

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья
УДК 632.51+633/635
DOI: 10.53914/issn2071-2243_2021_4_65

Взаимоотношения культурного и сорного компонентов в агрофитоценозах

Сергей Иванович Коржов^{1✉}, Татьяна Александровна Трофимова², Иван Борисович Бащев³,
Евгений Алексеевич Гранкин⁴

^{1,2,3,4}Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Воронеж, Россия
¹korzem@mail.ru✉

Аннотация. Представлены результаты исследований, проведенных с целью изучения взаимного влияния семян культурных и сорных растений в различных количествах при их совместном произрастании. В чашках Петри прорастивали семена 4 видов сорных растений (щавель курчавый, просо куриное, щирица запрокинутая, циклохена) в следующих количествах: 0 (контроль), 10, 20, 30, 40, 50 шт. семян. Через 7 дней в каждую чашку Петри высевали по 50 семян культуры-акцептора (редька масличная). Через 24 часа подсчитывали число проросших семян культуры по методике А.М. Туликова, И.А. Заверткина, 2007. Повторность вариантов в лабораторном опыте – трехкратная. Исследования показали, что аллелопатически активные вещества, выделяемые сорными растениями, оказали существенное влияние на семена редьки масличной, задерживая их прорастание. Высокую аллелопатическую активность по отношению к тестируемому объекту проявили семена циклохены. Под воздействием семян сорных растений лабораторная всхожесть семян редьки масличной снизилась на 56–79% по сравнению с контрольным вариантом. Показано, что одной из основных характеристик агрофитоценозов является система взаимоотношений между растениями в подземной сфере, которые проявляются как через конкурентные, так и симбиотические взаимоотношения. Корневые выделения семян сорных растений снижали всхожесть семян растения-акцептора (редьки масличной) в среднем на 56–92% по сравнению с контрольным вариантом. Сделан вывод, что при планировании мероприятий по борьбе с сорными растениями необходимо особое внимание уделять аллелопатически активным видам сорных растений, которые не только потребляют влагу, питательные вещества, но и оказывают отрицательное влияние на культурные растения на биохимическом уровне.

Ключевые слова: семена сорняков, культурные растения, аллелопатия, солома зерновых культур, колонины, рост и развитие семян

Для цитирования: Коржов С.И., Трофимова Т.А., Бащев И.Б., Гранкин Е.А. Взаимоотношения культурного и сорного компонентов в агрофитоценозах // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2021. Т. 14, № 4(71). С. 65–74. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2021_4_65-74.

GENERAL SOIL MANAGEMENT, CROP SCIENCE
(AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

Features of cultural and weed components relationship in agrophytocenoses

Sergey I. Korzhov^{1✉}, Tatiana A. Trofimova², Ivan B. Bashchev³, Evgeniy A. Grankin⁴

^{1,2,3,4}Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia
¹korzem@mail.ru✉

Abstract. The authors present the results of research performed in order to study the mutual influence of seeds of cultivated and weed plants during their joint growth at various quantities. Seeds of 4 species of weeds (curly sorrel, barnyard millet, redroot pigweed, and sumpweed) were germinated in Petri dishes in the following quantities: 0 (control), 10, 20, 30, 40, and 50 seeds. After 7 days, 50 seeds of the acceptor crop (oil radish) were sown in each Petri dish. After 24 hours, the number of germinated seeds of the crop was counted according to the method of A.M. Tulikova, I.A. Zavertkina, 2007. The laboratory experiment was performed in three replications. Studies have shown that allelopathically active substances secreted by weeds had a significant impact on the germination of oil radish seeds delaying their germination. The seeds of sumpweed showed high allelopathic activity in relation to the tested object. Under the influence of weed seeds, the laboratory germination of oil radish seeds decreased by 56-79% compared to the control variant. It is shown that one of the main characteristics of agrophytocenoses is the system of relationships between plants in the underground sphere, which manifest themselves through both competitive and symbiotic relationships. Root secretions of weed seeds reduced the germination of acceptor plant seeds (oil radish) by 56-92% on average compared to the control variant. It is

concluded that planning the measures to combat weeds requires paying special attention to allelopathically active species of weeds, which not only consume moisture and nutrients, but also have a negative impact on cultivated plants at the biochemical level.

