

ДЕТОКСИКАЦИЯ ГЕРБИЦИДОВ В ПОЧВЕ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ НА ЮГО-ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА

Ш.У. Жарасов

*Казахский НИИ защиты и карантина растений
Алматинская область, Карасайский район, с.Рахат*

Исследуемые гербициды под влиянием микроорганизмов почвы разлагаются. Факторы улучшающие условия жизнедеятельности микроорганизмов почвы (влажность, температура, источник питания) способствуют их размножению и при этом детоксикация гербицидов протекает интенсивнее.

ВВЕДЕНИЕ

Для правильного применения гербицидов в производственных условиях очень важно знать скорость их детоксикации в почве. В условиях медленной детоксикации, гербицид действует более длительный период, а в ряде случаев последствия оказывают влияние на второй, и даже на третий годы после внесения в почву.

Детоксикация гербицидов в почве происходит в результате адсорбции их почвенными коллоидами и биохимических процессов разложения при прямом и косвенном участии почвенных микроорганизмов.

Большинство исследователей считают основным фактором детоксикации гербицидов в почве - жизнедеятельность почвенных микроорганизмов [1-5].

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Участие микроорганизмов при разрушении гербицидов изучалось в лаборатории гербицидов Казахского НИИ Защиты и карантин растений. В лабораторных опытах (в чашке Петри) проверялись 10 групп микроорганизмов в разрушении четырёх гербицидов различной химической природы (пирамин, гексилур, феназол, мерпелан), применяемых в

основном на посевах сахарной свеклы, путем выращивания культур лебеда, горчица, капуста, чувствительных к препаратам в почве взятой с различной глубины (0-2, 3-10, 0-10 и 10-20 см) в 4-х кратной повторности. Изменения скорости детоксикации гербицидов учитывалось при 2-х температурных условиях (+16-18°C и +25-30°C) и при уровнях влажности почв (40 % и 60 % от ППВ). Последние данные получены путем взвешивания индикаторных растений через 20,30,40 и 60 дней после внесения гербицидов в почвы.

Для определения скорости детоксикации гербицидов в зависимости от вида и доз удобрения они изучались в другом лабораторном опыте, где на чашках Петри имитировали фон из 20 т/га навоза, 60 кг/га азота и 60 кг/га фосфора и 30 кг/га калия.

Семена растений-биоиндикаторов высевали через 20, 30, 40 и 60 дней после обработки почвы. Учитывали всходы растений, давшие проростки в 2 см и более. Полученные данные пересчитывали на 100 растений.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты наших исследований по детоксикации гербицидов показали, что в стерильной почве гербициды не разлагаются (таблица 1).

Таблица 1 - Токсичность гербицида в стерильной и нестерильной почве (длина проростка лебеда, % к контролю, среднее за 1998-2001 гг.)

Гербицид	После внесения гербицидов через сутки					
	стерильная почва			нестерильная почва		
	10	18	28	10	18	28
Феназон 4.5 кг/га (лебеда)	0	0	16,1	15,2	28,4	92,3

При посеве лебеды (биоиндикатор) через 10 и 18 суток после внесения гербицидов их токсические свойства полностью сохранились, в результате чего, роста лебеды не происходило. К такому мнению пришли J.W.Brown and J.W.Mitchell [6], В.Е.Day and are [7-9]. В нестерильной почве наблюдается рост лебеды, что свидетельствует о разложении гербицидов микрофлорой.

Следовательно, микроорганизмы почвы принимают участие в процессах разложения феназона.

Для выяснения в какой мере изменяется скорость детоксикации гербицидов

при внесении в почву различных источников питания проведен другой лабораторный опыт, где почвы удобрялись органико-минеральными удобрениями (таблица 2). При этом выяснено, что скорость разложения гербицидов варьирует в зависимости от почвенных условий. Так, если в варианте опыта с навозом, феназон и пирамин разлагались в основном в течение 40 дней, то в варианте с полным минеральным удобрением разлагались на 7 дней позже, а без внесения удобрений еще позднее.

