

УДК 68.37.33

Н.Ю. Заргарян, А.С. Филиппов, А.Ю. Кекало, В.В. Немченко, Т.А. Козлова

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДОПОСЕВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ И ИХ ФИТОТОКСИЧНОСТЬ НА ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ЧЕРНОЗЁМЕ В КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «УРАЛЬСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР УРАЛЬСКОГО
ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК», ЕКАТЕРИНБУРГ, РОССИЯ

N.Yu. Zargaryan, A.S. Filippov, A.Yu. Kekalo, V.V. Nemchenko, T.A. Kozlova

EFFICIENCY OF PRE-SOWING HERBICIDE APPLICATION AND THEIR PHYTOTOXICITY ON LEACHED CHERNOZEM IN THE KURGAN REGION

FEDERAL STATE BUDGETARY SCIENTIFIC INSTITUTION «URAL FEDERAL AGRARIAN SCIENTIFIC
RESEARCH CENTRE, URAL BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES», EKATERINBURG, RUSSIA

Наталья Юрьевна Заргарян

Natalya Yuryevna Zargaryan

кандидат сельскохозяйственных наук

natashazarg@yandex.ru

Анатолий Сергеевич Филиппов

Anatoly Sergeyevich Filippov

кандидат сельскохозяйственных наук

tolifil@yandex.ru

Алена Юрьевна Кекало

Alena Yuryevna Kekalo

кандидат сельскохозяйственных наук

alena.kekalo@mail.ru

Владимир Васильевич Немченко

Vladimir Vasilyevich Nemchenko

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

nem.cad@mail.ru

Тамара Александровна Козлова

Tamara Aleksandrovna Kozlova

natashazarg@yandex.ru

Аннотация. В статье приведены результаты эффективности допосевного применения гербицидов против зимующих сорняков, основным из которых являлась пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.). Исследования проводились в центральной зоне Курганской области на базе Курганского НИИСХ – филиала ФГБНУ УрФАНЦИУРО РАН. Применяемые препараты относились к разным классам химических соединений избирательного действия на основе сульфонилмочевины и 2,4-Дэфира и общеистребительного на основе глифосата. В процессе исследований была установлена положительная биологическая эффективность в борьбе с зимующим сорняком (пастушьей сумкой) на вариантах применения трибенурон-метила с ПАВ и глифосата. Гибель сорных растений составила 63-64%, а снижение массы – 74-76%. Эти же препараты обеспечили получение высокой прибавки урожайности (от 7,8 до 8,6 ц/га). Кроме эффективности гербицидов в борьбе с сорняками определялось фитотоксическое действие остаточного количества гербицидов в агроценозе. Присутствие токсинов в почве после применения препаратов выявляли по их биологическому действию на проростки редиса сорта Красный с белым кончиком. Токсичность почвы с применением изучаемого набора препаратов через месяц после обработки в слое 0-10 см отмечалась при использовании гербицидов на основе метсульфурон-метила (Ларен Про10 г/га) и эфира 2,4-Д (Эстерон 0,6 л/га). Наименьшее угнетение тест-культуры вызвало использование Шанстар + ПАВ и Торнадо 500. Засушливые явления, наблюдавшиеся спустя месяц после применения гербицидов, замедлили деструкцию остаточного количества их метаболитов. В конце вегетационного периода негативного влияния на тест-культуру не наблюдалось. Допосевное применение гербицида Торнадо 500 1,5 л/га в борьбе с зимующими сорняками из семейства Капустные при возделывании яровой пшеницы способствовало достаточно высокому сохранению продуктивности, эффективности в борьбе с зимующими сорняками и низкому токсическому эффекту, оказываемому на почву. В целях снижения стоимости химпрополки рекомендуется применение селективного гербицида Шанстар 15 г/га в комплексе с ПАВ 0,2 л/га, обеспечившего продуктивность культуры, биологическую эффективность и фитотоксичность на уровне глифосата.

Ключевые слова: гербициды, сорняки, биотестирование, фитотоксичность, микробиологическая активность почвы, агрофитоценоз.

