

# Влияние кислотности воды (рН) на эффективность действия свекловичных гербицидов в борьбе с сорняками

Е.А. ДВОРЯНКИН, д-р с/х. наук (e-mail: dvoryankin149@gmail.com)

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара имени А.Л. Мазлумова»

## Введение

В природной воде концентрация углекислого газа, рН и жёсткость воды химически взаимосвязаны и оказывают большое влияние на эффективность гербицидов в борьбе с сорняками. Каждый препарат имеет свой оптимальный уровень рН при приготовлении рабочего раствора, и это надо учитывать, чтобы максимально эффективно использовать потенциал химических средств защиты растений [1, 4, 5]. Разрушение гербицида в растворе зависит от рН используемой воды, физико-химических свойств действующего вещества и времени задержки применения раствора на культуре.

Активность гербицидов, чувствительных к кислотному гидролизу, заметно снижается при рН ниже 7. Активные вещества таких гербицидов, как сульфонилмочевины (хлорсульфурон и др.), разрушаются в кислой среде, а устойчивость сорняков к ним возрастает [1, 7]. Гербициды, чувствительные к щелочному гидролизу, распадаются при рН выше 7. К ним относят производные 2,4-Д, карбаматы, глифосат, лонтрел и др. В щелочной среде биологическая эффективность таких гербицидов заметно снижается и требуется коррекция водных растворов для успешной борьбы с сорняками [6, 7].

Основной причиной нарушения стабильности гербицидов

в растворе является зависимый от рН-среды гидролиз – процесс распада действующих веществ пестицидов в воде. Он протекает с неодинаковой скоростью для разных действующих веществ. Например, полураспад действующих веществ бетаналов – фенмедифама и десмедифама при рН 5 воды происходит за 45–70 дней, тогда как при рН 9 – за 7–12 минут. Напротив, скорость полураспада действующих веществ этофумезата, метсульфурон-метила, дикамбы в аналогичных средах изменяется менее существенно [8]. Некоторые источники утверждают [2], что анализ данных литературы позволяет отнести 2,4-ДМА и 2,4-Д ЭГЭ к соединениям, стойким в водной среде. В других исследованиях показано, что глифосат сохраняет стабильность в водной среде при рН 3; 5; 6 и 9 в условиях температуры 35 °С [3]. Противоречия в описании стабильности гербицидов в растворах свидетельствуют о необходимости исследований в этой области знаний.

## Цель исследования

Целью настоящего исследования было изучение влияния концентрации ионов водорода в воде (рН), используемой для приготовления раствора, времени задержки применения раствора и погодных условий на эффективность действия отдельных свекловичных

гербицидов в борьбе с сорной растительностью.

## Материалы

### и методы исследований

Исследования проводились на опытном поле ФГБНУ ВНИИСС в 2017–2018 гг. Объектом служили сорные растения и свекловичные гербициды «Бетанал Эксперт ОФ», «Бетанал 22», «Пилот», «Карибу», «Пирамин Турбо», «Пантера», «Фюзилад Форте», «Центурион», «Раундап», «Лонтрел 300». Опыты размещали на паровом поле, что позволяло в течение одного вегетационного сезона два-три раза воспроизвести опыт в разных погодных условиях. Для этого достаточно было прокультивировать новый участок парового поля и получить всходы сорняков. Почва опытного участка – чернозём выщелоченный малогумусный среднемоночный тяжелосуглинистый.

Для приготовления растворов с гербицидами использовали речную воду (р. Воронеж около посёлка городского типа Рамонь Воронежской обл.), которую в опытах подкисляли раствором ортофосфорной кислоты или подщелачивали каустической содой. Кислотность воды контролировали прибором Soil PH Meter PCE – PH 20S. Раствор гербицида готовили в определённой последовательности: вначале корректировали рН воды до требуемой величины, затем растворяли в ней гербицид.

Схема опытов включала в себя контроль абсолютный и варианты с гербицидами, приготовленными на разной по кислотности воде. Площадь делянки – 21,6 м<sup>2</sup>, повторность опытов двукратная, размещение делянок последовательное. Гербициды на делянке вносили однократно в вечернее время, учёты сорняков проводили через 8–14 дней после обработки гербицидами визуально по изменению окраски растений и методом наложения рамки (0,25×1,0 м<sup>2</sup>).

