
Научная статья

УДК 632.9:633.655

EDN JBTXFQ

**Выбор и оценка безопасности применения
гербицидов для соевых полей**

Чжан У^{1,2}, Сян Пэн^{1,2}, Ли Яньцзе^{1,2}, Ян Шу^{1,2}, Ван Шу^{1,2}, Ли Минь¹, Вэй Ран¹

¹Хэйхэское отделение Хэйлунцзянской академии сельскохозяйственных наук, Хэйхэ, Китай, 164300

²Хэйлунцзянская полевая научно-исследовательская станция по борьбе с вредителями, Хэйхэ, Китай

Аннотация. Для выяснения эффективности и безопасности применения сульфопиразола, тиофенсульфурана, пропинилфторкарбонамида, мелкодисперсного изопропилметахлора и диметилпентанилина, внесённых на полях сои после обработки почвы, перед всходом и после всхода, были проведены испытания в микрозоне, искусственное опрыскивание, чтобы оценить контрольный эффект препарата на сорняки путем сравнения контрольного эффекта других препаратов и сравнения контроля свежей массы сорняков. Результаты показали, что 40%-й раствор сульфопиразола (375 мл/г²) и 50%-й пропинилфторхлорамина (WG80г/г²) после 60-дневного применения оказали контрольный количественный эффект на 85,6 % и свежевесовой эффект на 92,21 %. Второй – 960 г/л мелкодисперсного изопропилметахлора EC1350 мл/гм², 50 % пропинилфлурахлора WG80 г/гм², эффективность 60d для борьбы с сорняками достигла 83,58 %, а эффект контроля массы свежего растения достиг 88,63 %. Таким образом, 40 % сульфопиразола и 50 % пропинилфлурахлора можно использовать в качестве высокоэффективных гербицидов для обработки почвы перед всходами на полях сои после посева, но необходимо обращать внимание на проблемы с безопасностью сои, вызванных чрезмерным использованием 50 % пропинилфлурахлора, выпадением осадков и застоем воды.

Ключевые слова: соевое поле, сорняк, безопасность, эффект борьбы с сорняками

Для цитирования: Чжан У, Сян Пэн, Ли Яньцзе, Ян Шу, Ван Шу, Ли Минь, Вэй Ран. Выбор и оценка безопасности применения гербицидов для соевых полей // Приоритетные вызовы для молодых ученых агропромышленного комплекса : материалы XX междунар. молодёж. форума, (Благовещенск, 17–20 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 33–44.

Original article

Selection and safety assessment of herbicide application for soybean fields

Zhang Wu^{1,2}, Xiang Peng^{1,2}, Li Yanjie^{1,2}, Yang Shu^{1,2}, Wang Shu^{1,2}, Li Min¹, Wei Ran¹

¹Heihe Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Heihe, China, 164300

²Heilongjiang Pest Control Field Research Station, Heihe, China

Abstract. To find out the efficacy and safety of sulfopyrazole, thiophenesulfuron, propynylfluorocarbonamide, fine isopropylmethachlor and dimethylpentaniline applied to soybean fields after tillage, preemergence and postemergence, microzone, artificial spraying trials were conducted to evaluate the control effect of the drug on weeds by comparing the control effect of other drugs and comparing the fresh mass weed control. The results showed that 40% sulfopyrazole solution (375 mL/g²) and 50% propynylfluorochloramine (WG80g/g²) had 85.6% control quantity effect and 92.21% fresh weight effect after 60 days application. The second was 960 g/l fine isopropyl methachlor EC1350 ml/gm², 50% propynylflurachlor WG80 g/gm², the effectiveness of 60d for weed control reached 83.58%, and the effect of fresh plant weight control reached 88.63%. Thus, 40% sulfopyrazole and 50% propinflurachlor can be used as highly effective pre-emergence soil treatment herbicides in soybean fields after sowing, but attention should be paid to soybean safety problems caused by overuse of 50% propinflurachlor, rainfall and water stagnation.