Abstract. The article presents the results of the effectiveness of herbicide pre-sowing use against wintering weeds, the main one of which was a shepherd's bag (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.). Studies were carried out in the central zone of the Kurgan region on the basis of the Kurgan SRIA - branch of FSBSI UrFASRC, UrB of RAS. The used drugs belonged to different classes of selective chemical compounds based on sulfonylurea and 2,4-Dether and nonselective herbicide on the basis of glyphosate. During the research a positive biological effectiveness was established in the fight against wintering weed (shepherd's bag) with the use of tribenuron methyl with surfactant and glyphosate. The death of weeds was 63-64%, and the weight loss was 74-76%. The same preparations provided a high yield increase from 7,8 to 8,6 kg/ha. In addition to the effectiveness of herbicides in weed control, the phytotoxic effect of the residual amount of herbicides in the agroecosystem was determined. The presence of toxins in the soil after the use of the preparations was revealed by their biological effect on the seedlings of Red radish with a white tip. Soil toxicity using the studied set of drugs a month after treatment in a layer of 0-10 cm was observed using herbicides based on Metsulfuron-methyl (Laren Pro10 g/ha) and ether 2,4-D (Esteron 0,6 l/ha). The least inhibition of the test culture was caused by the use of Shanstar + surfactant and Tornado 500. The dry phenomena observed a month after the herbicide use slowed down the destruction of the residual amount of their metabolites. At the end of the growing season a negative effect on the test culture was not observed. The pre-sowing application of the Tornado herbicide 500 1,5 l/ha in the control of wintering weeds from the Cabbage family cultivating spring wheat contributed to a fairly high preservation of productivity, effectiveness in the control of wintering weeds and with a low toxic effect on the soil. In order to reduce the cost of chemical weeding it is recommended to use a selective Shanstar herbicide of 15 g/ha in combination with a surfactant of 0,2 l/ha, which ensures crop productivity, biological efficiency and phytotoxicity at the glyphosate level.

Keywords: herbicides, weeds, biotesting, phytotoxicity, microbiological soil activity, agrophytocenosis.

Введение. В современных условиях, когда активно используется минимализация обработки почвы, допосевная химпрополка становится таким же необходимым приемом, как и традиционное применение селективных гербицидов в фазу кушения зерновых. В связи с уменьшением площадей, обрабатываемых в осенний период механически, существенно увеличилась засорённость посевов пшеницы зимующими сорняками, такими как пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Med.), ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), крупка перелесковая (*Draba nemorosa* L.) и др. Кроме зимующих сорняков очень рано на полях начинает вегетацию и *Europhora diawaldsteinii* (Sojak) Czer. К моменту применения избирательных гербицидов на зерновых культурах молочай лозный наносит значительный ущерб посевам и, находясь уже в фазе цветения, становится устойчивым к большинству гербицидов. Отсутствие мер борьбы с данными сорными растениями приводит к сложностям в получении качественных всходов культуры, особенно в годы с засушливыми условиями весны. Приём использования гербицидной прополки до посева изучен ещё пока недостаточно [1].

Гербициды, являясь биологически активными веществами, влияют не только на сорные растения, но и на другие компоненты агрофитocenоза. Попадая в почву, они оказывают воздействие на микробиологические процессы, происходящие в ней. Почвенные микроорганизмы, с одной стороны, способны к активному разложению гербицидов и связыванию токсических соединений, образующихся в процессе обмена, с другой – уже однократное внесение в почву сравнительно невысоких производственных доз гербицидов способно вызывать отклонение некоторых показателей биологической активности почвы (интенсивности дыхания, общей численности микроорганизмов и др.) [2].

В связи с этим необходимо учитывать остаточные количества действующих веществ гербицидов и их метаболитов. Химические и физико-химические методы не очень сложны, однако необходимо дорогостоящее оборудование. Можно результативно использовать более доступный и простой метод – биотестирование [3, 4].

Цель исследования – оценить эффективность допосевого применения гербицидов против зимующих сорняков и фитотоксичность остаточного количества гербицидов на тест-объекте в лабораторных исследованиях.

Методика. Исследования проводились в Курганском НИИСХ – филиале ФГБНУ УрФАНИ-ЦУрО РАН в лаборатории регуляторов роста и защиты растений в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования по направлению 153 Программы ФНИ государ-

ственных академий наук по теме «Усовершенствовать систему интегрированной защиты растений в ресурсосберегающих технологиях на основе одностороннего применения биологических и химических средств защиты растений нового поколения и комплексного их использования с регуляторами роста и внекорневыми подкормками».

