

Научная статья

УДК 633.853.52:632.954:001.5(571.63):519.2:631.699

DOI: 10.37102/0869-7698_2023_229_03_8

EDN: FPHEWS

Перспективные баковые смеси гербицидов для защиты посевов сои

В.Н. Мороховец✉, З.В. Басай, Т.В. Мороховец, С.С. Вострикова,
Е.С. Маркова, Н.С. Скорик

Вадим Николаевич Мороховец

кандидат биологических наук, директор

Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений – филиал
Федерального научного центра агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки,
Приморский край, Ханкайский район, с. Камень-Рыболов, Россия

dalniizr@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4220-2466>

Зоя Викторовна Басай

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений – филиал
Федерального научного центра агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки,
Приморский край, Ханкайский район, с. Камень-Рыболов, Россия

dalniizr@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-1428-7535>

Тамара Викторовна Мороховец

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений – филиал
Федерального научного центра агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки,
Приморский край, Ханкайский район, с. Камень-Рыболов, Россия

dalniizr@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4258-6268>

Светлана Сергеевна Вострикова

научный сотрудник

Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений – филиал
Федерального научного центра агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки,
Приморский край, Ханкайский район, с. Камень-Рыболов, Россия

dalniizr@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6817-0204>

Елена Сергеевна Маркова

младший научный сотрудник

Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений – филиал
Федерального научного центра агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки,

Приморский край, Ханкайский район, с. Камень-Рыболов, Россия
dalniizr@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9593-0352>

Нина Сергеевна Скорик

младший научный сотрудник

Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений – филиал
Федерального научного центра агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки,
Приморский край, Ханкайский район, с. Камень-Рыболов, Россия
dalniizr@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9327-5828>

Аннотация. Представлены результаты изучения биологической, хозяйственной эффективности и безопасности для культуры баковых смесей Флекс 1,3 л/га + Классик Форте 0,025 кг/га + адьювант Тренд 90 0,2 л/га и Флекс 1,3 л/га + Эвентус 1,3 л/га + Тренд 90 0,2 л/га с последующим нанесением (через 3 сут. после первой обработки) граминицида Фюзилад Форте 1,5 л/га при обработке сои в фазу 2–3 тройчатых листьев в условиях сильного засорения смешанного типа. Опытные смеси сравнивали со стандартным вариантом – Флекс 1,5 л/га + Тренд 90 0,2 л/га, через 3 сут. – Фюзилад Форте 1,5 л/га. Баковые смеси, особенно комбинация Флекс + Эвентус, оказались менее фитотоксичными для культуры, способствовали более эффективному и продолжительному контролю многолетних двудольных сорняков. Во всех вариантах опыта с применением гербицидов в течение 3–8 сут. после обработки достигалась полная гибель имеющихся на поле видов сорных растений, находящихся на ранних стадиях роста и развития. Представленные баковые смеси в сочетании с граминицидом показали высокую общую гербицидную активность, безопасность для культуры, способствовали получению максимальных в опыте прибавок урожая семян сои – 0,95–1,07 т/га (в среднем за три года), обеспечили достижение наибольшей экономической эффективности – 19,3–23,4 тыс. р./га и могут быть рекомендованы для применения в промышленном соеводстве.

Ключевые слова: соя, сорные растения, гербициды, баковые смеси, эффективность, фитотоксичность, безопасность

Для цитирования: Мороховец В.Н., Басай З.В., Мороховец Т.В., Вострикова С.С., Маркова Е.С., Скорик Н.С. Перспективные баковые смеси гербицидов для защиты посевов сои // Вестн. ДВО РАН. 2023. № 3. С. 75–88. http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698_2023_229_03_8.

Original article

Promising tank mixtures of herbicides to protect soybean crops

V.N. Morokhovets, Z.V. Basai, T.V. Morokhovets, S.S. Vostrikova,
E.S. Markova, N.S. Skorik

Vadim N. Morokhovets

Candidate of Sciences in Biology, Director

Far Eastern Research Institute of Plant Protection – Branch of the Federal Scientific Center
of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Primorsky Territory, Khankai
District, Kamen-Rybolov village, Russia
dalniizr@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4220-2466>

Zoya V. Basai

Candidate of Sciences in Agriculture, Senior Researcher

Far Eastern Research Institute of Plant Protection – Branch of the Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Primorsky Territory, Khankai District, Kamen-Rybolov village, Russia

dalniizr@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-1428-7535>

Tamara V. Morokhovets

Candidate of Sciences in Agriculture, Leading Researcher

Far Eastern Research Institute of Plant Protection – Branch of the Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Primorsky Territory, Khankai District, Kamen-Rybolov village, Russia

dalniizr@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4258-6268>

Svetlana S. Vostrikova

Researcher

Far Eastern Research Institute of Plant Protection – Branch of the Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Primorsky Territory, Khankai District, Kamen-Rybolov village, Russia

dalniizr@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6817-0204>

Elena S. Markova

Junior Researcher

Far Eastern Research Institute of Plant Protection – Branch of the Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Primorsky Territory, Khankai District, Kamen-Rybolov village, Russia

dalniizr@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-9593-0352>

Nina S. Skorik

Junior Researcher

Far Eastern Research Institute of Plant Protection – Branch of the Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Primorsky Territory, Khankai District, Kamen-Rybolov village, Russia

dalniizr@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-9327-5828>

Abstract. Presented the results of the study of biological, economic efficiency and safety for the culture of tank mixtures Flex 1.3 l/ha + Classic Forte 0.025 kg/ha + adjuvant Trend 90 0.2 l/ha and Flex 1.3 l/ha + Eventus 1.3 l/ha + Trend 90 0.2 l/ha with subsequent application (3 days after the first treatment) graminicide Fusilade Forte 1.5 l/ha when processing soybeans in the phase of 2–3 triple leaves in conditions of severe clogging of the mixed type. The experimental mixtures were compared with the standard version – Flex 1.5 l/ha + Trend 90 0.2 l/ha, after 3 days – Fusilade Forte 1.5 l/ha. Tank mixtures, especially the Flex + Eventus combination, turned out to be less phytotoxic for the crop, contributed to more effective and prolonged control of perennial dicotyledonous weeds. In all variants of the experiment with the use of herbicides, within 3–8 days after treatment, the complete death of weed species present in the field, which are in the early stages of growth and development, was observed. The presented tank mixtures in combination with the herbicide showed high overall herbicidal activity, safety for the crop, contributed to obtaining the maximum increases in the yield of soybean seeds in the experiment – 0.95–1.07 t/ha (on average over three years), ensured the achievement of the greatest economic efficiency – 19.3–23.4 thousand rubles/ha and can be recommended for use in industrial soybean production.