Key words: weed seeds, cultivated plants, allelopathy, cereal straw, colines, seed growth and development

For citation: Korzhov S.I., Trofimova T.A., Bashchev I.B., Grankin E.A. Features of cultural and weed components relationship in agrophytocenoses. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2021;14(4):65-74. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2021_4_65-74.

Взаимное влияние растительного сообщества может быть как положительным, так и отрицательным с точки зрения химического взаимодействия. Это явление достаточно широко распространено в растительном мире, особенно резко оно проявляется в агроценозах с нарушением обменного процесса между растениями и почвой [3, 4, 14, 15].

Аллелопатическое действие одних растений на другие зависит от видового состава сорного и культурного компонента агроландшафта, от вида вносимых удобрений и концентрации элементов питания в почвенно-поглощающем комплексе [1, 3, 8] и может приводить к снижению прорастания семян и подавлять рост растений. По мнению исследователей, за счет аллелопатического эффекта урожайность сельскохозяйственных культур в агрофитоценозах может снижаться до 70% [2, 7].

Для понимания явления аллелопатии и роли сорного компонента в этом процессе нужны достоверные показатели вредоносности различных видов сорняков [5, 6, 8].

По своим биологическим особенностям сорняки более приспособлены к месту произрастания. Более высокая выживаемость сеgetальной растительности связана с их прижизненными выделениями в почву веществ различной химической природы. Эти соединения по своему действию могут стимулировать или угнетать рост и развитие сельскохозяйственных растений. Без учета этого влияния затруднительно внедрение современных технологий возделывания растений, а также реализация их биологического потенциала. При переходе к нулевой обработке почвы семена сорняков остаются на поверхности или в верхнем слое почвы, в котором размещаются и семена культурных растений. Прорастая, семена сорных растений или оказывают стимулирующее влияние на семена полевых растений, или подавляют их рост.

Сорняки являются постоянными компонентами в агрофитоценозах, конкурентами культурных растений за влагу, питательные вещества, снижая величину и качество урожая сельскохозяйственных культур [3, 9]. Потенциальный запас семян сорных растений может быть очень значительным и достигать 2–3 млрд шт. в пахотном слое чернозёмов [9, 10, 17].

Определение основных причин снижения продуктивности возделываемых культур является главной задачей агрономической службы предприятия. Такой причиной может быть почвоутомление (одностороннее истощение почвы, появление в почве токсических веществ, оказывающих отрицательное действие на сельскохозяйственные растения) [3]. Сорняки, выделяя в процессе роста токсические вещества, нарушают обмен веществ в почве, что может привести к снижению всхожести семян культурных растений. Поступая в почву при отмирании корневых волосков, вещества различной химической природы могут тормозить или, наоборот, стимулировать рост и развитие сельскохозяйственных растений [11, 12, 13].

Растения, произрастающие рядом друг с другом в агрофитоценозах, являются фактором, влияющим на выбор того или иного способа основной обработки почвы и служат ориентиром для выбора растений при их совместном возделывании. Это, в свою очередь, требует оптимизации фитосанитарного состояния агрофитоценоза [7, 14, 16].

В сельскохозяйственном производстве большое значение для регулирования засоренности посевов имеет конкуренция между сорными и культурными растениями. Интенсивность конкуренции между сорными растениями и культурой зависит от видовых особенностей сорняков, культурных растений, сорта, агротехнических приемов возделывания: нормы высева, способа посева, удобрений (дозы, формы, вида) и т. д.

Аллелопатия – (от древнегреческого «аллело» – взаимно и «патос» – испытываемое воздействие») круговорот физиологически активных веществ – колинов, является одной из форм взаимодействия растений в растительных сообществах. По мнению многих исследователей [3, 4], совместное действие аллелопатии и конкуренции со стороны сорняков снижает урожайность сельскохозяйственных растений на 40–80%. Донорами колинов в агрофитоценозах могут быть как сорные, так и культурные растения. Физиологически активные вещества, выделяемые растениями в почву, могут задерживать или ускорять прорастание семян культурных растений.

Видовой состав сорных растений является определяющим фактором отрицательного влияния на рост и развитие культурных растений. Сельскохозяйственные культуры в зависимости от фазы развития имеют различную чувствительность к тому или иному сорняку. Особо важно, чтобы влияние сорных растений было минимальным в период раннего развития культур.