На сероземе обыкновенном вензар, мерпелан на фоне NPK разлагались в течение 60 дней, а в варианте без удобре-

Таблица 2 - Скорость детоксикации гербицидов в зависимости от внесения органических и минеральных удобрений

Варианты опыта, гербициды, кг/га, л/га	Вес сырой массы биоиндикаторов, в % к контролю после внесения гербицидов через сутки				Количество бактерий, растущих на МПА, тыс./га почвы			
	20	30	40	60	20	30	40	60
Светло-каштановая почва								
Контроль	100	100	100	100	5410	5600	5800	5840
Феназон 60% с.п., 4,5 кг/га	36.3	47.5	61.7	93.0	5300	5700	5900	5800
Пирамин 80% к.с.4.5л/га	38.0	50.0	63.0	94.0	5400	5650	5900	5850
Контроль + навоз 20т/га	100	100	100	100	7100	7700	7900	7900
Феназон 4.5 кг/га + навоз 20 т/га	40.5	59.1	78.9	110.7	6900	7850	8200	8300
Пирамин 4.5 л/га + навоз 20 т/га	41.0	62.0	80.0	112.5	7000	7900	8250	8350
Контроль + N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	100	100	100	100	6100	6600	6900	7100
Феназон 4.5 кг/га + NPK	22.5	40.6	61.5	100.9	5800	6400	7200	7100
Пирамин 4.5 л/га + NPK	23.0	42.0	62.0	101.0	5850	6300	7300	7150
Серозем обыкновенный								
Вензар 80% с.п.2.1 кг/га	35	45	62	95	5500	5700	5800	5950
Мерпелан 80% с.п.3 кг/га	34	42	58	91	5450	5750	5900	5830
Вензар80% с.п. 2.1 кг/га + навоз	40	57	76	112	7150	7400	7900	8900
Мерпелан 80% с.п. 3 кг/га + навоз	39	52	74	109	7100	7300	8100	8100
Вензар 2 кг/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	30	43	61	101	5800	6700	6400	6900
Мерпелан 3 кг/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	29	39	56	99	5700	6500	6500	6950

ния на 7-10 дней позже. Это связано с внесением навоза, ускоряющего расщепление гербицидов

Быстрое разложение гербицидов при внесении навоза установлено также А.М. Маковецкий (10), Loustalat A.J. (11), Sheets T.J. (12). Через 30 и 40 суток после внесения гербицидов, феназон, пирамин разлагались примерно в одинаковой степени.

На скорость разложения гербицидов значительное влияние оказывает температура.

Одной из причин ускорения детоксикации гербицидов при повышенной тем-

пературе является то, что при этом повышается адсорбция, изменяющая растворимость гербицидов.

Обычно большинство гербицидов вносятся когда температура почвы еще не высокая, что уменьшает их адсорбцию почвой и повышает токсическое действие на сорняки.

Из данных третьего опыта видно, что с повышением температуры количество бактерий в почве повышается (таблица 3).

Общее количество бактерий в почве при различных температурах и реакциях горчицы и капусты на гербициды при

Таблица 3 - Токсичность гербицидов в зависимости от температуры почвы

Варианты опыта	Температура С	Вес сырой массы биоиндикаторов % к контролю, после внесения гербицидов через сутки				Количество бактерий, растущих на МПА, тыс./г почвы			
		20	30	40	60	20	30	40	60
Контроль	25-30	100	100	100	100	7460	7970	8300	8100
	16-13	100	100	100	100	5410	5600	5800	5840
Феназон, 4.5 кг/га	25-30	30.07	65.9	85.2	103.4	7500	8100	8500	8400
	16-18	36.3	47.5	61.7	93.0	5300	5700	5900	5800
Пирамин, 4.5 л/га	25-30	37	64.0	88	101.2	7400	7900	8400	8100
	16-18	35	45.0	65	90	5300	5500	5800	5900
Вензар, 1.6 кг/га	25-30	42	69.4	90	100	7500	8000	8500	8600
	16-18	38	48.5	60	84	5400	5650	5950	5950
Мерпелан 5.0 кг/га	25-30	36	62	82	92	7200	7600	8200	8000
	16-13	32	45	60	85	5100	5400	5600	5700

этих температурных условиях показывает, что ухудшение условий жизнедеятельности микроорганизмов, наступает при температуре 16-18°C, что способствует более длительному сохранению в почве токсичности гербицидов.

Так, если через 40 (светло-каштановая почва) и 60 дней (серозем обыкновенный) после внесения препаратов в вариантах с пирамином и вензаром при температуре в 25-30°C, вес зеленой массы горчицы составил 100-101,2 % от контроля, то при 16-18°C - 84-90 %.