Keywords: soy, weeds, herbicides, tank mixtures, efficacy, phytotoxicity, safety

For citation: Morokhovets V.N., Basai Z.V., Morokhovets T.V., Vostrikova S.S., Markova E.S., Skorik N.S. Promising tank mixtures of herbicides to protect soybean crops. *Vestnik of the FEB RAS*. 2023;(3):75-88. (In Russ.). http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698_2023_229_03_8.

Введение

Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) широко распространена в мировом сельскохозяйственном производстве. Выдающиеся биологические свойства и высокая технологичность обусловили стремительный рост площадей и валовых сборов этой белково-масличной культуры [1, 2]. За последние 10 лет в РФ посевные площади сои выросли в 2,3 раза с 1,5 млн до 3,5 млн га. В 2022 г. российские аграрии собрали рекордные 6 млн т соевых бобов, что на 22,6 % больше, чем в 2021 г. [3]. В Приморском крае в 2022 г. урожай сои собран с площади 293 тыс. га. Валовой сбор семян достиг 500 тыс. т, что на 90 тыс. т (22 %) больше показателя 2021 г. Средняя по Приморью урожайность составила 1,7 т/га [4].

Важнейшим фактором снижения урожайности сои в условиях муссонного приморского климата считается вредоносное влияние на культуру разнообразных и многочисленных сорных растений. В начальный период вегетации сои из-за ее медленного роста и развития создаются благоприятные условия для произрастания сопутствующих видов сорных растений. В это время культура оказывает слабую конкуренцию сорнякам и при несвоевременном проведении защитных мероприятий потери урожая могут составлять 80 % и более [5–8].

В Приморском крае в период с 2016 по 2020 г. на соевых полях выявлено 108 видов сорных растений, принадлежащих 31 ботаническому семейству. Двудольные сорняки по видовому разнообразию значительно превосходили однодольные сорные растения – 89 (54 малолетних и 35 многолетних) видов против 19 (10 малолетних и 9 многолетних) [9].

На опытных полях ДВНИИЗР в 2018–2022 гг. средняя общая засоренность сои в контрольных, не обрабатываемых гербицидами вариантах колебалась от 178 до 1132 шт./м², сырая надземная масса сорняков составляла 2125–3914 г/м², а потери урожая семян, в зависимости от уровня засоренности, достигали 0,36–2,04 т/га (29–96 % от урожайности в вариантах с ручной прополкой).

Получить высокие и стабильные урожаи сои можно, если базовые агротехнические защитные мероприятия дополняются применением гербицидов [10–12]. При реализации химического метода защиты от сорняков следует учитывать преимущественно смешанный тип засоренности сои, поэтому необходимо использовать гербициды, баковые смеси препаратов с высокой активностью в отношении как двудольных сорных видов, так и злаковых сорняков [13–15]. Достижение максимальной биологической и хозяйственной эффективности зачастую обеспечивается применением баковых комбинаций гербицидов [16, 17].

В настоящее время на территории РФ к применению в посевах сои разрешено 227 гербицидов на основе 34 действующих веществ, среди них: послевсходовый гербицид Флекс, ВР (д.в. фомесафен 250 г/л), предназначенный для контроля широколистных двудольных сорняков; хорошо изученный препарат Классик Форте, ВДГ (д.в. тифенсульфурон-метил, 187,5 г/кг + хлоримурон-этил, 187,5 г/кг) и гербицидная новинка 2022 г. – Эвентус (д.в. бентазон, 480 г/л + кломазон, 50 г/л) [18].

За последние годы всестороннее изучение препарата Флекс проведено на Дальнем Востоке, в Краснодарском крае, Ленинградской, Тамбовской, Астраханской областях и Казахстане. При сложном типе засоренности рекомендуется применять Флекс в сочетании с граминицидами в баковых смесях либо последовательно [19–24].

Правильный подбор гербицидов, как перспективных, так и проверенных годами, их эффективное использование, в том числе в баковых смесях для достижения максимальной эффективности и полной реализации продуктивности сои, в настоящее время являются наиболее актуальными вопросами практической гербологии.

Цель представленного исследования – оценить перспективность применения в посевах сои новых баковых смесей гербицидов. Задачи исследования – изучить биологическую, хозяйственную эффективность и безопасность для культуры баковых смесей гербицида Флекс с препаратами Классик Форте и Эвентус в условиях Приморского края.

Материал и методы

Исследования проведены в 2020–2022 гг. в деляночных опытах на полях ДВНИИЗР в посевах сои сорта Асука. Метеоусловия в вегетационные периоды 2020 и 2022 гг. можно охарактеризовать как благоприятные для культуры и реализации гербицидного потенциала препаратов; ГТК – 2,2 и 1,9 соответственно. Менее благоприятным для роста, развития сои и сорных растений был 2021 г. (ГТК – 1,1).

Баковые смеси Флекс 1,3 л/га + Классик Форте 0,025 кг/га + адьювант Тренд 90 0,2 л/га и Флекс 1,3 л/га + Эвентус 1,3 л/га + Тренд 90 0,2 л/га с последующим нанесением (через 3 сут. после первой обработки) граминицида Фюзилад Форте, КЭ (д.в. флуазифоп-П-бутил, 150 г/л) 1,5 л/га применяли по вегетирующим растениям сои. Фаза развития и высота растений сои в день применения смесей препаратов – 2–3 тройчатых листа и 9–21 см соответственно. Эффективность опытных смесей сравнивали со стандартным вариантом – Флекс 1,5 л/га + Тренд 90 0,2 л/га, через 3 сут. – Фюзилад Форте 1,5 л/га.

Почва опытного участка лугово-бурая оподзоленная, средняя глина (песок – 34,7 %, глина – 65,3 %). Содержание гумуса в пахотном слое 20–22 см (ГОСТ 26213-91) – 3,8 %, $pH_{\text{сол}}$ (ГОСТ 26483-85) – 5,1. Содержание подвижных элементов питания, мг/100 г почвы: азот легкогидролизуемый – 6,6; P_2O_5 – 3,5; K_2O – 11,4; гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г почвы – 4,2.