Цель исследований: изучить взаимное влияние семян культурных и сорных растений при их совместном произрастании и их различных количествах.

Методика исследований

В чашках Петри на двуслойном бумажном фильтре проращивали семена 4 видов сорных растений. В качестве растений-доноров в экспериментах использовали щавель курчавый, просо куриное, щирицу запрокинутую и циклохену в следующих количествах: 0 (контроль), 10, 20, 30, 40, 50 шт. семян. Через 7 дней в каждую чашку Петри высевали по 50 семян культуры-акцептора – редьки масличной. Через 24 часа подсчитывали число проросших семян культуры по методике А.М. Туликова, И.А. Заверткина, 2007 [18]. Повторность вариантов в лабораторном опыте – трехкратная.

Результаты исследований

Сорный компонент изучаемого агрофитоценоза представлен следующими видами:

- 1 – щавель курчавый (*Rumex crispus*) – стержнекорневой многолетний;
- 2 – просо куриное (*Panicum crusgalli*) – яровой поздний малолетний;
- 3 – щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*) – яровой поздний малолетний;
- 4 – циклохена (*Iva xanthifolia*) – яровой ранний малолетний.

Засоренность посевов сельскохозяйственных культур составляла 18–48 шт. на м².

Исследования показали, что аллелопатическая активность изучаемых сорных растений достаточно велика. Аллелопатически активные вещества, выделяемые сорными растениями, оказали существенное влияние на семена редьки масличной, задерживая их прорастание.

Установлено, что на количество проросших семян растения-акцептора влияет как число семян сорных растений, так и видовой состав сорняков. Высокую аллелопатическую активность по отношению к тестируемому объекту проявили семена циклохены (табл. 1). Под воздействием семян сорных растений лабораторная всхожесть семян редьки масличной снизилась на 56–79% по сравнению с контрольным вариантом.

Таблица 1. Аллелопатическое воздействие изучаемых сорных растений на прорастание семян редьки масличной

Вариант (число семян растения-донора), шт.	Проросло семян растения-акцептора – редьки масличной, шт.				
	I	II	III	X _{ср.}	% к St
Щавель курчавый					
0 (St)	49	48	48	48	100
10	20	26	16	21	43
20	27	24	18	23	47
30	21	17	27	21	43
40	15	13	13	13	26
50	22	9	15	12	24
НСР ₀₅ , шт.	9,84				
$F_{\text{факт.}} (18,4) > F_{\text{табл.}} (3,33)$					
Просо куриное					
0 (St)	49	48	48	48	100
10	26	21	21	23	48
20	17	18	22	20	42
30	24	20	14	19	39
40	7	23	20	16	33
50	19	15	15	17	35
НСР ₀₅ , шт.	8,82				
$F_{\text{факт.}} (20,9) > F_{\text{табл.}} (3,33)$					
Щирица запрокинутая					
0 (St)	49	48	48	48	100
10	14	21	20	18	37
20	14	16	20	17	35
30	34	13	28	25	52
40	20	21	18	20	42
50	30	19	15	21	44
НСР ₀₅ , шт.	11,1				
$F_{\text{факт.}} (12,4) > F_{\text{табл.}} (3,33)$					
Циклохена					
0 (St)	49	48	48	48	100
10	14	18	24	18	38
20	22	17	20	19	39
30	19	20	21	20	41
40	19	15	9	14	29
50	20	12	11	14	29
НСР ₀₅ , шт.	7,16				
$F_{\text{факт.}} (34,9) > F_{\text{табл.}} (3,33)$					

Минимальная аллелопатическая активность наблюдалась у щирицы запрокинутой по сравнению с другими изучаемыми сорными растениями. Влияние семян щирицы запрокинутой на прорастание семян акцептора составило в среднем 58% по отношению к контролю.

Исследования показали, что с ростом числа семян донора (сорных растений) всхожесть семян редьки масличной снижается. Таким образом, при планировании мероприятий по борьбе с сорными растениями необходимо особое внимание уделять аллелопатически активным видам сорных растений, которые не только потребляют влагу, питательные вещества, но и оказывают отрицательное влияние на культурные растения на биохимическом уровне. Учитывать эти взаимодействия на практике не всегда удастся, так как этот механизм достаточно сложный и на его проявление действует множество факторов.