Феназон, пирамин и мерпелан разлагались медленнее, чем вензар. Через 40 и 60 дней после внесения феназон, пирамина и мерпелана при повышенной температуре, масса капусты и горчицы составила 82-103,4 %, а при температуре 16-18°C проростки капусты и горчи-

цы 60,6-93,0 % от контроля.

По нашим данным заметное ингибирующее действие гербицидов на микроорганизмы проявилось при температуре 16-18°C. Такое действие гербицидов в зависимости от температуры можно объяснить большей активностью микробного населения почвы при температуре 25-30°C, чем при - 16-18°C, а также и тем, что при повышении температуры, усиливается адсорбция гербицидов и уменьшается их токсичность (таблица 5).

К важнейшим факторам, влияющим на детоксикацию гербицидов относится влажность почвы, с которой связана адсорбция гербицидов, количество микрофлоры, воздействие гербицидов на сорную растительность и культурные растения.

По данным Маковецкий [10], Ж.В. Поповой [4] при повышении влажности

почвы увеличивается токсичность гербицидов. Причина повышения их токсичности объясняется тем что при высокой влажности почвы в раствор переходит часть адсорбированного препарата, и он становится токсичным для сорной растительности. Кроме того, с увеличением влажности почвы ускоряется передвижение гербицидов в почве [12-14]. При повышенной влажности происходило вымывание хорошо растворимых в воде гербицидов в более глубокие слои почвы [6, 7].

В лабораторном опыте, изучалось влияние различных уровней влажности почвы на скорость их детоксикации. Опыт проводился со светло-каштановой и сероземной почвами при температуре 16-18°C и влажности 40 и 60 % от полной влагоемкости.

В почву были внесены гербициды в оптимальных дозах феназон 4.5 кг/га, пиримин 4.5 кг/га, вензар 2.1 кг/га, мерпелан 3 кг/га.

Опыт показал, что бактерии растущие на МПА испытывают заметное угнетающее действие при влажности 40 % от полной влагоемкости, а с повышением влажности до 60 % депрессирующее действие гербицидов ослабляется. Повышение влажности почвы до 60% от полной влагоемкости способствовало увеличению количества микроорганизмов через 20 дней после внесения гербицидов. Через 60 дней после начала опыта во всех вариантах наблюдалось увеличение количества бактерий по сравнению с контролем.

Спорообразующие бактерии в первый срок заметно угнетаются феназолом, пириминном, мерпеланом при 40 % -ной влажности от полной влагоемкости. В дальнейшем количество бактерий значительно превышало контроль.

Влажность в 60 % от полной влагоемкости оказалась более благоприятной для развития спорных бактерий при внесении гербицидов (таблица 4).

Действие феназона, пиримина и мерпелана на развитие грибов наблюдалось только при влажности почвы в 40 % от полной влагоемкости. В других вариантах опыта отмечался стимулирующий эффект от внесенного гербицида. Актиномицеты значительно более чувствительны к воздействию пиримина и феназона при пониженной влажности чем бактерии (таблица 4). Если бактерии при 40 % влажности в первый срок испытывали временное угнетение гербицидами, то количество актиномицетов в условиях такой влажности не превышало контроль в течение двух сроков. Исключение составляли варианты опыта с мерпеланом и вензаром, от действия которых через 20 дней наблюдалось увеличение количества актиномицетов по сравнению с контролем. Влажность почвы 60 % от полной влагоемкости оказалась более благоприятной для развития актиномицетов. Через 20 дней после внесения препаратов наблюдалась значительная активизация жизнедеятельности актиномицетов. С течением времени происходило постепенное затухание активности актиномицетов и уже через 60 дней после внесения гербицидов во всех вариантах опыта количество актиномицетов приблизилось к контролю.

Масса индикаторных растений капусты и горчицы показала, что слабее всего детоксикация протекала при низкой влажности почвы (40 % от полной влагоемкости), а при повышении содержания влаги в почве вес индикаторных растений увеличивался, что свидетельствует об уменьшении токсичных соединений в почве (таблица 5).

Наиболее интенсивно разлагался вензар, а пиримин и его аналог феназон, мерпелан менее интенсивно. К концу опыта все гербициды полностью разрушались.

В полевом опыте на каштановой почве Алматинской области скорость детоксикации изучали методом биологической индикации гербицидов.