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный маломощный малогумусный тяжелосуглинистый. Плотность пахотного слоя составляет 1,16–1,20 г/см³. Агрохимическая характеристика опытного участка: содержание гумуса – 4,13–4,26%; N-NO₃ – 9,30–9,42 мг/кг почвы; рН_{вод.} 5,66–5,69; содержание подвижного P₂O₅ (по Чирикову) – 86–92 мг/кг почвы, обменного K₂O – 188–202 мг/кг почвы.

В качестве объектов изучения использовались основные производные сульфонилмочевинных (ЛаренПро10 г/га, Шанстар 15 г/га), арилоксиуксусных кислот (Эстерон 0,6 л/га) и глициновых гербицидов (Торнадо 500 1,5 л/га), которые широко применяются в агропроизводстве региона. Пестициды применялись за 10 дней до посева. Гербициды вносили с помощью опрыскивателя «Solo-456» с расходом рабочей жидкости 250–300 л/га. Защищаемая культура – яровая мягкая пшеница сорта Зауралочка. Опыт был заложен по паровому предшественнику. Учёт засорённости посевов проводили через 15, 35 дней после их применения количественными и количественно-весовыми методами [5].

В качестве тест-объекта для оценки фитотоксичности почвы после применения гербицидов выступал редис сорта Красный с белым кончиком [6]. Образцы почвы отбирали на вариантах опыта с глубины 0–10 сантиметров и через 15, 35 дней после их внесения и после уборки яровой пшеницы. Исследования проводились в трехкратной повторности.

Результаты. Допосевное применение разноплановых гербицидов (селективных и общеистребительного) проводилось по паровому предшественнику в связи с высокой исходной засорённостью данного участка зимующими сорняками, сформировавшими розетки ещё осенью. Сложился такой засорённый агрофон в связи с отсутствием химической или механической обработки в осенний период прошлых сезонов (в 2017–2018 гг.).

Исходная численность зимующих сорняков в опытах среднем за 2 года составила 60 розеток/м² по вариантам опыта (при варьировании по делянкам от 54 до 63 шт./м²), при этом доминирующим сорняком являлась пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.), также встречались единичные растения ромашки непахучей (*Matricaria inodora* L.) и одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.) (таблица 1).

Таблица 1 – Эффективность допосевого применения гербицидов при возделывании яровой пшеницы, 2018-2019 гг.

Вариант	Исходная засорённость (перед обработкой), розеток /м ²	Засорённость пастушьей сумкой и эффективность гербицидов через 35 дней после допосевной химпрополки				Прибавка урожайности, +/- к контролю, ц/га
		количество, шт./м ²	гибель, %	сырая масса, г/м ²	снижение массы, %	
Контроль	63	56	-	988	-	-
Торнадо 500 1,5 л/га	54	21	63	258	74	8,6
Эстерон 0,6 л/га	63	31	45	410	59	6,1
Ларен Про 10 г/га	57	35	38	499	50	4,3
Шанстар 15 г/га + ПАВ 0,2 л/га	61	20	64	241	76	7,8
НСР ₀₅						1,8

Допосевная химпрополка была проведена в первой декаде мая, зимующие сорняки находились большей частью в фазе розетки, но некоторые растения – в фазе начала цветения. На 2-3 день после обработки на вариантах с применением 2,4-Д эфира хорошо просматривалось деформирование вегетативной массы сорняков, на 5-6 день выделялись по изменению окраски сорняков (побледнение, пожелтение) варианты с применением сульфонилмочевин. Наглядное изменение окраски обработанных сорных растений на вариантах с чистым глифосатом наступило значительно позднее и стало заметно только на 7-8 день после опрыскивания, до этого практически неотличаясь от контроля.

Посев пшеницы был произведен во второй декаде мая (15-17 мая) стерневой сеялкой с анкерным сошником. Высокая засорённость посевов обусловила длительное недружное прорастание всходов, которые появились лишь через 12-14 дней после посева. Изреженность культуры отмечалась на контрольных участках и на участках с низкой эффективностью гербицидов. Химпрополка обеспечила выживаемость растений яровой пшеницы к уборке от 54 до 65% по вариантам опыта.