Изучаемые семена сорных растений обладают различной аллелопатической активностью. С ростом количества семян растения-донора ингибирующий аллелопатический эффект проявляется в большей степени. Наибольшую аллелопатическую активность по отношению к тестируемому объекту проявили семена циклохены.

Одной из основных характеристик агрофитоценозов является система взаимоотношений между растениями в подземной сфере, которые проявляются как через конкурентные, так и симбиотические взаимоотношения. А.М. Гродзинский считает аллелопатию одной из причин почвоутомления [3]. Аллелопатия охватывает явления не только угнетения растений, но и стимуляции растений. В сельскохозяйственном производстве использование результатов изучения аллелопатии ведется в следующих направлениях:

- снижение отрицательного влияния, оказываемого растениями-ингибиторами роста на другие виды растений;

- использование аллелопатических свойств растений в сельскохозяйственном производстве при подборе культур в севообороте, формировании многокомпонентных агрофитоценозов, использование с.-х. культур с аллелопатическими свойствами для снижения засоренности посевов. Культуры, обладающие аллелопатическими свойствами для подавления сорных растений, могут использоваться в качестве мульчи, применяться в севообороте, использоваться в смешанных посевах, при обработке посевов водным экстрактом.

Важным фактором, влияющим на взаимоотношения растений в агроценозе, являются колины. Колины – это вещества, осуществляющие химическое воздействие одних высших растений на другие, угнетающие рост растений при высоких концентрациях. В состав колинов входят первично выделенные растениями вещества биологической и физико-механической природы.

В естественных экосистемах, за счет высокого разнообразия видов и высокой гетерогенности, взаимодействия между видами растений характеризуются устойчивым состоянием, а в агрофитоценозах взаимоотношения между растениями подвержены периодическим изменениям из-за узковидового, часто монодоминантного растительного сообщества, применения удобрений и пестицидов, различных приемов обработки почвы и т. д.

В агрофитоценозах сорные растения являются постоянными компонентами системы, они конкурируют с культурными растениями за питательные вещества и влагу. Видовые особенности сорняков и культурных растений, сорт, особенности технологии возделывания (нормы высева, способа посева, дозы, формы, вида удобрений и т. д.) оказывают влияние на интенсивность конкуренции между сорными и культурными растениями.

За счет комплексного влияния аллелопатии и конкуренции сорных растений урожайность полевых культур может уменьшаться на 35–75%.

В агроэкосистемах донорами физиологически активных веществ – колинов, способствующих ускорению или замедлению прорастанию семян растений, могут быть как сорные растения, так и полевые культуры. По мнению А.М. Гродзинского, самой высокой чувствительностью растения обладают в начальной фазе своего развития – во время прорастания семян. В его работах прослеживается снижение прорастания семян и уменьшение длины проростков озимой пшеницы при обработке водными экстрактами из корневищ пырея ползучего [3].

В чашках Петри на двуслойном бумажном фильтре проращивали семена 6 видов сорных растений-доноров. Изучали следующие варианты лабораторного опыта: 0 (контроль), 10, 30, 50 и 70 шт. семян. Через 7 дней в каждую чашку Петри высевали по 50 семян культуры-акцептора (редька масличная, которая угнетается в результате действия колинов). Через сутки подсчитывали число проросших семян редьки масличной. Повторность вариантов в лабораторном опыте – трехкратная.

Для изучения были взяты сорняки, доминирующие в изучаемой агроэкосистеме. В лабораторном опыте изучалась аллелопатическая активность следующих видов сорных растений:

- марь белая (*Chenopodium album*) – яровой ранний малолетний сорняк;
- осот полевой (*Sonchus arvensis*) – корнеотпрысковый многолетний сорняк;
- щетинник сизый (*Setaria glauca*) – яровой поздний малолетний сорняк;

- подмаренник цепкий (*Galium aparine*) – яровой ранний малолетний сорняк;
- овсюг (*Avena fatua*) – яровой ранний малолетний сорняк;
- повилика клеверная (*Cuscuta trifolii*) – стеблевое паразитное растение.

Засоренность посевов сельскохозяйственных культур составляла 10–38 шт. на м².

В результате исследований установлено, что все изучаемые семена различных видов сорных растений обладают ингибирующим воздействием на изучаемую тест-культуру (табл. 2).

