось от 20,6 до 49,7 %, в среднем – 33,7 % (табл. 2). Начальная густота

**Табл. 2. Влияние погодных условий и факторов интенсификации растениеводства на формирование засоренности зерноотравлянопропашного севооборота (2012–2018 гг.)**

Фактор	Доля влияния, %		
	видовое обилие сорных растений, видов/м <sup>2</sup>	начальная засоренность, экз./м <sup>2</sup>	фитомасса сорных растений при уборке урожая, г/м <sup>2</sup>
Погодные условия (год)	30,7*	49,7*	20,6*
Минеральные удобрения (МУ)	3,7*	10,2*	2,0*
Система защиты растений (СЗР)	26,0*	3,5*	26,2*
Взаимодействие год-МУ	6,5*	11,9*	4,0*
Взаимодействие год-СЗР	2,9*	4,5*	12,0*
Взаимодействие МУ-СЗР	0,1	0,0	1,2*
Взаимодействие год-МУ-СЗР	1,2	2,7*	3,7*
Повторение	15,8	1,2	1,9
Случайное	13,2	16,2	28,4

\*значения достоверны  $P \geq 0,95$ .

сорных растений в агроценозах в значительной степени зависела от условий увлажнения, складывающихся в начальный период развития культурных растений. Так, выпадение осадков в период посев–кушение и посев – 2 тройчатых листа приводило к достоверному увеличению численности малолетних видов сорных растений в посевах ячменя ярового ( $r = 0,86, p \leq 0,05$ ) и люпина узколистного ( $r = 0,87, p \leq 0,05$ ) соответственно. При выпадении 136,4 мм осадков в 2014 г. фактическая засоренность посевов ячменя ярового малолетними видами в фазе кушения культуры составляла 769 экз./м<sup>2</sup>, а 14,2 мм в 2018 г. – 387 экз./м<sup>2</sup>. Схожее влияние осадков на группу малолетних сорняков наблюдали в период весеннего развития ржи озимой ( $r = 0,47$ ), а также многолетних трав первого ( $r = 0,98, p \leq 0,05$ ) и второго ( $r = 0,60$ ) годов пользования. Наименьшая засоренность посевов ржи озимой малолетниками в фазе выхода в трубку, равная 37 экз./м<sup>2</sup>, отмечена в 2014 г. в условиях полного отсутствия осадков и низких среднесуточных температур. На этой ситуации также сказались неблагоприятные погодные условия осеннего периода развития ржи озимой, которые не способствовали массовому прорастанию зимующих сорняков. За короткий отрезок осенней вегетации ржи озимой в 2013 г. выпало 241 мм осадков при среднесуточной температуре воздуха 11,8 °С.

Условия увлажнения оказывали сильное влияние на итоговые показатели засоренности агроценозов, которое проявлялось в формировании значительной надземной массы сорных растений под влиянием избыточного количества осадков. При выпадении за период вегетации ячменя ярового в 2012 г. 340,3 мм осадков, в 2013 г. – 331,2 мм осадков усредненная масса 1 сорного растения была равна соответственно 1,53 и 1,44 г, а в менее увлажненные она варьировала от 0,31 до 0,73 г. Подтверждением таких закономерностей служат положительные коэффициенты корреляции между суммарным количеством осадков, выпавших за период вегетации культурных растений, и фитомассой сорняков в посевах ячменя ярового ( $r = 0,67$ ), ржи озимой ( $r = 0,57$ ), полей многолетних трав ( $r = 0,95, p \leq 0,05$ ) и посадках картофеля ( $r = 0,45$ ). Ранее было выявлено положительное и статистически достоверное влияние условий теплообеспеченности на накопление вегетативной массы сорных растений в посевах рапса ярового [19].

Воздействие погодных условий распространялось на эффекты, связанные с применением минеральных удобрений и системы защиты растений, чему было получено и статистическое подтверждение (см. табл. 2). Суммарный вклад факторов интенсификации растениеводства в формирование засоренности зерноотравлянопропашного севооборота был вполне сопоставим с влиянием погодных условий, кроме начальной густоты сорных растений. В сравнительном плане влияние минеральных удобрений сильнее сказывалось на начальной засоренности полей севооборота, а применение гербицидов, предусмотренное системой защиты, – на видовом обилии и фитомассе сорняков. При этом в отдельные годы внесение минеральных удобрений определяло величину начальной засоренности севооборота на 23,0...67,8 %, а проведение защитных мероприятий – на 0,01...27,1 %, сформированной надземной массы сорных растений – соответственно на 1,9...10,6 % и 40,7...69,4 % (табл. 3). Достоверное влияние регулярного применения гербицидов и других средств защиты растений в соответствующем варианте опыта на начальную засоренность полей просматривалось, начиная с шестого года возделывания культур в период пятой ротации севооборота, когда в схему опыта был включен соответствующий фактор