Под посев сои проводили подготовку почвы согласно агротехнике, принятой в Приморском крае: зяблевая вспашка на глубину 18–20 см, культивация, лущение и предпосевное боронование опытного участка [25]. Сою высевали 28–31 мая однострочным способом (через 45 см) сеялкой СПП-8 или СН-16-П; норма высева 520–600 тыс. шт./га семян. Глубина сева 4–5 см.

Гербициды наносили с помощью ручного штангового опрыскивателя марки ОРШ-1 (конструкции ВНИИФ) для деляночных опытов, в котором подача рабочей жидкости осуществляется сжатым воздухом из резервуара с ручным нагнетанием; рабочее давление – 0,25 мПа; норма расхода рабочей жидкости – 200 л/га. Обрабатываемая площадь опытных делянок 15 м² (2,5×6 м), повторность семикратная, расположение вариантов рендомизированное.

Полевые опыты выполняли в соответствии с «Методикой полевого опыта» [26], «Методическим руководством по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве»¹, «Методическими рекомендациями по проведению регистрационных испытаний гербицидов»² и согласно ГОСТ Р 52325-2005, ГОСТ 12038-84, ГОСТ 12042-80.

Сорные растения учитывали перед обработкой гербицидами, через 30 и 60 сут. после использования основных препаратов на площадках 0,25 м² (по четыре на каждой делянке опыта). Перед внесением гербицидов определяли видовую принадлежность сорных растений, плотность их произрастания и фазу развития. В дальнейшем проводили количественно-весовые учеты, подсчитывая количество сорняков по видам и определяя их сырую надземную массу. При каждом учете в необработанном контроле отмечали стадию развития культуры и присутствующих видов сорняков; на опытных делянках регистрировали степень угнетения (повреждения) всех сорных видов. Возможные проявления фитотоксичности гербицидов для сои визуально оценивали через 3, 8 и 13 дней после первой обработки в сравнении с контролем. Перед уборкой на каждой делянке были взяты сноповые образцы с двух площадок по 0,5 м² (1,10×0,45 м) в четырехкратной повторности. Уборку урожая сои проводили со всей площади делянок. В 2020 и 2021 гг. убирали комбайном Yanmar SA600, в 2022 г. – вручную с последующим обмолотом на стационарной пучково-сноповой молотилке МПС-1М.

Биологическую и хозяйственную эффективность препаратов оценивали по снижению засоренности сои и росту ее урожайности в опытных и стандартном вариантах в сравнении с необработанным контролем. Полученные данные по урожайности, структуре урожая и качеству семян сои обрабатывали математически на ЭВМ методом дисперсионного анализа [26].

Результаты и обсуждение

В годы исследований засоренность опытных посевов сои была достаточно высокой. Общее количество сорняков в контроле в среднем равнялось 178–882 шт./м², а их средняя сырая масса достигала 2125–3484 г/м². В ценозе соевого поля в среднем за три года двудольные малолетние виды составили 47,9 % от общего количества сорняков; двудольные многолетние – 8,0 %; однолетние однодольные виды – 44,1 %, в том числе мятликовые или злаковые сорняки – 41,2 % и коммелина обыкновенная *Commelina communis* L. – 2,9 %. В 2020 и 2022 гг. преобладали двудольные малолетние виды (55,5 и 71,2 % соответственно), в 2021 г. – сорные злаки (67,1 %).

Средняя за три года общая засоренность опытных участков перед нанесением гербицидов составила 461,5 шт./м². Встречались типичные для посевов сои юга Дальнего Востока виды сорных растений: злаковые однолетники – ежовник обыкновенный, или просо куриное *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. – в среднем 141,8 шт./м²; шерстняк мохнатый *Eriochloa villosa* (Thunb. ex Murray) Kunth – 17,2; щетинники малорослый, или сизый *Setaria pumila* (Poir.) Schult. и зеленый

¹ Спиридонов Ю.Я., Ларина Г.Е., Шестаков В.Г. Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве. М.: Печатный город, 2009. 252 с.

² Методические рекомендации по проведению регистрационных испытаний гербицидов / ФГБНУ ВИЗР. СПб., 2020. 80 с.

S. viridis (L.) Beauv. – 7,2; двудольные малолетние виды – акалифа южная *Acalypha australis* L. – 131,2; амброзия полыннолистная *Ambrosia artemisiifolia* L. – 99,8; марь белая *Chenopodium album* L. – 7,1; жерушник болотный *Rorippa palustris* (L.) Bess. – 3,2; двудольные многолетние сорняки – осот полевой *Sonchus arvensis* L. – 21,4; щавельник курчавый *Rumex crispus* L. – 7,2 и однодольный однолетний вид коммелина обыкновенная – 13,0 шт./м². Единично (не более 2 шт./м²) встречались канатник Теофраста *Abutilon theophrasti* Medik., эльсгольция ложногребенчатая *Elsholtzia pseudocristata* Levl. et Vaniot, виды горца *Persicaria* Hill spp.; из многолетних видов – полынь обыкновенная *Artemisia vulgaris* L., бодяк щетинистый *Cirsium setosum* (Willd.) Bieb., мята полевая *Mentha arvensis* L. и чистец шероховатый *Stachys aspera* Michx.

При оценке фитотоксичности гербицидов через 3 сут. после первой обработки (перед нанесением граминицида) в стандартном варианте Флекс 1,5 л/га + Тренд 90 0,2 л/га на листьях отдельных растений сои отмечены ожоги в виде небольших бурых и желтых пятен, локальные повреждения дистальных краев листовых пластинок второго тройчатого листа и едва заметная деформация формирующегося третьего тройчатого листа. При внесении смеси Флекс 1,3 л/га + Классик Форте 0,025 кг/га + Тренд 90 л/га негативное действие на сою было выражено в меньшей степени – на верхних тройчатых листьях наблюдали ожоговые светло-коричневые или бурые пятна с нечеткими краями. В варианте с использованием баковой смеси Флекс 1,3 л/га + Эвентус 1,3 л/га + Тренд 90 0,2 л/га признаки фитотоксичности были минимальными и ограничивались слабыми ожогами листьев сои в виде мелких светлых пятен.

Описанные симптомы повреждения попавших под обработку гербицидами листьев сои сохранились и к следующему учету (через 8 сут. после обработки). К учету через 13 сут. в стандартном и опытных вариантах молодые листья сои, сформировавшиеся на растениях уже после применения гербицидов, не имели каких-либо признаков повреждения.