Таблица 2. Аллелопатическое воздействие изучаемых сорных растений на прорастание семян редьки масличной

Вариант (число семян растения-донора), шт.	Проросло семян (акцептора, 50 семян) – редьки масличной, шт.					
	I	II	III	Х _{ср.}	% к St	УКЕ, мг/л
Марь белая						
0 (St)	45	48	45	46	100	-
10	29	20	8	19	41	110
30	21	23	14	19	41	110
50	20	24	26	23	50	75
70	18	19	19	18	39	120
НСР ₀₅ , шт.	10,1					
F _{факт.} (14,4) > F _{табл.} (3,84)						
Осот полевой						
0 (St)	45	48	45	46	100	-
10	25	28	15	23	50	75
30	12	19	14	15	33	165
50	16	22	14	17	37	140
70	23	19	17	19	41	110
НСР ₀₅ , шт.	6,03					
F _{факт.} (46,2) > F _{табл.} (3,84)						
Щетинник сизый						
0 (St)	45	48	45	46	100	-
10	21	9	17	16	35	145
30	25	18	15	19	41	110
50	20	25	14	19	41	110
70	12	23	10	15	33	165
НСР ₀₅ , шт.	10,1					
F _{факт.} (17,7) > F _{табл.} (3,84)						
Подмаренник цепкий						
0 (St)	45	48	45	46	100	-
10	16	12	4	11	24	240
30	8	19	7	11	24	240
50	6	8	7	7	15	370
70	4	5	3	4	8	650
НСР ₀₅ , шт.	6,86					
F _{факт.} (66,7) > F _{табл.} (3,84)						
Овсюг						
0 (St)	45	48	45	46	100	-
10	18	8	12	13	28	205
30	5	10	8	8	17	340
50	12	16	11	13	28	205
70	11	14	7	10	21	280
НСР ₀₅ , шт.	6,35					
F _{факт.} (65,9) > F _{табл.} (3,84)						
Повилика						
0 (St)	45	48	45	46	100	-
10	1	4	9	4	8	650
30	8	18	5	10	21	280
50	2	6	7	5	11	450
70	8	6	7	7	15	370
НСР ₀₅ , шт.	7,15					
F _{факт.} (65,4) > F _{табл.} (3,84)						

Прорастающие семена сорных растений (растение-донор) подавляли прорастание семян культурных растений (растение-акцептор – редька масличная).

Количество проросших семян редьки масличной зависело от числа семян сорняков, а также видового состава сорного компонента.

Корневые выделения семян сорных растений снизили всхожесть семян растения акцептора – редьки масличной в среднем на 56–92% по сравнению с контрольным вариантом.

Минимальная аллелопатическая активность наблюдалась у мари белой по сравнению с другими изучаемыми сорными растениями. Среднее количество проросших семян растения-акцептора на варианте с марью белой X_{cp} было 20 шт., что составило 43% по отношению к контрольному варианту.

А.М. Гродзинский для удобства расчета и анализа полученных показателей предложил шкалу для перевода данных в % всхожести семян тест-культуры в условные кумариновые единицы (УКЕ, мг/л кумарина) – известного тормозителя роста, принятого за стандарт [3]. Полное угнетение тест-культуры наблюдается при концентрации кумарина 1364 мг/л, а стимуляция прорастания – при 5 мг/л.

На варианте с марью белой, которая использовалась в качестве донора корневых выделений, УКЕ в среднем по опыту составили 104 мг/л. Высокую аллелопатическую активность по отношению к тестируемому объекту проявили семена подмаренника цепкого и овсюга.

Под воздействием семян сорных растений лабораторная всхожесть семян редьки масличной снизилась на 56–92% по сравнению с контрольным вариантом.

Минимальная аллелопатическая активность наблюдалась у щирицы запрокинутой по сравнению с другими изучаемыми сорными растениями (табл. 2).

Влияние семян щирицы запрокинутой на прорастание семян акцептора составило в среднем 58% по отношению к контролю.

Исследования показали, что с ростом числа семян донора (сорных растений) всхожесть семян редьки масличной снижается. Это происходит за счет кумулятивного эффекта, когда идет накопление в почве колинов, при достижении определенного уровня они начинают резко тормозить ростовые процессы в культурных растениях.