Keywords: soybean field, weed, safety, weed control effect

For Citation: Chzhan U, Syan Pen, Li Yan'sze, Yan Shu, Van Shu, Li Min', Vey Ran Vybor i otsenka bezopasnosti primeneniya gerbitsidov dlya soevykh poley [Selection and safety assessment of herbicide application for soybean fields]. Prioritetnye vyzovy dlya molodykh uchenykh agropromyshlennogo kompleksa : materialy XX mezhdunar. molodezh. foruma, (Blagoveshchensk, 17–20 iyunya 2024 g.). Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2024. pp. 33–44

Соя является важной пищевой, кормовой и масличной культурой в Китае [1,2]. Площадь посева многолетней сои составляет более 8,41 миллиона гектаров, а площадь посева сои в провинции Хэйлунцзян составляет более 4 миллионов гектаров. Посевные площади провинции Хэйлунцзян и общий объем производства сои составляют более 1/2 всех посевных площадей и объемов производства сои в стране. Сорняки всегда были одной из важных проблем, с которой сталкивается производство сои. В процессе конкуренции с

сельскохозяйственными культурами сорняки не только напрямую снижают урожайность, но и становятся местом зимовки некоторых вредителей и болезней. Существует множество способов борьбы с сорняками, включая сельскохозяйственную, биологическую, физическую и химическую борьбу. Сельскохозяйственные методы борьбы основаны на чередовании культур с другими культурами; биологический контроль основан на насекомых и патогенных микроорганизмах для борьбы с сорняками в поле; физические методы контроля включают обработку почвы и прополку, искусственную прополку и т.д. Химические методы контроля и удаления используют химические гербициды для предотвращения и удаления сорняков [3]. Таким образом, рациональное использование гербицидов может в определенной степени повысить эффективность производства и урожайность сельскохозяйственных культур [4].

С повышением устойчивости сорняков к гербицидам, однотипные гербициды уже не могут удовлетворить потребности в борьбе с сорняками, необходимо путем смешивания различных типов гербицидов улучшить спектр действия гербицида для уничтожения сорняков и его эффект от уничтожения сорняков. В настоящее время из-за различий в климате, почвенной среде, сортах сои, системах контроля обработки почвы и севообороте произошло региональное распределение сорняков [5]. В соответствии с особенностями роста и морфологическими характеристиками сорняков в полевых условиях их можно разделить на однолетние сорняки, многолетние сорняки и паразитические сорняки; в соответствии с морфологией их можно разделить на травянистые сорняки, широколистственные сорняки и осоковые сорняки. В настоящее время основные виды сорняков на соевых полях в северной части провинции Хэйлунцзян представлены в таблице 1.

Приоритетные вызовы для молодых ученых агропромышленного комплекса : материалы XX международного молодёжного форума

Таблица 1 – Основные виды сорняков на соевых полях

Категория сорняков	Вид сорняка
Однолетние травянистые сорняки	Зверобой, сетарий, сетарий золотистый, крабовый злак, овсянка и др.
Однолетние широколиственные сорняки	Амарант, лебеда, ракитник, паслен, железный амарант, вяз душистый, водяной акант, волчья трава, многоцветковая ива колючая, трава утиной подошвы, конопля абутилизированная, портулак, растение из свиной шерсти
Многолетние сорняки	Вэньцзин, огуречник, мелкий и крупный чертополох, тростник и т.д.
Паразитические сорняки	Кускута

В этом исследовании были выбраны пять средств для обработки почвы: 40 % сульфопиразола SC, 75 % тиофенсульфурина WG, 50 % пропинилфторхлорамина WG, 960 г/л мелкодисперсного изопропилметахлорамина EC и 450 г/л диметилпентилина CS в качестве тестируемых средств.

Цель работы – оценить безопасность гербицидов для обработки сои и обеспечение определенной научной базы и теоретической поддержки для борьбы с сорняками в полевых условиях.

Материалы и методы. В качестве материалов использовались: 40%-я суспензия сульфопиразола (SC), ООО Научно-сельскохозяйственная компания Байэр (Китай); 75%-й порошок тиофенсульфурина, диспергируемый в воде (WG), ОАО Цзянуская агрохимическая компания Жуйбан 960 г/л мелкодисперсной эмульсии изопропилметахлора (EC), ООО Компания по защите сельскохозяйственных культур Сенчжэнда (Сучжоу); 50%-й пропинилфлурахлор WG, Сычуаньская научно-сельскохозяйственная компания Коэр; 450 г/л диметилпентанолона CS; ООО Компания по защите растений Басфу (Цзянсу).