**Табл. 3. Влияние факторов интенсификации растениеводства на формирование засоренности полей зерноотравапропашного севооборота в разные годы**

Фактор	Доля влияния, %						
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
<b>Начальная засоренность (экз./м<sup>2</sup>)</b>							
Минеральные удобрения (МУ)	27,6*	25,1*	61,3*	23,0*	67,8*	67,2*	29,4*
Система защиты растений (СЗР)	0,01	0,2	3,3	7,3	0,01	14,5*	27,1*
Взаимодействие МУ-СЗР	12,7*	12,6*	1,9	8,7	4,3	1,5	7,4*
<b>Фитомасса сорных растений при уборке урожая (г/м<sup>2</sup>)</b>							
Минеральные удобрения (МУ)	6,2	1,9	9,1*	10,6*	2,1	5,1*	4,4
Система защиты растений (СЗР)	47,8*	51,7*	69,4*	50,7*	58,6*	42,9*	40,7*
Взаимодействие МУ-СЗР	5,0	4,6*	4,4*	0,9	1,0	3,8*	1,5

\*значения достоверны при P≥0,95.

для изучения. Ранее защитные мероприятия проводили в фоновом режиме и нерегулярно год от года. Совместное влияние минеральных удобрений и гербицидов на засоренность севооборота усиливалось в годы с избыточным увлажнением (2012 и 2013 гг.) и достигало 12,6...12,7%. Это объясняется повышением эффективности минеральных удобрений в условиях хорошего увлажнения почвы, вследствие увеличения скорости и полноты их растворения, а также поглощения растениями [20].

Влияние минеральных удобрений выражалось с одной стороны в снижении видового обилия сорняков, с другой – в повышении их численности (в 1,2...1,3 раза) и фитомассы (в 1,2...1,4 раза). Выявленные тенденции касались таких видов сорных растений, как марь белая, фиалка полевая, пикульники, тогда как у торицы полевой, шавеля малого и осота полевой просматривалась противоположная реакция на внесение удобрений. В зависимости от дозы минеральных удобрений начальная засоренность посевов ячменя ярового увеличивалась в 1,2...1,3 раза, ржи озимой – в 1,8 раза, рапса ярового – в 1,1 раза, люпина узколистного – в 1,3...1,4 раза, картофеля – в 1,3...1,6 раза. В посеве рапса ярового фитомасса сорняков возрастала с 241,1 (N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>) до 375,4 г/м<sup>2</sup> (N<sub>100</sub>P<sub>75</sub>K<sub>75</sub>), ячменя ярового – с 193,5 до 303,2 г/м<sup>2</sup>, люпина узколистного – с 278,0 до 307,8 г/м<sup>2</sup>. Между вариантами удобрения достоверных различий по засоренности не наблюдали (табл. 4).

Применение гербицидов в варианте с системой защиты растений приводило к достоверному снижению

**Табл. 4. Влияние минеральных удобрений и системы защиты растений на засоренность зерноотравапропашного севооборота**

Показатель засоренности	Минеральные удобрения				Система защиты растений		
	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>65</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	N <sub>100</sub> P <sub>75</sub> K <sub>75</sub>	HCP <sub>05</sub>	без СЗР	СЗР	HCP <sub>05</sub>
Видовое обилие, видов/м <sup>2</sup>	9,4	9,3	8,6	0,46	9,4	7,6	1,16
Начальная густота, экз./м <sup>2</sup>	230	292	279	22,38	230	196	21,04
Фитомасса при уборке урожая, г/м <sup>2</sup>	182,0	252,1	225,2	30,68	182,1	82,0	34,71

всех анализируемых показателей засоренности зерноотравапропашного севооборота. Сильнее всего снижалась надземная масса сорных растений (в 2,2 раза, или на 55%), в том числе в посевах ржи озимой на 85,3%, ячменя ярового – на 57,2%, рапса ярового – на 46,2%, посадках картофеля – на 85,5%. Самыми чувствительными к действию гербицидов оказались редька дикая, пастушья сумка обыкновенная, марь белая, торица полевая, устойчивыми – фиалка полевая, вероника полевая.

**Выводы.** Засоренность зерноотравапропашного севооборота в большей степени зависит от биологических особенностей полевых культур и технологий их возделывания, чем от индивидуальных особенностей засоренности полей, которые тем не менее следует учитывать при планировании гербицидной обработки и выборе соответствующего препарата. Начальную засоренность агроценозов в основном определяют погодные условия, а возможности повлиять на нее внесением минеральных удобрений и гербицидов ограничены. Среди изучаемых факторов интенсификации растениеводства применение гербицидов в варианте с системой защиты растений оказывало значительно более сильное влияние на видовое обилие и конечную фитомассу сорных растений, тогда как длительное использование минеральных удобрений – на начальную засоренность агроценозов, которое было статистически достоверным в каждый из годов исследований. Совместное влияние минеральных удобрений и гербицидов отражалось на формировании надземной массы сорных растений и усиливалось в годы с избыточным увлажнением.