Через 3 сут. после первого использования гербицидов в стандартном варианте Флекс 1,5 л/га + Тренд 90 0,2 л/га констатировали полную гибель всходов и имеющих 1–4 настоящих листа растений акалифы южной, амброзии полыннолистной, мари белой, жерушника болотного, коммелины обыкновенной, щавельника курчавого, осота полевого. На наиболее развитых растениях этих видов наблюдали засыхание листьев и боковых побегов, наличие на сохранившихся листьях некрозов в виде бурых и светлых пятен, гибель точек роста. На злаковых сорняках зафиксированы симптомы незначительного контактного действия Флекса – хлороз и/или засыхание дистальных краев листовых пластинок, появление на них ожогов – бурых и серых пятен.

В этот период учета в вариантах Флекс 1,3 л/га + Классик Форте 0,025 кг/га + Тренд 90 0,2 л/га и Флекс 1,3 л/га + Эвентус 1,3 л/га + Тренд 90 0,2 л/га наблюдались некрозы (ожоги) листьев и точки роста у амброзии полыннолистной, акалифы южной, мяты полевой, осота полевого. Осветление листьев и верхней точки роста замечено на растениях мари белой, коммелины обыкновенной, полыни обыкновенной, чистеца шероховатого, бодяка щетинистого. Полностью погибли сорные растения разных видов, находившиеся во время обработки на минимальных стадиях развития. На мятликовых сорняках было заметно осветление (хлороз), пожелтение или побурение листовых пластинок, засыхание дистальных краев листьев. Описанные признаки гербицидного действия Флекса и его смесей

с Классиком Форте и Эвентусом на двудольные виды и злаковые сорняки усилились к учету через 8 сут. после обработки.

Через 4 сут. после нанесения граминицида Фюзилад Форте по фону Флекса и баковых смесей на мятликовых сорных растениях (ежовник обыкновенный, виды щетинника, шерстняк мохнатый) наблюдали ярко выраженный хлороз или побурение листовых пластинок, отмирание их дистальных краев.

При проведении учета через 30 сут. после применения основных гербицидов общее количество сорных растений в контроле (без обработки) в среднем за три года составило 570 шт./м². Общая сырая надземная масса равнялась 2893 г/м², в том числе биомасса двудольных малолетних видов – 1310 г/м², широколистных многолетников – 519 г/м², однолетних злаковых сорняков – 901 и коммелины обыкновенной – 163 г/м² (табл. 1).

Таблица 1

Биологическая эффективность гербицидов при применении в посевах сои, среднее за 2020–2022 гг.

Вариант опыта	Гибель всех сорняков, %	Снижение засоренности, % к контролю			
		Двудольные		Однодольные	
		малолетние	многолетние	однолетние злаковые	коммелина обыкновенная
Учет через 30 сут. после первой обработки					
Контроль (без обработки)*	570/2893	228/1310	39/519	285/901	18/163
Флекс 1,5 л/га + Тренд 90 0,2 л/га и через 3 сут. – Фюзилад Форте 1,5 л/га (стандарт)	74/87	80/98	57/72	86/98	28/53
Флекс 1,3 л/га + Классик Форте 0,025 кг/га + Тренд 90 0,2 л/га и Фюзилад Форте 1,5 л/га	64/77	65/86	41/63	73/83	14/34
Флекс 1,3 л/га + Эвентус 1,3 л/га + Тренд 90 0,2 л/га и Фюзилад Форте 1,5 л/га	60/74	62/92	57/77	71/90	21/48
Учет через 60 сут. после первой обработки					
Контроль (без обработки)*	441/3484	207/1593	33/615	182/1076	19/200
Флекс 1,5 л/га + Тренд 90 0,2 л/га и через 3 сут. – Фюзилад Форте 1,5 л/га (стандарт)	81/92	90/98	68/54	97/99	39/47
Флекс 1,3 л/га + Классик Форте 0,025 кг/га + Тренд 90 0,2 л/га и Фюзилад Форте 1,5 л/га	65/83	67/91	33/63	70/89	23/31
Флекс 1,3 л/га + Эвентус 1,3 л/га + Тренд 90 0,2 л/га и Фюзилад Форте 1,5 л/га	68/88	62/95	53/74	84/94	40/39

* В контроле – количество (шт./м²) и сырая масса (г/м²) сорняков.

Примечание. В числителе – количество, в знаменателе – масса.

В среднем за три года баковая смесь Флекс 1,3 л/га + Эвентус 1,3 л/га + Тренд 90 0,2 л/га с последующим применением Фюзилада Форте 1,5 л/га снизила массу однолетних двудольных сорняков на 92 %, что было на уровне действия стандарта Флекс 1,5 л/га + Тренд 90 0,2 л/га и Фюзилад Форте 1,5 л/га.

В сравнении с данными вариантами последовательное применение смеси Флекс 1,3 л/га + Классик Форте 0,025 кг/га + Тренд 90 0,2 л/га и Фюзилада Форте 1,5 л/га немного уступало в действии на группу широколистных малолетников. Высокую токсичность (снижение биомассы на 87–99 %) в этот срок учета обе баковые смеси и стандарт проявили по отношению к доминирующей в посеве амброзии полыннолистной, масса которой в контроле достигла 94 % от общей массы двудольных однолетних сорняков. По сравнению со стандартом смеси на 17–26 % эффективнее подавляли массу осота полевого, но уступали в действии на акалифу южную (рис. 1).

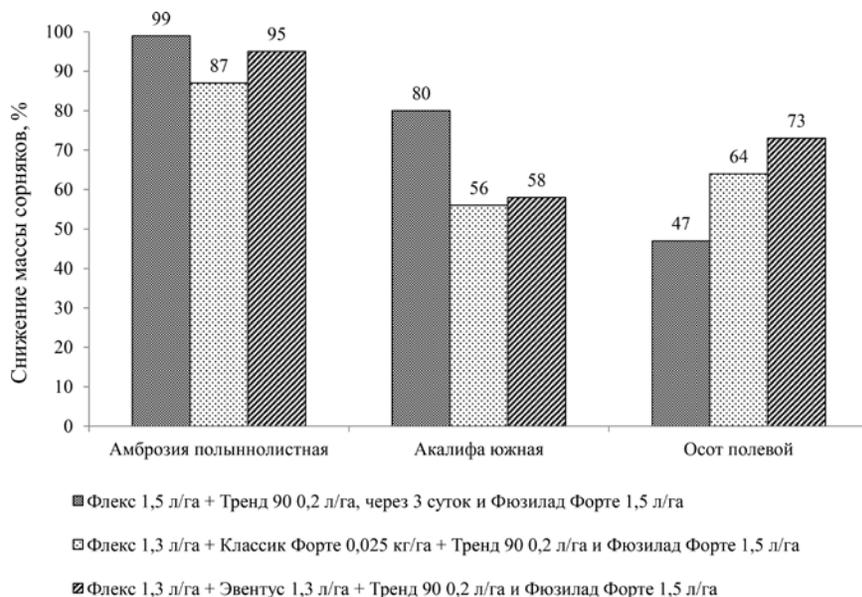


Рис. 1. Действие гербицидов на преобладающие в посевах сои виды двудольных сорных растений, среднее за 2020–2022 гг.