Сорт сои "Хэйхе 77", предоставлен Хэйхэским отделением Академии сельскохозяйственных наук провинции Хэйлунцзян.

Распылительное оборудование представляет собой ранцевую электрическую распылительную машину, форсунка – Teejet VP110-03,

давление распыления – 0,3 МПа.

Эксперимент проводился в Хэйхэском отделении Академии сельскохозяйственных наук провинции Хэйлунцзян на поле, где выращивалась соя 12 лет подряд. Травянистыми сорняками на испытательном участке в основном являются матанг, дворовая трава, дикое просо и широколистные сорняки амарант, серо-зеленая лебеда и многоцветковый полынь.

Соя на испытательном участке высеваются механическим способом, а объем посева и управление полем осуществляются в соответствии с местными общепринятыми правилами управления полем. После посева проводят 3-дневную обработку почвы перед посевом рассады.

В ходе эксперимента было проведено в общей сложности 8 обработок, которые были повторены 3 раза и распределены по случайным группам. Площадь каждой обработки составляла (6 гребней× 6 м × расстояние между гребнями 0,65 м) 23,4 квадратных метра. Средство разбавляется два раза, а расход воды составляет 450 L/hm². Тестируемое вещество и дозировка приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Тестируемые препараты и их дозировка

Обработка	Препарат	дозировка
Обработка 1	40% сульфопиразола SC+75% тиофенсульфурана WG	375 mL/hm ² +30 g/hm ²
Обработка 2	40% сульфопиразола SC+50% пропинилфторхлорамина WG	375 mL/hm ² +80g/hm ²
Обработка 3	960 г/л мелкодисперсного изопропилметахлора EC+75% тиофенсульфурана WG	1350 mL/hm ² +30 g/hm ²
Обработка 4	960 г/л мелкодисперсного изопропилметахлора EC+50% пропинилфлурахлора WG	1350 mL/hm ² +80g/hm ²
Обработка 5	450 г/л диметилпентанолона CS+75% тиофенсульфурана WG	2250 mL/hm ² +30 g/hm ²
Обработка 6	450 г/л диметилпентанолона CS+50% пропинилфторхлорамина WG	2250 mL/hm ² +60 g/hm ²
Обработка 7	Прополка вручную	–
Контроль		–

На 3-й, 7-й, 15-й и 30-й день после внесения, соответственно, наблюдали за всходом и ростом сои, а также регистрировали наличие или отсутствие вреда от внесения гербицидов; на 15, 30 и 60-й день после внесения в каждой

Приоритетные вызовы для молодых ученых агропромышленного комплекса : материалы XX международного молодёжного форума

зоне обработки в 3 случайных точках отбирали пробы, площадь каждой точки составляла 0,5 м в длину × 0,5 м в ширину, подсчитывались виды сорняков и количество растений и рассчитывался количественный эффект защиты от сорняков; через 60 дней после внесения рассчитывался свежевесовой эффект защиты от сорняков. Рассчитывался количественный эффект борьбы и свежевесовой эффект борьбы с сорняками в соответствии с приведенной ниже формулой.

$$\begin{aligned} \text{Относительный всход(%)} &= \frac{\text{Всход сои в тестовой зоне}}{\text{Всход сои в зоне контроля}} \times 100 \\ \text{Количественный эффект(%)} &= \frac{\text{количество сорняков в контрольной зоне} - \text{количество сорняков в зоне внесения пестицидов}}{\text{количество сорняков в контрольной зоне}} \times 100 \\ &= \frac{\text{Свежевесовой эффект(%)}}{\text{свежий вес сорняков в контрольной зоне} - \text{свежий вес сорняков в зоне внесения пестицидов}} \times 100 \\ &= \frac{\text{свежий вес сорняков в контрольной зоне}}{\text{свежий вес сорняков в контрольной зоне}} \times 100 \end{aligned}$$

Экспериментальные данные были обработаны с помощью программного обеспечения DPS 15.10, а для анализа значимости был использован новый метод многополярных разностей, разработанный Дунканом.

Результаты и анализ. Влияние обработки каждым препаратом на всходы сои было исследовано в течение периода появления всходов, как показано в таблице 3. Каждая обработка не оказывала влияния на всходы сои, и различия между обработками не достигали существенного уровня.