Таблица 4 - Влияние гербицидов и влажности на микрофлору почвы

Варианты опыта	Влажность почвы от полной влагоемкости, %	Количество микроорганизмов, тыс./г после внесения гербицидов, дни															
		МПА				спорообразующие бактерии (МПА+сусло)				грибы				актиномицеты			
		10	20	40	60	10	20	40	60	10	20	40	60	10	20	40	60
Контроль	60	6300	5410	5800	5850	1400	1100	1500	1600	4.1	4.7	6.5	6.1	900	1000	1100	900
Феназон 4,5 кг/га	40	4400	3840	4300	4500	850	1000	1200	1300	3.5	3.8	4.5	4.3	800	850	750	700
	60	6100	5300	5900	5800	1450	1200	1600	1600	3.9	4.6	6.4	6.2	850	1100	1200	950
	40	4200	3900	4400	4600	700	950	1300	1400	2.9	3.6	4.7	4.5	700	800	800	700
Вензар 1,6 кг/га	60	6200	5400	5850	5900	1500	1200	1650	1700	4.1	4.6	6.5	6.0	900	1100	1150	950
	40	4300	3800	4400	4500	900	1000	1300	1400	3.3	3.7	4.4	4.2	750	900	800	800
Мерпелан 5 кг/га	60	6300	5200	5900	5900	1450	1250	1600	1650	3.9	4.7	6.6	6.4	850	1050	1150	950
	40	4900	3900	4350	4550	800	900	1250	1200	3.2	3.6	4.6	4.4	700	880	800	750
Пирамин 4,5 л/га	60	6100	5200	5900	5850	1400	1200	1600	1600	4.0	4.6	6.4	6.1	850	1100	1200	900
	40	4200	3900	4400	4600	750	900	1200	1350	3.0	3.7	4.6	4.3	680	800	800	720

Опыты закладывались по следующей схеме:

1. Контроль без гербицидов;
2. Пирамин 80 % к.с.- 4,5 л/га
3. Вензар 80 % с.п. – 1,2 кг/га
4. Мерпелан 80 % с.п.- 4,5 кг/га
5. Феназон 60 % с.п.- 4,5 кг/га

Пирамин, вензар, мерпелан через 20 дней после внесения находились в слоях 0-2 и 2-5 см. Масса капусты и горчицы была на 59,1 и 80,6 % меньше по сравнению с контролем (таблица 6). Через 30 дней после внесения препарата в почву он еще оказывал заметное отрицательное действие на прорастание в указанных слоях почвы. Через 40 дней капуста и через 60 дней горчица развивались лучше, чем на контроле. За этот срок гербициды полностью разлагались почвенными микроорганизмами.

Микробиологический анализ почвы через 3 дня после внесения препаратов показал, что пирамин во всех дозах незначительно угнетающе действовал в слое 0-2 см на бактерии, растущие на МПА и актиномицеты. На бактерии, усваивающие минеральные формы азота (крахмало-аммиачная среда) и грибы гербициды действовали стимулирующе.

Вензар и мерпелан в первые 3 дня после внесения угнетали развитие бактерий и актиномицетов. В дальнейшем они существенного влияния на микроорганизмы не оказали.

Для выяснения микроорганизмов непосредственно участвующих в разложении гербицидов был проведен специальный опыт.

Результаты опыта показали, что в разрушении пирамиды участвует - споровые бактерии, азотобактер *Curvularia spp*, *Helminthosporium spp*, *Penicillium spp*.

В специальных средах для микроорганизмов на среде Чапека с пирамином росли *Alternaria spp* и *Aspergillus spp*. Замена углеродного или азотного компонента питательной среды гербицидами приводит к морфологическим изменениям строения грибов - уменьшению размера колоний и образованию менее пышного воздушного мицелия.