Мятликовые однолетние сорные растения (ежовник обыкновенный, щетинники зеленый и малорослый, шерстяк мохнатый) были высоковосприимчивы к комбинациям Флекса и баковых смесей с Фюзиладом Форте (рис. 2).

Через 60 сут. после использования баковых смесей гербицидов сохранились те же тенденции в их действии на группы двудольных однолетних и многолетних видов, однодольных мятликовых сорняков, как и при учете через 30 сут. Изучаемые баковые смеси продолжали эффективно (на 94–98 % по массе) угнетать амброзию полыннолистную, но несколько снизили уровень токсичности по отношению к акалифе южной. К этому времени общая эффективность гербицидных смесей по отношению к группе однолетних злаковых видов составила 89–99 % по массе (табл. 1). В отличие от стандартного варианта, в котором произошло заметное снижение активности в отношении многолетних широколистных сорняков, опытные смеси гербицидов сохранили ее на уровне, зафиксированном месяцем ранее. Подавление надземной массы коммелины обыкновенной в опыте в оба срока учета в среднем не превышало 31–53 %.

Урожайность сои в контроле в среднем за три года составила 0,61 т/га. Применение опытных смесей гербицидов обеспечило ее повышение на 0,95–1,07 т/га,

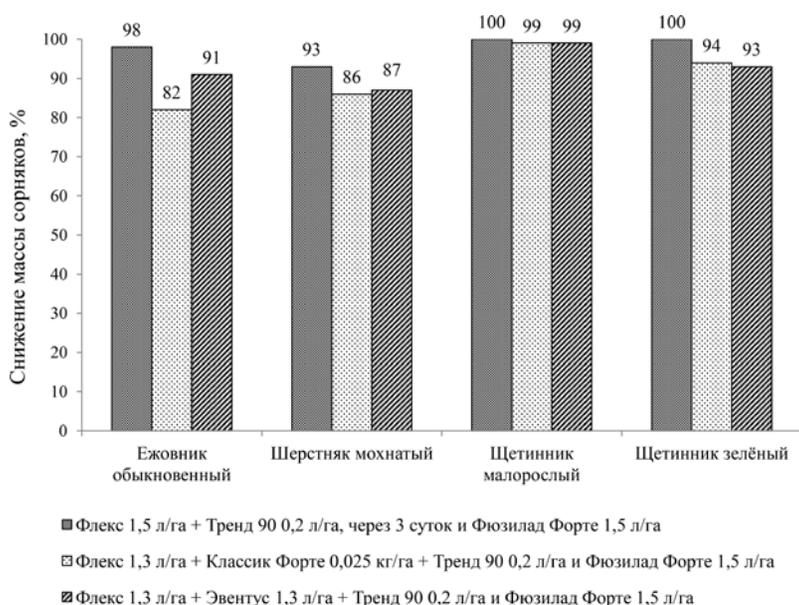


Рис. 2. Действие гербицидов на однолетние злаковые сорные растения в посевах сои, среднее за 2020–2022 гг.

Таблица 2

Хозяйственная и экономическая эффективность применения гербицидов в посевах сои, среднее за 2020–2022 гг.

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Прибавка урожая		Экон. эффективность, тыс. р./га
		т/га	% к контролю	
Флекс 1,5 л/га + Тренд 90 0,2 л/га и через 3 сут. – Фюзилад Форте 1,5 л/га (стандарт)	1,53	0,92	151	19,0
Флекс 1,3 л/га + Классик Форте 0,025 кг/га + Тренд 90 0,2 л/га и Фюзилад Форте 1,5 л/га	1,56	0,95	156	19,3
Флекс 1,3 л/га + Эвентус 1,3 л/га + Тренд 90 0,2 л/га и Фюзилад Форте 1,5 л/га	1,68	1,07	175	23,4

Примечание. Урожайность в контроле (без обработки) 0,61 т/га. НСР_{0,5} = 0,2 т/га.

что существенно не превышало прибавку, полученную в стандартном варианте (табл. 2).

Анализ структуры урожая показал, что применение баковых смесей гербицидов и стандарта привело к увеличению густоты стояния растений сои на 12–18 шт./м², массы зерна – на 181,4–206,6 г/м², количества на одном растении бобов – на 5–6 шт. и семян – на 14–16 шт. в сравнении с необработанным контролем (табл. 3). Высота опытных растений существенно не отличалась от контрольного значения. Использование гербицидов способствовало существенному росту массы 1000 семян сои – на 9–12 г по сравнению с контролем (149 г). Всхожесть семян, собранных в контроле и на опытных делянках, была одинаково высокой – 98 %.

Экономическая эффективность защиты сои от сорных растений внесением баковых смесей Флекс 1,3 л/га + Классик Форте 0,025 кг/га + Тренд 90 0,2 л/га и Флекс 1,3 л/га + Эвентус 1,3 л/га + Тренд 90 0,2 л/га с последующим применением

Структура урожая и посевные качества семян сои, среднее за 2020–2022 гг.

Вариант опыта	Количество растений, шт./м ²	Высота растений, см	Масса семян сои, г/м ²	Общее количество, шт./1 растение		Масса 1000 семян, г	Всхожесть, %
				бобов	семян		
Контроль (без обработки)	46	53,6	62,0	6	10	149	98
Флекс 1,5 л/га + Тренд 90 0,2 л/га, через 3 сут. – Фюзилад Форте 1,5 л/га (стандарт)	58	57,7	244,0	11	24	158	98
Флекс 1,3 л/га + Классик Форте 0,025 кг/га + Тренд 90 0,2 л/га и Фюзилад Форте 1,5 л/га	63	54,2	243,4	12	25	161	98
Флекс 1,3 л/га + Эвентус 1,3 л/га + Тренд 90 0,2 л/га и Фюзилад Форте 1,5 л/га	64	54,0	268,6	12	26	161	98
НСР ₀₅	5	4,2	35,4	2	4	4	0

Фюзилада Форте 1,5 л/га составила 19,3 и 23,4 тыс. руб./га соответственно, что превысило стандартную цифру на 0,3–4,4 тыс. р./га (табл. 2).