Исследования, проведенные через 15 и 30 дней после применения, показали, что обработка, содержащая пропинилфлурахлор, оказывает вредное химическое воздействие. Которое проявлялось в следствии разбрзгивания дождевой воды, которая попадала на место произрастания сои и семядоли, вызывая некроз места произрастания сои и ожоги от препарата на семядолях. Растения сои с некрозом в более поздней точке роста дадут новые ветви (рис. 1, 2).



**Рисунок 1 – Пропинилфторхлорамин, распыленный на семядоли сои.
Образование пятен от пригорания лекарств**



**Рисунок 2 – Пропинилфторхлорамин, распыленный на точку роста сои.
Вызывают некроз точек роста**

Таблица 3 – Влияние различных обработок препаратами на всходы сои

Обработка	Относительный всход	Наличие химического воздействия
40 % сульфопиразола SC+75 % тиофенсульфурина WG	107.33aA	Нет
40 % сульфопиразола SC+50 % пропинилфторхлорамина WG	100.67aA	Да
960 г/л мелкодисперсного изопропилметахлора EC+75 % тиофенсульфурина WG	104aA	Нет
960 г/л мелкодисперсного изопропилметахлора EC+50 % пропинилфлурахлора WG	100aA	Да
450 г/л диметилпентанолона CS+75 % тиофенсульфурина WG	97.33aA	Нет
450 г/л диметилпентанолона CS+50 % пропинилфторхлорамина WG	96.33aA	Да
Прополка вручную	100.34aA	–
Контроль	–	–

Как показано в таблице 4, через 15 дней после обработки сои различными препаратами наилучший эффект дает 40 % сульфопиразола + 50 % пропинфлурахлора, 6,69 шт/м², профилактический эффект составляет 79,52 %; далее следует 960 г мелкодисперсного изопропилметахлора + 50 % пропинфлурахлора, 7,57 шт/м², профилактический эффект составляет 76,83 %; 450 г/л диметилпенталин + 50 % пропинфлурахлора, наименьший

Приоритетные вызовы для молодых ученых агропромышленного комплекса : материалы XX международного молодёжного форума

профилактический эффект, 15,58 шт / m^2 , профилактический эффект составляет 52,31 %.

Таблица 4 – Эффективность обработок различными препаратами против сорняков на 15 день эксперимента

Обработка	15 дней после внесения	
	Количество сорняков, шт/ m^2	Эффективность по количеству, %
40 % сульфопиразола SC+75 % тиофенсульфурана WG	14.53	55.52cC
40 % сульфопиразола SC+50 % пропинилфторхлорамина WG	6.69	79.52aA
960 г/л мелкодисперсного изопропилметахлора EC+75 % тиофенсульфурана WG	12.33	62.26bB
960 г/л мелкодисперсного изопропилметахлора EC+50 % пропинилфлурахлора WG	7.57	76.83aA
450 г/л диметилпентанолона CS+75 % тиофенсульфурана WG	13.35	59.14bB
450 г/л диметилпентанолона CS+50 % пропинилфторхлорамина WG	15.58	52.31cC
Прополка вручную	14.83	54.61cC
Контроль	32.67	0dD

Как показано в таблице 5, через 30 дней после внесения наилучший профилактический эффект дает 40 % сульфопиразола + 50 % пропинфторкарбонамида, сорняков 4,83 шт/ m^2 , профилактический эффект составляет 87,34 %; затем следует 960 г мелкодисперсного изопропилметахлора + 50 % пропинфторкарбонамида, сорняков 4,83 шт/ m^2 , профилактический эффект составляет 84,75 %; искусственная прополка имеет наименьший профилактический эффект, количество сорняков составляет 15,49 шт/ m^2 , профилактический эффект составляет 51,09 %.