Таблица 5 - Токсичность гербицидов в зависимости от влажности почвы

Варианты опыта, гербициды, кг/га, л/га	Влажность почвы от полной вла- гоемкости, %	Вес сырой массы биоиндикаторов % к контролю после внесения гербицидов через сутки				
		10	20	30	30	60
1	2	3	4	5	6	7
Контроль	60	100	100	100	100	100
	40	100	100	100	100	100
Феназон, 4,5кг/га	60	20.1	36.3	47.5	61.7	93.0
	40	15.7	28.0	41.8	48.8	83.0
Пирамин, 4,5 л/га	60	19.0	35.6	46.5	60.5	92.0
	40	16.0	28.4	41.0	48.5	85.0
Вензар, 1,6 кг/га	60	22.0	37.0	48.0	62.0	98.0
	40	16.0	30.0	43.0	49.0	95.0
Мерпелан, 5 кг/га	60	17.0	30.0	42.0	60.0	90.0
	40	14.0	26.0	36.0	44.5	80.0

Таблица 6 - Снижение массы биоиндикаторов (капусты, горчицы) в зависимости от дозы гербицида

Доза гербицидов, кг/га, л/га	Снижение сырой массы (% от контроля) в зависимости от гербицидов	
	капуста	горчица
Контроль	100	100
Пирамин 4.5 л/га	27.4	-
Пирамин 3.5 л/га	33.1	-
Пирамин 2.5 л/га	68.2	-
Пирамин 1.8 л/га	81.9	-
Пирамин 0.9 л/га	92.5	-
Мерпелан 5.0 кг/га	-	25.4
Мерпелан 4.0 кг/га	-	32.1
Мерпелан 3.0 кг/га	-	65.2
Мерпелан 2.0 кг/га	-	75.6
Мерпелан 1.0 кг/га	-	90.5
Вензар 1.6 кг/га	-	26.5
Вензар 1.2 кг/га	-	35.2
Вензар 1.0 кг/га	-	60.5
Вензар 0.8 кг/га	-	79.5
Вензар 0.5 кг/га	-	95.0

ВЫВОДЫ

Внесенные в почву препараты под-
вергаются детоксикации при участии

микроорганизмов, скорость которой
зависит от температуры и влажности
почвы, различных питательных веществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Alexander M. Introduction in soil microbiology. 1982. No.1. P. 10-12.
2. Audus L. The biological in soil detoxication of hormone herbicides. Plant and Soil. Ed. by Woodford E.K. 1994. P. 15-20.
3. Audus L. The physiology and diochemistry of herbicides. Academic Press. 1964. P. 11-13.
4. Попова Ж.В. Влияние влажности почвы на эффективность гербицидов корнево-го действия // Гербициды. Л. 2004. С.20-25.

5. Жарасов Ш.У. Реакция микрофлоры орошаемых почв Казахстана на гербициды и условия их детоксикации // Тез.совещ. на тему: Влияние химизации сельского хозяйства на микробиологические процессы в почве. София. БАН. 1991. С.10.
6. Brown J.W. and Mitchell J.W. 1988. (цит. по Audus. 1994).
7. Day B.E. Jordon L.S. and Hedrixson R.L. The decomposition of amitrol in California soils. Weeds. 1981. v. 9. №.3. 1981. P. 7-9.
8. Dawson J.H. Dodder (*Cuscuta* spp) control with dinitroahiline herbicides in alfalfa (*Medicago sativa*). 1998.
9. Parker C. 1965 (цит. По Соколову М.С. Биологические методы определения малых количеств гербицидов в почве и растениях // Сельское хозяйство за рубежом. 1998.-№ 10. С.10-15).
10. Маковецкий К.А. Влияние температуры на длительность сохранения в почве токсичности гербицидов // Основные выводы н.-и. работ ВНИС за 1989-1990гг. Киев. 1992. С. 50-54.
11. Loustalot A.J. and Ferrar R. Studies on the persistence and movements of sodium trichloroacetate in soil. Agron. J. 1990. 27. P.50-57.
12. Sheets T.J. comparative toxicities of four phenyl-urea herbicides in several soil types. Weeds. 1998. v.6. No.4. P. 14-15.
13. Thomson F.M. Residual effects of weed killers. Proc.11-th N.Z. Weeds control conf., 1958, z.z.1999 1117.X1, Phytopathologie und Pflanzenschutz.
14. Weldon L. And Timmons F. Penetration and persistence of diuron in soil. 2004. v.9. No.2. P.20-23.

Түйін

Мақалада қант қызылшасы егістігінде қолданылатын гербицидтердің ыдырауына қатыстын микроорганизмдер түрлері келтірілген. Топырақ гербицидтерінің микроорганизмдер әсерімен ыдырауы қолайлы температура 25-27⁰С пен ылғалы 60-80 пайыз болған жағдайда 40-60 күнге созылды.

Resume

Applied into soil pesticides are detoxicated by microorganisms, the speed of which depends on soil temperature, humidity and various nutrients.