В среднем за годы исследований отмечалась недостаточная гербицидная эффективность против пастушьей сумки у гербицидов Ларен Про 10 г/га и Эстерон 0,6 л/га, поскольку спустя 10-15 дней после химпрополки угнетенные и деформированные сорняки в большинстве своем продолжили отрастание и даже дальнейшее цветение.

Учёт засорённости, проведенный через 35 дней после допосевной химпрополки, показал, что засорённость пастушьей сумкой на контрольном варианте составила 56 розеток/м²

с массой 988 г/м². Максимально чистыми от сорняков были делянки на вариантах с использованием гербицида на основе трибенурон-метила с ПАВ и глифосата – 63-64% гибель и 74-76% снижение массы сорных растений. Показатели технической эффективности гербицидов на остальных вариантах опыта не достигли уровня 50%.

Кроме эффективности гербицидов, в борьбе с сорняками учитывалось их токсическое влияние на почвенные микроорганизмы. Присутствие токсинов в почве после применения препаратов выявляли по их биологическому действию на проростки редиса сорта Красный с белым кончиком.

Токсичность почвы с применением изучаемого набора препаратов через 15 дней после обработки в слое 0-10 см отмечалась при использовании гербицидов на основе метсульфурон-метила (Ларен Про 10 г/га) и эфира 2,4-Д (Эстерон 0,6 л/га), всхожесть тест-объекта составила 43 и 47% соответственно. В данный период учёта все испытываемые препараты повлияли и на биомассу проростков, снижая её на 0,02-0,04 г или 13-26% относительно контрольного варианта (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние допосевого применения гербицидов на всхожесть и биомассу проростков редиса сорта Красный с белым кончиком

Вариант	Всхожесть, %		Биомасса растения, г		Всхожесть, %		Биомасса растения, г		Всхожесть, %		Биомасса растения, г	
	15 дней		35 дней		после уборки							
	Всхожесть, %	Биомасса растения, г	Всхожесть, %	Биомасса растения, г	Всхожесть, %	Биомасса растения, г	Всхожесть, %	Биомасса растения, г	Всхожесть, %	Биомасса растения, г	Всхожесть, %	Биомасса растения, г
Контроль	62	0,15	60	0,13	97	0,23						
Торнадо 500 1,5 л/га	57	0,13	43	0,11	97	0,24						
Эстерон 0,6 л/га	47	0,12	39	0,09	97	0,24						
Ларен Про 10 г/га	43	0,11	40	0,09	98	0,23						
Шанстар 15 г/га + ПАВ 0,2 л/га	50	0,12	47	0,12	96	0,23						

Оценка токсичности гербицидов всхожести через 35 дней после применения показала снижение массы тест-культуры по всем вариантам опыта. Это связано с погодными условиями, сложившимися во время отбора образцов (первая декада июля). В данный период отмечалась жаркая без осадков погода, что снижает скорость разложения пестицидов в почве. Как известно, недостаток влаги является критическим условием для развития почвенных микроорганизмов. Многими исследованиями [7, 8] установлено, что трансформация пестицидов в почвах различных ценозов (пастбища, пашня) происходит только за счет деятельности микроорганизмов. В стерильных почвах разложения не отмечается [9].

Наибольшая деструкция остаточных количеств гербицидов проявлялась на варианте приме-

нения Шанстар 15 г/га + ПАВ 0,2 л/га и Торнадо 500 1,5 л/га (всхожесть тест-объекта – 43–47%), а наименьшая – при использовании Ларен Про 10 г/га и Эстерона 0,6 л/га. Небольшое снижение биомассы редиса прослеживалось на всех вариантах опыта.

Обследование образцов почвы, отобранных в опыте после уборки яровой пшеницы, показало отсутствие токсического эффекта на всхожесть и биомассу тест-культуры от допосевого применения гербицидов.

Допосевное применение гербицидов в 2018–2019 гг. способствовало сохранению урожая яровой пшеницы сорта Зауралочка по вариантам опыта от 4,3 до 8,6 ц/га, относительно контроля (см. таблица 1). При этом следует отметить варианты Торнадо 500 1,5 л/га и Шанстар 15 г/га + ПАВ 0,2 л/га, где продуктивная прибавка составила 8,6–7,8 ц/га, соответственно. На указанных вариантах отмечался наименьший фитотоксический эффект: всхожесть тест-объекта составила от 43 до 57%, процент гибели сорняков на уровне 64% со снижением их массы 74–76%. Применение препарата на основе метсульфурон-метила Ларен Про обеспечило более низкую продуктивность (прибавка к контролю 4,3 ц/га) и высокую фитотоксичность (всхожесть тест-объекта 40–43%).