Таблица 5 – Эффективность различных обработок препаратами на 30 день против сорняков

Обработка	30 дней после внесения	
	Количество сорняков, шт/м ²	Эффективность по количеству, %
40 % сульфопиразола SC+75 % тиофенсульфурина WG	7.63	75.91bB
40 % сульфопиразола SC+50 % пропинилфторхлорамина WG	4.01	87.34aA
960 г/л мелкодисперсного изопропилметахлора EC+75 % тиофенсульфурина WG	5.56	82.44aA
960 г/л мелкодисперсного изопропилметахлора EC+50 % пропинилфлурахлора WG	4.83	84.75aA
450 г/л диметилпентанолона CS+75 % тиофенсульфурина WG	7.83	75.28bB
450 г/л диметилпентанолона CS+50 % пропинилфторхлорамина WG	9.53	69.91bB
Прополка вручную	15.49	51.09cC
Контроль	31.67	0dD

Влияние различных средств на соевых полях после их применения на количество и свежий вес сорняков. Как показано в таблице 6, через 60 дней после внесения, наилучший контрольный эффект на количество сорняков дает 40 % сульфопиразола + 50 % пропинфлурахлора, сорняков 5,57 шт/м², контрольный эффект составляет 85,6 %; затем следует 960 г мелкодисперсного изопропилметахлора + 50 % пропинфлурахлора, сорняков 6,35 шт/м², контрольный эффект составляет 83,58 %; искусственная прополка имеет наименьший контрольный эффект, сорняков 24,29 шт/м², контрольный эффект составляет 37,19 %. При обработке различными препаратами обработка 40 % сульфопиразола + 50 % пропинфлурахлора и 960 г мелкодисперсного изопропилметахлора + 50 % пропинфлурахлора позволила достичь очень высокого уровня эффективности борьбы с сорняками по сравнению с другими видами обработки.

Что касается эффекта контроля свежего веса сорняков, то 40 % сульфопиразола + 50 % пропинфторкарбонамида дают сорнякам общий вес в

Приоритетные вызовы для молодых ученых агропромышленного комплекса : материалы XX международного молодёжного форума

свежем виде 22,11 г, а эффект контроля веса в свежем виде составляет 92,21 %; 960 г очищенного изопропилметахлора + 50 % пропинилторкарбонамида дают сорнякам общий вес в свежем виде 32,26 г, а профилактический эффект составляет 88,63 %; 960 г/л очищенного изопропилметахлора + 75 % тиофенсульфуроновых сорняков имеют общий вес в свежем виде 48,53 г, а профилактический эффект составляет 82,89 %; 40 % сульфопиразола + 75 % тиофенсульфуроновых сорняков имеют общий вес в свежем виде 53,12 г, а профилактический эффект составляет 81,27 %; 450 г/л диметопентанолон + 75 % тиофенсульфурон уничтожают сорняки общим весом в свежем виде 63,19 г, а профилактический эффект составляет 77,72 %; 450 г/л диметопентанолона + 50 % пропинилфторхлорамина уничтожают сорняки общим весом в свежем виде 84,53 г, а профилактический эффект составляет 70,2 %; общий вес сорняков в свежем виде при искусственной прополке составляет 89.62 г, профилактический эффект составляет 68,41 %.

Таблица 6 – Эффективность различных обработок препаратами на 60 день против сорняков

Обработка	60 дней после внесения			
	Кол-во сорняков, шт/м ²	Количественный эффект, %	Свежий вес, г	Свежевесовой эффект, %
40 % сульфопиразола SC+75 % тиофенсульфурона WG	8.55	77.89bcBC	53.12	81.27cC
40 % сульфопиразола SC+50 % пропинилфторхлорамина WG	5.57	85.6 aA	22.11	92.21aA
960 г/л мелкодисперсного изопропилметахлора EC+75 % тиофенсульфурона WG	7.35	80.99bcBC	48.53	82.89cC
960 г/л мелкодисперсного изопропилметахлора EC+50 % пропинилфлурахлора WG	6.35	83.58aA	32.26	88.63bB
450 г/л диметилпентанолона CS+75 % тиофенсульфурона WG	11.77	69.56cC	63.19	77.72dD
450 г/л диметилпентанолона CS+50 % пропинилфторхлорамина WG	11.56	70.11 cC	84.53	70.2eE
Прополка вручную	24.29	37.19dD	89.62	68.41eE
Контроль	38.67	0eE	283.67	0fF

Заключение и обсуждение. Обработка почвы 40 % сульфопиразолом SC + 50 % пропинилфторхлорамином WG (375 мл/см²+80 г/см²) перед посевом рассады на поля сои оказывает наилучший контрольный эффект на полях сои. После внесения 60d контрольный эффект на сорняки достиг 85,6 %, а эффект контроля свежей массы достиг наилучшего контрольного эффекта 92,21 %.