В лабораторном опыте в трехкратной повторности изучалась всхожесть семян сорняков в зависимости от разных доз внесения соломы (ячменя и озимой пшеницы). Действие разлагающейся соломы изучали на семенах следующих сорняков:

- 1 – марь белая;
- 2 – циклохена дурнишниковидная;
- 3 – щирица запрокинутая;
- 4 – просо куриное.

Высевали по 10 семян каждого вида. При этом срок компостирования соломы до посева семян составил 4 месяца. Дозы соломы для опыта рассчитывались исходя из дозы, рекомендуемой для внесения на полях – 8 тонн. Данной фактической дозе для 100 г почвы соответствует расчетная – 0,3 г соломы; две дозы – 0,6 и три дозы – 0,9 г.

Схема опыта:

1. Солома на поверхности: 0,3; 0,6 и 0,9 дозы.
2. Солома перемешана с почвой: 0,3; 0,6 и 0,9 дозы.

Контроль: почва с фильтровальной бумагой.

Согласно полученным данным (табл. 3), марь белая, циклохена дурнишниковидная и просо куриное угнетались в большей степени при внесении соломы ячменя поверхностно, щирица запрокинутая – при перемешивании соломы с почвой.

Максимальное ингибирующее воздействие оказала доза соломы ячменя 0,9 граммов, т. е. 3 дозы (24 тонны), на марь белую и просо куриное. На циклохену и щирицу такое воздействие оказали две дозы.

В целом по сравнению с контролем солома ячменя оказала стимулирующее воздействие на прорастание семян мари белой и ингибирующее на всхожесть проса куриного.

Таблица 3. Всхожесть семян сорной растительности при различных дозах внесения соломы ячменя, % от общего количества

Доза соломы	Марь белая	Циклохена дурнишниковлистная	Щирица запрокинутая	Просо куриное
Контроль	10	–	–	60
1 доза на поверхности	93	40	53	42
1 доза, смешанная с почвой	53	23	20	30
2 дозы на поверхности	100	33	10	32
2 дозы, смешанные с почвой	60	27	37	22
3 дозы на поверхности	53	33	17	18
3 дозы, смешанные с почвой	70	47	20	12

Аналогичные закономерности прослеживаются в опыте с соломой озимой пшеницы (табл. 4). Здесь марь белая, циклохена дурнишниковлистная и щирица запрокинутая больше угнетались при поверхностном распределении соломы озимой пшеницы, а просо куриное – на вариантах применения соломы, перемешанной с почвой.

Минимальная всхожесть семян была на вариантах с щирицей запрокинутой и циклохеной дурнишниковлистной.

Таблица 4. Всхожесть семян сорной растительности при различных дозах внесения соломы озимой пшеницы, % от общего количества

Доза соломы	Марь белая	Циклохена дурнишниковлистная	Щирица запрокинутая	Просо куриное
Контроль	10	–	–	60
1 доза на поверхности	27	20	7	18
1 доза, перемешанная с почвой	20	3	7	7
2 дозы на поверхности	47	3	3	8
2 дозы, перемешанные с почвой	50	3	3	10
3 дозы на поверхности	57	23	10	15
3 дозы, перемешанные с почвой	50	7	–	28

В целом в двух опытах и с соломой ячменя, и с соломой озимой пшеницы наблюдалась общая тенденция – стимулирование всхожести мари белой (яровой ранний сорняк) и угнетение проса куриного (яровой поздний сорняк).

Выводы

1. При планировании мероприятий по борьбе с сорными растениями необходимо особое внимание уделять аллелопатически активным видам сорных растений, которые не только потребляют влагу, питательные вещества, но и оказывают отрицательное влияние на культурные растения на биохимическом уровне.

2. Изучаемые семена сорных растений обладают различной аллелопатической активностью. С ростом количества семян растения-донора ингибирующий аллелопатический эффект проявляется в большей степени. Наибольшую аллелопатическую активность по отношению к тестируемому объекту проявили семена циклохены.