Заключение

В результате проведения в 2020–2022 гг. деляночных опытов установлено высокая биологическая активность новых баковых смесей гербицидов Флекс 1,3 л/га + Классик Форте 0,025 кг/га + Тренд 90 0,2 л/га и Флекс 1,3 л/га + Эвентус 1,3 л/га + Тренд 90 0,2 л/га с последующим применением граминицида Фюзилад Форте 1,5 л/га, обеспечивших через два месяца после обработки снижение общей засоренности посевов сои на 83–88 % (по сырой надземной массе). В стандартном варианте Флекс 1,5 л/га + Тренд 90 0,2 л/га и через 3 сут. Фюзилад Форте 1,5 л/га снижение общей биомассы сорняков к этому сроку достигло 92 %, но баковые смеси дольше сохраняли высокую токсичность в отношении осота полевого и других широколистных многолетних сорняков, которые объективно считаются наиболее вредоносными и трудноискореняемыми. В равной мере хорошо (снижение биомассы на 87–99 %) Флекс самостоятельно и баковые смеси подавляли доминирующую в соевом агроценозе амброзию полыннолистную, масса которой в контроле в среднем за три года составила 94 % от общей массы двудольных однолетних сорняков. В сравнении со стандартом изучаемые смеси препаратов менее эффективно контролировали акалифу южную, чувствительную из всего спектра использованных действующих веществ только к фомесафену. Комбинирование Флекса и баковых смесей на его основе с граминицидом Фюзилад Форте 1,5 л/га обеспечило продолжительный контроль группы злаковых однолетних сорняков на уровне 89–99 % (по массе). Вне зависимости от видовой принадлежности двудольных сорняков, при условии обработки на ранних стадиях развития, в течение 3–8 сут. достигается их полная гибель, как при применении Флекса отдельно, так и в смеси с Классик Форте и Эвентусом. Заметным преимуществом изученных баковых смесей, особенно сочетания Флекс + Эвентус, перед стандартом стала их повышенная безопасность для защищаемой культуры. Высокая общая гербицидная

активность комбинаций Флекс 1,3 л/га + Классик Форте 0,025 кг/га + Тренд 90 0,2 л/га и Флекс 1,3 л/га + Эвентус 1,3 л/га + Тренд 90 0,2 л/га с последующим применением граминицида Фюзилад Форте 1,5 л/га в сочетании с их лояльностью по отношению к сое способствовала получению максимальных в опыте прибавок урожая семян – 0,95 и 1,07 т/га (в среднем за три года) и достижению наибольшей экономической эффективности – 19,3 и 23,4 тыс.р./га соответственно.

Таким образом, представленные баковые смеси гербицидов в сочетании с граминицидом эффективны в условиях высокой засоренности сои при смешанном типе засорения относительно безопасны для культуры и могут быть рекомендованы для применения в промышленном соеводстве.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Дорохов А.С., Бельштина М.Е., Большева К.К. Производство сои в Российской Федерации: основные тенденции и перспективы развития // Вестн. Ульянов. гос. с.-х. акад. 2019. № 3 (47). С. 25–33. DOI: 10.18286/1816-4501-2019-3-25-33.
2. Линников П.И. Российский рынок сои: тенденции, перспективы развития // Аграр. науч. журн. 2018. № 10. С. 81–86. DOI:10.28983/asj.v0i10.595.
3. Кадышева Т. РФ поставила рекорд по сбору сои. – <https://agrotime.info/rf-postavila-istoricheskij-rekord-po-sбору-soi/> (дата обращения: 19.12.2022).
4. В Приморье урожай сои вырос на 22 %. – <https://tass.ru/ekonomika/16575189> (дата обращения: 13.01.2023).
5. Савва А.П., Тележенко Т.Н., Суворова В.А. Новый отечественный препарат Нексус на посевах сои в условиях центральной зоны Краснодарского края // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Краснодар, 2022. С. 321–332.
6. Миренков Ю.А., Кажарский В.Р., Папсуев А.В., Булавин Л.А., Гвоздов А.П., Пынтиков С.А. О совершенствовании мер борьбы с многолетними сорными растениями // Вестн. Белорус. с.-х. акад. 2020. № 1. С. 68–73.
7. Миленко О.Г. Продуктивность агрофитоценоза сои в зависимости от сорта, норм высева семян и способов ухода за посевами // Изв. Тимирязев. с.-х. акад. 2019. Вып. 1. С. 170–181.
8. Shcatula Y. Chemical protection of soybean crops against weeds // Sci. Europe. 2021. N 2 (67). P. 27–35. DOI: 10.24412/3162-2364-2021-67-2-27-35.
9. Мороховец Т.В., Мороховец В.Н., Вострикова С.С., Басай З.В., Скорик Н.С., Маркова Е.С., Баймуханова А.А. Результаты изучения сорно-полевой флоры Приморского края в 2016–2020 годах // Сиб. вестн. с.-х. науки. 2021. Т. 51, № 6. С. 57–67. DOI: 10.26898/0370-8799-2021-6-7.
10. Кузнецова В.А., Мрясова Л.М. Снижение гербицидного стресса при применении препарата «Эколарикс» в посевах сои // Экобиотех. 2019. Т. 2, № 3. С. 382–386. DOI: 10.31163/2618-964X-2019-2-3-382-386.
11. Душко О.С. Влияние гербицидов на засоренность и семенную продуктивность сои в условиях Приамурья // С.-х. журн. 2022. № 3 (15). С. 4–11. DOI: 10.25930/2687-1254/001.3.15.2022.
12. Лысенко Н.Н., Прудникова Е.Г., Матвейчук П.Н. Эффективное сочетание гербицидов в посевах сои // Вестн. аграр. науки. 2018. № 5 (74). С. 10–18. DOI: 10.15217/issn2587-666X.2018.5.10.
13. Крылова Т.С., Дубровин А.Н., Дорожкина Л.А. Эффективность гербицидов в посевах сои в условиях Приамурья // Агрохим. вестн. 2020. № 2. С. 54–57. DOI: 10.24411/1029-2551-2020-10024.
14. Тишков Н.М., Бушнев А.С. Засоренность посевов масличных культур при различных способах основной обработки почвы в севообороте // Маслич. культуры: НТБ ВНИИМК. 2012. Вып. 1 (150). С. 100–106.
15. Черезов Р.Н., Устарханова Э.Г. Способ посева и применение гербицидов на сое // XI Всерос. конф. молодых ученых и специалистов / ФГБНУ ФНЦ ВНИИМ. Краснодар, 2021. С. 254–258. DOI: 10.25230/conf11-2021-254-258.
16. Лобачев Ю.В., Красильников В.Т. Влияние новых баковых смесей и композиций гербицидов на хозяйственно полезные показатели сои // Аграр. науч. журн. 2020. № 2. С. 16–23. DOI: 10.28983/asj.y2020i2pp16-23.
17. Лобачев Ю.В., Красильников В.Т. Изменчивость и взаимосвязь хозяйственно полезных показателей сои под влиянием гербицидов // Аграр. науч. журн. 2020. № 5. С. 19–22. DOI: 10.28983/asj.y2020i5pp19-22.

18. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации за 2022 г. М., 2022. 879 с.
19. Мороховец Т.В., Мороховец В.Н., Штерболова Т.В., Басай З.В., Вострикова С.С., Скорик Н.С. Эффективность и безопасность для сои баковых смесей гербицида Флекс с граминицидами // Дальневост. аграр. вестн. 2020. № 3 (55). С. 48–57. DOI:10.24411/1999-6837-2020-13033.
20. Мороховец В.Н., Штерболова Т.В., Мороховец Т.В., Вострикова С.С., Басай З.В., Скорик Н.С. Эффективность последовательного применения гербицида Флекс с граминицидами в посевах сои // Вестн. ДВО РАН. 2020. № 4. С. 106–115. DOI: 10.37102/08697698.2020.212.4.017.
21. Мороховец Т.В., Мороховец В.Н., Маркова Е.С., Басай З.В., Вострикова С.С., Скорик Н.С. Фазовая чувствительность некоторых видов широколистных сорных растений к гербициду Флекс // Сиб. вестн. с.-х. науки. 2022. Т. 52, № 5. С. 32–41. DOI:10.26898/0370-8799-2022-5-4.
22. Савва А.П., Тележенко Т.Н., Суворова В.А., Ковалёв С.С. Противодвудольный гербицид Флекс, ВР для защиты посевов сои в Краснодарском крае // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36, № 3. С. 69–73. DOI:10.53859/02352451_2022_36_3_69.
23. Голубев А.С., Ткач А.С., Маханькова Т.А. Чувствительность сорных растений к внесению фомесафена до всходов картофеля // Защита и карантин растений. 2022. № 7. С. 26–28. DOI: 10.47528/1026-8634_2022_7_26.
24. Нажметдинова А.Ш., Измаилова А. Пути улучшения токсического действия гербицида фомесафена на сорную растительность // Вестн. КазНМУ. 2019. № 1. С. 475–481.
25. Система ведения агропромышленного производства Приморского края / отв. ред. Н.П. Барышникова. Новосибирск, 2001. 364 с.
26. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

REFERENCES

1. Dorokhov A.S., Belyshkina M.E., Bolsheva K.K. Proizvodstvo soi v Rossijskoj Federacii: osnovnye tendencii i perspektivy razvitiya = [Soy production in the Russian Federation: basic trends and development prospects]. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2019;47(3):25-33. (In Russ.). DOI: 10.18286/1816-4501-2019-3-25-33.
2. Linnikov P.I. Rossijskij rynek soi: tendencii, perspektivy razvitiya = [Russian soybean market: trends, development prospects]. *Agrarian Scientific Journal*. 2018;(10):81-86. (In Russ.). DOI: 10.28983/asj.v0i10.595.
3. Kadyshcheva T. RF postavila rekord po sboru soi = [RF set a record for harvesting soybeans]. – <https://agrotime.info/rf-postavila-istoricheskij-rekord-po-sboru-soi>. (date of the applicatio: 19.12.2022). (In Russ.).
4. V Primor'e urozhaj soi vyros na 22 % = [In Primorye, the soybean harvest increased by 22 %]. – <https://tass.ru/ekonomika/16575189> (date of the applicatio: 13.01.2023). (In Russ.).
5. Savva A.P., Telezhenko T.N., Suvorova V.A. Novyi otechestvennyi preparat Neksus na posevakh soi v usloviyakh tsentral'noi zony Krasnodarskogo kraja = [A new Russian product Nexus on soybean crops in the central zone of Krasnodar Krai]. Materials of the International scientific and practical conference “Biological plant protection – the basis of stabilization of agroecosystems”. Krasnodar; 2022. P. 321-332. (In Russ.).
6. Mirenkov Iu.A., Kazharskii V.R., Papsuev A.V., Bulavin L.A., Gvozdoz A.P., Pyntikov S.A. O sovershenstvovanii mer bor'by s mnogoletnimi sornymi rasteniyami = [About the improvement of measures to control perennial weeds]. *Bulletn of the Belarussian State Agricultural Academy*. 2020;(1):68-73. (In Russ.).
7. Milenko O.G. Produktivnost' agrofитоcеноза soi v zavisimosti ot sorta, norm vyseva semyan i sposobov uhoda za posevami = [Productivity of a soybean agrophytocenosis depending upon variety, seeding rate and methods of crop care]. *Izvestiya of Timiryazev Agrycultural Academy*. 2019;(1):170-181. (In Russ.).
8. Shcatula Y. Chemical protection of soybean crops against weeds. *Sciences of Europ*. 2021;(2):27-35. DOI: 10.24412/3162-2364-2021-67-2-27-35.
9. Morokhovets T.V., Morokhovets V.N., Vostrikova S.S., Basai Z.V., Skorik N.S., Markova E.S., Baymukhanova A.A. Rezultaty izucheniya sorno-polevoj flory Primorskogo kraja v 2016–2020 godah = [Results of the study of the weed-field flora of Primorsky Territory in 2016-2020]. *Siberian Herald of Agricultural Science*. 2021;51(6):57-67. (In Russ.). DOI: 10.26898/0370-8799-2021-6-7.