В качестве альтернативы можно использовать 960 г мелкодисперсного изопропилметахлора EC + 50 % пропинилфлурахлора WG (1350 мл/г²+80 г/г²). После применения 60d контрольный эффект на штаммы сорняков достиг 83,58 %, а контрольный эффект на свежую массу достиг 88,63 %.

Вывод. Комбинация сульфопиразола и пропинилфлурахлора может эффективно бороться с распространенными сорняками на полях сои, но следует обратить внимание на опасность химического воздействия, которую пропинилфлурахлор представляет из-за попадания в почву во время дождя. Этот эксперимент является лишь локальным предварительным исследованием. Прежде чем он получит широкую популяризацию и применение, в течение многих лет должны быть проведены крупномасштабные демонстрации и эксперименты для различных регионов и культур.

Список источников

1. Сюй Пэн, Цзюй Явэнь, Ван Хунчун и др. Влияние некоторых гербицидов на безопасность соевых бобов и кукурузы и биологическую активность сорняков на полях с полосовой посадкой // Journal of Weeds. 2023. №. 41(4). С. 67–73.
2. Ли Фан, Чжоу Гоцин, Чэн Хун и др. Влияние восьми гербицидов на борьбу с сорняками и их воздействие на кукурузу и соевые бобы // Hunan Agricultural Sciences. 2023. № 458(11). С. 37–41, 48
3. Чэн Ян. Исследование технологии сокращения использования химических гербицидов на соевых полях в Северо-Восточном Китае [D].
4. Сяо Хун, Чжоу Цисин, Цао Ин и др. Исследование влияния различных доз гербицидов на производство риса // Journal of Applied Ecology. 2003. № (4). С. 601–603.
5. Ли Вэйцзе Исследование возникновения и химического контроля сорняков на соевых полях в северной провинции Хэйлунцзян. Пекин : Китайская академия сельскохозяйственных наук, 2014.

References

1. Syuy Pen, Tszyuy Yaven', Van Khunchun i dr. Vliyanie nekotorykh gerbitsidov na bezopasnost' soevykh bobov i kukuruzy i biologicheskuyu aktivnost' sornyakov na polyakh s polosovoy posadkoj [Effect of some herbicides on soybean and corn safety and weed biological activity in strip-tilled fields]. *Journal of Weeds*. 2023;41(4):67–73.
2. Li Fan, Chzhao Gotsin, Chen' Khun i dr. Vliyanie vos'mi gerbitsidov na bor'bu s sornyakami i ikh vozdeystvie na kukuruzu i soevye boby [Effect of eight herbicides on weed control and their impact on corn and soybeans]. *Hunan Agricultural Sciences*. 2023;458(11):37–41.
3. Chen' Yan. Issledovanie tekhnologii sokrashcheniya ispol'zovaniya khimicheskikh gerbitsidov na soevykh polyakh v Severo-Vostochnom Kitae [Research on technology to reduce chemical herbicide use in soybean fields in Northeast China].
4. Syao Khun, Chzhou Tsisin, Tsao In i dr. Issledovanie vliyaniya razlichnykh doz gerbitsidov na proizvodstvo risa [Study of the effect of different doses of herbicides on rice production]. *Journal of Applied Ecology*. 2003;(4):601–603.
5. Li Veytsze. Issledovanie vozniknoveniya i khimicheskogo kontrolya sornyakov na soevykh polyakh v severnoy provintsii Kheyluntszyan [Study on the occurrence and chemical control of weeds in soybean fields in northern Heilongjiang Province]. Beijing, Kitayskaya akademiya sel'skokhozyaystvennykh nauk, 2014.

© Чжан У, Сян Пэн, Ли Яньцзе, Ян Шу, Ван Шу, Ли Минь, Вэй Ран, 2024

Статья поступила 03.06.2024; одобрена после рецензирования 12.08.2024; принята к публикации 27.09.2024.

The article was submitted 03.06.2024; approved after reviewing 12.08.2024; accepted for publication 27.09.2024.

Ветеринария и зоотехния