Список источников

1. Берестецкий О.А., Возняковская Ю.М., Доросинский Л.М. и др. Биологические основы плодородия почвы. Москва: Колос, 1984. 287 с.
2. Белюченко И.С. Микроорганизмы почв и их роль в функционировании аграрных ландшафтов // Наука, технологии и инновации в современном мире. 2016. № 1(3). С. 18–25.
3. Гродзинский А.М. Аллелопатические проблемы почвоутомления. Киев: Наукова думка, 1991. 432 с.
4. Головкин Э.А. Микроорганизмы в аллелопатии высших растений. Киев: Наукова думка, 1984. 200 с.
5. Дзюин А.Г. Влияние соломы в севообороте на численность микроорганизмов и биологическую активность почвы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. Т. 62(1). С. 58–64.
6. Дригидер В.К., Горшкова Н.А. Влияние сроков сева и гербицидов на засоренность подсолнечника, возделываемого без обработки почвы // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2020. № 4(67). С. 212–219. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2020.4.212.
7. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв: учебник. 3-е изд., испр. и доп. Москва: Изд-во Московского гос. университета, 2005. 448 с.
8. Зезюков Н.И., Острецов В.Е. Сохранение и повышение плодородия чернозёмов. Воронеж: Центрально-Черноземное книжное изд-во, 1999. 310 с.
9. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. Москва: Изд-во МСХА, 2001. 473 с.
10. Кольбе Г., Штумпе Г. Солома как удобрение; перевод с нем. Москва: Колос, 1972. 88 с.
11. Коржов С.И. Биологические процессы и плодородие чернозёма выщелоченного ЦЧЗ при внесении соломы и сидератов: автореферат дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук. Воронеж, 1994. 21 с.
12. Коржов С.И., Трофимова Т.А., Маслов В.А. Оценка различных способов использования чернозёмов // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2011. № 3. С. 27–29.
13. Лобков В.Т. Биоразнообразие в агроэкосистемах как фактор оптимизации биологической активности почвы // Почвоведение. 1999. № 6. С. 732–737.
14. Зеленский Н.А., Авдеенко А.П., Савинов А.С., Овчаренко М.С. Люцерна изменчивая в бинарных посевах с подсолнечником и озимой пшеницей // Земледелие. 2008. № 7. С. 34–35.
15. Райс Э. Аллелопатия; перевод с англ. Москва: Мир, 1978. 392 с.
16. Рябчикова В.В. Корневые гнили зерновых культур Центрально-Чернозёмного региона России. Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2012. 224 с.
17. Свистова И.Д., Щербаков А.П., Фролова Л.О. Токсины микромицетов чернозёма: спектр антибиотического действия и роль в формировании микробного сообщества // Почвоведение. 2004. № 10. С. 1220–1227.
18. Туликов А.М. Термины, определения и понятия агрофитоценологии: учебное пособие. Москва : ФГОУ ВПО РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2007. 52 с.

References

1. Berestecky O.A., Voznyakovskaya Yu.M., Dorosinsky L.M., et al. Biologicheskie osnovy plodorodiya pochvy [Biological bases of soil fertility]. Moscow: Kolos; 1984. 287 p. (In Russ.).
2. Belyuchenko I.S. Mikroorganizmy pochv i ih rol' v funktsionirovanii agrarnykh landshaftov [Soil microorganisms and their role in the functioning of agricultural landscapes]. *Nauka, tekhnologii i innovatsii v sovremennoy mire = Science, Technologies and Innovations in the Modern world*. 2016;1(3):18-25. (In Russ.).
3. Grodzinsky A.M. Allelopathic problems of soil fatigation]. Kiev: Naukova dumka Press, 1991. 432 p. (In Russ.).
4. Golovko E.A. Mikroorganizmy v allelopatii vysshikh rastenij [Microorganisms in allelopathy of higher plants]. Kiev: Naukova dumka Press; 1984. 200 p. (In Russ.).
5. Dzyuin A.G. Vliyanie solomy v sevooborote na chislennost' mikroorganizmov i biologicheskuyu aktivnost' pochvy [Effect of straw on the number of microorganisms and biological activity of soil in crop rotation]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agrarian science of the Euro-North-East*. 2018;62(1):58-64. (In Russ.).