### Литература

1. Моисеев А. Н., Моисеева К. В. Засоренность зерноотравапропашного севооборота в северной лесостепи Тюменской области // *Аграрный вестник Урала*. 2017. № 12 (166). С. 7.
2. Папитецкий В. С., Радченко Л. А., Женченко К. Г. Зерноотравапропашные севообороты для условий Крыма // *Таврический вестник аграрной науки*. 2017. № 4 (12). С. 90–97.
3. Замятин С. А., Ефимова А. Ю. Мониторинг засоренности полевых севооборотов // *Вестник Марийского государственного университета. Серия: сельскохозяйственные науки, экономические науки*. 2017. Т. 3. № 1 (9). С. 33–37.
4. Морозов В. И., Тойгильдин А. Л., Подсевалов М. И. Флористический состав и динамика численности сорных растений агрофитоценозов в севооборотах лесостепной зоны Поволжья // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2018. № 4 (44). С. 102–109.
5. Перфильев Н. В., Вьюшина О. А., Тимофеев В. Н. Соотношение видов сорных растений под влиянием севооборота и систем основной обработки почвы в условиях северного Зауралья // *Достижения науки и техники АПК*. 2018. Т. 32. № 5. С. 35–40.
6. Воронцов В. А., Скорочкин Ю. П. Борьба с засоренностью в зернопаровом севообороте // *Защита и карантин растений*. 2019. № 7. С. 26–29.
7. Формирование засоренности посевов в зернопаровом севообороте в зависимости от способа обработки почвы и применения средств химизации / Д. В. Пургин, В. И. Усенко, В. И. Кравченко и др. // *Земледелие*. 2019. № 8. С. 8–13.
8. Котлярова Е. Г., Грицина В. Г., Кузнецова Л. Н. Засоренность посевов сои разной сортовой принадлежности в зависимости от удобрений // *Успехи современного естествознания*. 2016. № 3. С. 74–78.

9. Засоренность посевов озимой пшеницы в зависимости от приемов обработки почвы, внесения минеральных удобрений и гербицидов / В. И. Турусов, В. И. Гармашов, Н. А. Нужная и др. // *Защита и карантин растений*. 2018. № 10. С. 13–16.
10. Артемьев А. А., Гурьянов А. М., Хвостов Е. Н. Возделывание яровой пшеницы на фоне разных приемов обработки почвы и минерального питания // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2021. № 4 (382). С. 69–72.
11. Горбунова М. С., Солодун В. И. Влияние погодных условий и приемов обработки почвы на засоренность посевов в лесостепи Предбайкалья // *Актуальные вопросы аграрной науки*. 2017. № 23. С. 5–10.
12. Семинченко Е. В., Солонкин А. В. Влияние климатических факторов на урожай озимой пшеницы и ярового ячменя в условиях сухой степи Нижнего Поволжья // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2022. Т. 14. № 3. С. 58–74.
13. Шпанев А. М., Фесенко М. А. Влияние минерального питания на фитосанитарную обстановку в посевах ярового рапса на Северо-Западе РФ // *Агробиология*. 2022. № 8. С. 44–50.
14. Семенов В. Д., Васильев А. А. Эффективность комплексного применения минеральных удобрений и гербицидов на посевах яровых зерновых культур // *Агро XXI*. 2010. № 7–9. С. 6–7.
15. Личко А. К., Ваулина Г. И., Личко Н. М. Фитосанитарное состояние посевов и урожайность зерна озимой пшеницы при комплексном применении удобрений и химических средств защиты растений в условиях центрального района нечерноземной зоны // *Известия ТСХА*. 2011. Вып. 3. С. 66–77.
16. Шпанев А. М. Влияние азотного питания на эффективность гербицидной обработки в посевах зерновых культур на Северо-Западе РФ // *Агробиология*. 2021. № 10. С. 74–80.
17. Зубков А. Ф. Методические указания по сбору полевой биоценологической информации с целью оценки вредоносности комплекса вредных организмов. Л.: ВИЗР, 1978. 18 с.
18. Зубков А. Ф. Полевой кормовой севооборот как целостная экосистема // *Экология*. 1992. № 2. С. 3–11.
19. Шпанев А. М., Смур В. В. Фитосанитарные риски возделывания ярового рапса в Ленинградской области // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2022. № 2. С. 41–46.
20. Визирская М. М., Аканова Н. И., Мамедов Г. М. Эффективность различных форм азотных удобрений в условиях неустойчивого увлажнения // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2020. № 3. С. 9–12.

Поступила в редакцию 26.05.2023

После доработки 30.06.2023

Принята к публикации 15.07.2023