Выводы. Таким образом, допосевное применение гербицида Торнадо 500 1,5 л/га в борьбе с зимующими сорняками из семейства Капустные при возделывании яровой пшеницы способствовало достаточно высокому сохранению продуктивности, эффективности в борьбе с зимующими сорняками и низкому токсическому эффекту, оказываемому на почву. В целях снижения стоимости химпрополки рекомендуется применение селективного гербицида Шанстар 15 г/га в комплексе с ПАВ 0,2 л/га, обеспечившего продуктивность культуры, биологическую эффективность и фитотоксичность на уровне глифосата.

Список литературы

1 Филиппов А.С., Немченко В.В. Технология применения гербицидов на зерновых культурах в условиях минимализации обработки почвы. Куртамыш: «Куртамышская типография», 2016. 100 с.

2 Ким Т.В., Фомина Н.В., Злотникова О.В., Козлова Е.В. Воздействие гербицидов на микробоценоз и ферментативную активность почвы // Вестник КрасГАУ. 2012. № 10. С. 85–90.

3 Попова Е.И. Определение фитотоксичности почв города Тобольска методом биотестирования // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 4. С. 16–20.

4 Спиридонов Ю.Я. Адаптивно-интегрированная защита растений: Методические требования к постановке и проведению полевых опытов с новыми гербицидами. М.: «Печатный город», 2019. С. 181–213.

5 Экологический мониторинг и методы совершенствования защиты зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков: методические рекомендации / под ред. В.И. Танского. СПб: ВИЗР, 2002. 76 с.

6 Фитосанитарная диагностика агроэкосистем / под ред. профессора Е.Ю. Тороповой. Барнаул, 2017. 210 с.

7 Ананьев Н.Д. Микробиологическая оценка почв в связи с самоочищением от пестицидов и устойчивостью к антропогенным воздействиям: автореф. на соиск. ученой степ. доктора биол. наук. М., 2001. 41 с.

8 Балаян Т.В. Биологическая активность дерново-подзолистой почвы и урожай сельскохозяйственных культур // Почвоведение. 1993. № 12. С. 65–71.

9 Щур А.В., Валько В.П., Виноградов Д.В. Влияние способов обработки почвы и внесение удобрений на численность и состав микроорганизмов // Вестник Курской ГСХА. 2015. № 3 (15). С. 41–44.

List of references

1 Filippov A.S., Nemchenko V.V. Technology of herbicide application on new crops in conditions of minimization of soil treatment. Kurtamysh: «Kurtamysh Printing House», 2016. 100 p.

2 Kim T.V., Fomina N.V., Zlotnikova O.V., Kozlova E.V. Effect of herbicides on microbocenosis and enzymatic activity of soil // The Bulletin of KrasSAU. 2012. № 10. Pp. 85–90.

3 Popova E.I. Determination of phytotoxicity of soils of the city of Tobolsk by biological testing // Modern problems of science and education. 2016. № 4. Pp. 16–20.

4 Spyridonov Yu.Ya. Adaptive integrated plant protection: Methodological requirements for the production and conduct of field experiments with new herbicides. Moscow: "Print City," 2019. Pp. 181–213.

5 Environmental monitoring and methods of improving the protection of grain crops from pests, diseases and weeds: methodological recommendations / under V.I. Tansky. St. Petersburg: VIZR, 2002. 76 p.

6 Phytosanitary diagnostics of agroecosystems / under Professor E.U. Toropova. Barnaul, 2017. 210 p.

7 Ananiev N.D. Microbiological Assessment of Soils in Connection with Self-Purification of Pesticides and Resistance to Anthropogenic Effects: Autoreferate for the Degree of Doctor of Biological Sciences. Moscow, 2001. 41 p.

8 Balayan T.V. Biological activity of durn-sub-head soil and crop harvest // Eurasian Soil Science. 1993. № 12. Pp. 65–71.

9 Schur A.V., Valko V.P., Vinogradov D.V. Influence of soil treatment methods and application of fertilizers on the number, and composition of microorganisms // Vestnik of Kursk State Agricultural Academy. 2015. № 3 (15). Pp. 41–44.