6. Dridiger V.K., Gorshkova N.A. Vliyanie srokov seva i gerbitsidov na zasorennost' podsolnechnika, vozdel'nyvaemogo bez obrabotki pochvy [Effect of sowing terms and application of herbicides on weed infestation of sunflower plantings cultivated without tillage]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2020;4(67):212-219. DOI: 10.17238/issn2071-2243. 2020. 4.212. (In Russ.).
7. Zvyagintsev D.G., Bab'eva I.P., Zenova G.M. *Biologiya pochv: uchebnik. 3-e izd., ispr. i dop.* [Soil biology: textbook. 3rd ed., revised and extended]. Moscow: Moscow State University Press; 2005. 448 p. (In Russ.).
8. Zezyukov N.I., Ostretsov V.E. Sokhraneniye i povysheniye plodorodiya chernozemov [Soil conservation and boosting fertility of chernozems]. Voronezh: Central Chernozem Book Publishing House; 1999. 310 p. (In Russ.).
9. Kiryushin V.I. *Ekologizatsiya zemledeliya i tekhnologicheskaya politika* [Ecologization of agriculture and technological policy]. Moscow: Moscow State Agricultural Academy Press; 2001. 473 p. (In Russ.).
10. Kolbe G., Shtumpe G. *Soloma kak udobreniye; perevod s nem.* [Straw as a fertilizer; translation from German]. Moscow: Kolos Press; 1972. 88 p. (In Russ.).
11. Korzhov S.I. *Biologicheskie protsessy i plodorodie chernozema vyshchelochennogo CChZ pri vnesenii solomy i sideratov* [Biological processes and fertility of leached chernozem in CChR at application of straw and green manure]: avtoreferat dis. ... kandidata sel'skokhozyajstvennykh nauk = author's abstract of Candidate of Agricultural Sciences. Voronezh; 1994. 21 p. (In Russ.).
12. Korzhov S.I., Trofimova T.A., Maslov V.A. *Otsenka razlichnykh sposobov ispol'zovaniya chernozemov* [Evaluation of various ways of chernozem soil usage]. *Vestnik rossijskoj sel'skokhozyajstvennoj nauki = Vestnik of the Russian Agricultural Science*. 2011;(3):27-29. (In Russ.).
13. Lobkov V.T. *Bioraznoobrazie v agroekosistemakh kak faktor optimizatsii biologicheskoy aktivnosti pochvy* [Biodiversity in agroecosystems as a factor optimizing biological activity of soil]. *Pochvovedeniye = Soil Science*. 1999;(6):732-737. (In Russ.).
14. Zelensky N.A., Avdeenko A.P., Savinov A.S., Ovcharenko M.S. *Lyutserna izmenchivaya v binarnykh posevakh s podsolnechnikom i ozimoy pshenitsej* [Variegated alfalfa in binary sowings with sunflower and winter wheat]. *Zemledeliye = Arable Farming*. 2008;(7):34-35. (In Russ.).
15. Rice E. *Allelopatiya; perevod s angl.* [Allelopathy; translation from English]. Moscow: Mir Press; 1978. 392 p. (In Russ.).
16. Ryabchikova V.V. *Kornevye gnili zernovykh kul'tur Central'no-Chernozemnogo regiona Rossii* [Root rot of grain crops of the Central Chernozem region of Russia]. Voronezh: Voronezh State Agricultural University Press, 2012. 224 p. (In Russ.).
17. Svistova I.D., Shcherbakov A.P., Frolova L.O. *Toxins of chernozemic micromycetes: the range of antibiotic effect and their role in formation of the microbial community*. *Pochvovedeniye = Soil Science*. 2004;(10):1220-1227. (In Russ.).
18. Tulikov A.M. *Terminy, opredeleniya i ponyatiya agrofytotsenologii: uchebnoye posobie* [Terms, definitions and concepts of agrophytocenology: study guide]. Moscow: Russian State Agricultural University – Moscow State Agricultural Academy Press; 2007. 52 p. (In Russ.).

Информация об авторах

С.И. Коржов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

Т.А. Трофимова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

И.Б. Башчев – аспирант кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

Е.А. Гранкин – аспирант кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

Information about the authors

S.I. Korzhov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

T.A. Trofimova, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

I.B. Bashchev, Postgraduate Student, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

E.A. Grankin, Postgraduate Student, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

Статья поступила в редакцию 01.10.2021; одобрена после рецензирования 14.11.2021; принята к публикации 20.11.2021.

The article was submitted 01.10.2021; approved after revision 14.11.2021; accepted for publication 20.11.2021.

© Коржов С.И., Трофимова Т.А., Башчев И.Б., Гранкин Е.А., 2021