10. Kuznetsova V.A., Mryasova L.M. Snizhenie gerbicidnogo stressa pri primenenii preparata «Ekolariks» v posevah soi = [Herbicide stress reduced by the application of the ecolarix drug in soybean seeds]. *Ecobiotech.* 2019;2(3):382-386. (In Russ.). DOI:10.31163/2618-964X-2019-2-3-382-386.
11. Dushko O.S. Vliyanie gerbicidov na zasoryonnost' i semennuyu produktivnost' soi v usloviyah Priamur'ya = [Influence of herbicides on weediness and seed productivity of soybean in the conditions of the Amur Region]. *Agricultural Journal.* 2022;(3):4-11. (In Russ.). DOI: 10.25930/2687-1254/001.3.15.2022.
12. Lysenko N.N., Prudnikova E.G., Matveychuk P.N. Effektivnoe sochetanie gerbicidov v posevah soi = [Effective combination of herbicides in crops of soybean]. *Vestnik agrarnoy nauki.* 2018;(5):10-18. (In Russ.). DOI: 10.15217/issn2587-666X.2018.5.10.
13. Krylova T.S., Dubrovin A.N., Dorozhkina L.A. Effektivnost' gerbicidov v posevah soi v usloviyah Priamur'ya = [Efficiency of herbicides in soybean seeds in the Amur Region]. *Agrochemical Herald.* 2020;(2):54-57. (In Russ.). DOI:10.24411/1029-2551-2020-10024.
14. Tishkov N.M., Bushnev A.S. Zasoryonnost' posevov maslichnykh kul'tur pri razlichnykh sposobakh osnovnoy obrabotki pochvy v sevooborote = [Contamination of oilseed crops with various methods of basic tillage in crop rotation]. *Oilseed Crops.* 2012;(1):100-106. (In Russ.).
15. Cherezov R.N., Ustarkhanova E.G. Sposob poseva i primenenie gerbicidov na soe = [Sowing method and herbicide application on soybean (review)]. *Collection of materials of the XI All-Russian Conference of Young Scientists and Specialists, Krasnodar, February 25-26, 2021.* Krasnodar: Federal Scientific Center "V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops"; 2021. P. 254-258. (In Russ.). DOI: 10.25230/conf11/-2021-254-258.
16. Lobachev Yu.V., Krasilnikov V.T. Vliyanie novykh bakovykh smesey i kompozitsiy gerbicidov na hozyajstvenno-poleznye pokazateli soi = [The effect of new tank mixtures and herbicide compositions on economically useful indicators of soybean]. *Agrarian Scientific Journal.* 2020;(2):16-23. (In Russ.). DOI: 10.28983/asj.y2020i2pp16-23.
17. Lobachev Yu.V., Krasilnikov V.T. Izmenchivost' i vzaimosvyaz' hozyajstvenno-poleznykh pokazatelej soi pod vliyaniem gerbicidov = [Variability and interconnection of economically useful indicators of soybeans under the influence of herbicides]. *Agrarian Scientific Journal.* 2020;(5):19-22. (In Russ.). DOI: 10.28983/asj.y2020i5pp19-22.
18. Spisok pesticidov i agrokhimikatov, razreshyennykh k primeneniyu na territorii Rossijskoj Federacii = [List of pesticides and agrochemicals approved for use on the territory of the Russian Federation]. Moscow; 2022. 879 p. (In Russ.).
19. Morokhovets T.V., Morokhovets V.N., Shterbolova T.V., Basai Z.V., Vostrikova S.S., Skorik N.S. Effektivnost' i bezopasnost' dlya soi bakovykh smesey gerbicida Fleks s graminicidami = [Use of tank mix of herbicide flex with graminicides: efficiency and safety for soybean]. *Far Eastern Agrarian Herald.* 2020;(3):48-57. (In Russ.). DOI: 10.24411/1999-6837-2020-13033.
20. Morokhovets V.N., Shterbolova T.V., Morokhovets T.V., Vostrikova S.S., Basai Z.V., Skorik N.S. Effektivnost' posledovatel'nogo primeneniya gerbicida Fleks s graminicidami v posevah soi = [Effectiveness of sequential herbicide application Flex with graminicides in soybean crops]. *Vestnik of the FEB RAS.* 2020;(4):106-115. (In Russ.). DOI: 10.37102/08697698.2020.212.4.017.
21. Morokhovets T.V., Morokhovets V.N., Markova E.S., Basai Z.V., Vostrikova S.S., Skorik N.S. Fazovaya chuvstvitel'nost' nekotorykh vidov shirokolistnykh sornykh rastenij k gerbicidu Fleks = [Phase sensitivity of some broad-leaved weed species to the herbicide Flex]. *Siberian Herald of Agricultural Science.* 2022;52(5):32-41. (In Russ.). DOI: 10/26898/0370-8799-2022-5-4.
22. Savva A.P., Telezhenko T.N., Suvorova V.A., Kovalev S.S. Protivodvudol'nyj gerbicid Fleks, VR dlya zashchity posevov soi v Krasnodarskom krae = [Anti-dikotyledonous herbicide Flex, AS for the protection of soybean crops in the Krasnodar Territory]. *Achievements of Science and Technology in Agribusiness.* 2022;36(3):69-73. (In Russ.). DOI: 10.53859/02352451_2022_36_3_69.
23. Golubev A.S., Tkach A.S., Makhankova T.A. Chuvstvitel'nost' sornykh rastenij k vneseniyu fomesafena do vskhodov kartofelya = [Susceptibility of weeds to pre-emergence application of fomesafen on a potato crop]. *Plant Protection and Quarantine.* 2022;(7):26-28. (In Russ.). DOI: 10.47528/1026-8634_2022_7_26.
24. Nachmetdinova A.Sh., Izmailova A. Puti uluchsheniya toksicheskogo dejstviya gerbicida fomesafena na sornuyu rastitel'nost' = [Ways to improve the toxic effect of the herbicide fomesafen on weeds]. *Vestnik KazNMU.* 2019;(1):475-481. (In Russ.).
25. Baryshnikova N.P. (eds-in-chief). Sistema vedeniya agropromyshlennogo proizvodstva Primorskogo kraja = [The system of conducting agro-industrial production of Primorsky Krai]. Novosibirsk; 2001. 364 p. (In Russ.).
26. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta = [Methodology of field experience]. Moscow: Agropromizdat; 1985. 351 p. (In Russ.).