Гербициды вносили по отросшим сорнякам в фазе семядолей – 2 пар настоящих листьев ранцевым опрыскивателем, оборудованным штангой (2,7 м) с щелевыми распылителями на 6 рядков сахарной свёклы.

**Результаты исследований**

Кислые и нейтральные растворы «Бетанала Эксперт ОФ» и «Бетанала 22» были высокоэффективны против таких сорняков, как марь белая, щирица запрокинутая, горцы, паслён чёрный, подмаренник цепкий и др.

Растворы «Бетанала Эксперт ОФ» практически не теряли активности спустя 10–12 часов после приготовления, а эффективность кислого раствора «Бетанала 22» (рН = 3) на сорняки после задержки его применения даже возрастала до 99 % (табл. 1).

Эффективность щелочных растворов бетаналов на сорняки заметно снижалась, что особенно сказывалось на растениях мари белой, щирицы, просвирника, горцев. Задержка применения растворов бетаналов на 10–12 часов приводила к ещё большему падению активности действующих веществ, и это отражалось на показателях численности и массы сорняков.

В сравнении с гербицидами группы бетаналов другие свекловичные гербициды слабо реагировали на кислотно-щелочной показатель воды. Например, «Пилот»,

*Гибель сорняков в зависимости от применяемого гербицида и рН используемой воды, 2017 г.*

Гербицид, л/га; кг/га Контроль, сорняки (на разных участках): злаковые – 180 шт/м <sup>2</sup> ; двудольные – 230 шт/м <sup>2</sup> ; осоты – 15–20 шт/м <sup>2</sup>	Время удержания препарата в растворе до его применения, час	Снижение численности (Ч) и массы (М) сорняков при рН, %					
		3		7		10	
		Ч	М	Ч	М	Ч	М
«Бетанал Эксперт ОФ», 1,2	1–1,5	96	92	95	96	78	83
«Бетанал 22», 1,0	1–1,5	96	97	93	94	76	81
«Пилот», 3,0	1–1,5	95	97	96	93	90	95
«Карибу», 0,03	1–1,5	16	94	18	99	21	99
«Пирамин Турбо», 5,0	1–1,5	19	42	16	42	12	50
«Пантера», 1,0	1–1,5	100	100	100	100	100	100
«Фюзилад Форте», 0,8	1–1,5	100	100	100	100	100	100
«Центурион», 0,4	1–1,5	100	100	100	100	100	100
«Раундап», 3,0	1–1,5	100	100	100	100	100	100
«Лонтрел 300», 0,3	1–1,5	100	100	100	100	100	100
«Бетанал Эксперт ОФ», 1,2	10–12	94	92	91	93	68	62
«Бетанал 22», 1,0	10–12	99	99	91	93	69	74
«Пилот», 3,0	10–12	98	99	98	96	99	99
«Карибу», 0,03	10–12	20	95	24	98	19	99
«Пирамин Турбо», 5,0	10–12	22	36	12	34	17	44
«Пантера», 1,0	10–12	100	100	100	100	100	100
«Фюзилад Форте», 0,8	10–12	100	100	100	100	100	100
«Центурион», 0,4	10–12	100	100	100	100	100	100
«Раундап», 3,0	10–12	100	100	100	100	100	100
«Лонтрел 300», 0,3	10–12	100	100	100	100	98	98

3,0 л/га (метамитрон) активно подавлял вегетирующие сорняки в фазе семядолей – 4 настоящих листьев независимо от рН используемой воды и времени задержки его внесения (см. табл. 1).

«Карибу» независимо от погодных условий обеспечивал полный контроль над сорняками при

обработке как кислыми, так и щелочными растворами гербицида, несмотря на более низкую растворимость его в кислой среде.

После обработки раствором «Карибу» сорняки приобретали характерную для сульфонилмочевинных гербицидов окраску (рис. 1.1), останавливался рост сорняков,



1.1



1.2

*Рис. 1. Особенности поражения сорняков гербицидом «Карибу» (пояснение в тексте)*



растения медленно теряли массу, постепенно отмирала корневая система. Эффективность «Карибу» чётко характеризует показатель снижения массы у сорняков через 10 дней после обработки в сравнении с растениями на абсолютном контроле (см. табл. 1, рис. 1.2).

Самостоятельное применение «Пирамина Турбо» по вегетирующим сорнякам малоэффективно, препарат слабо реагировал на рН среды. Угнетённые после обработки гербицидом сорняки (2–4 настоящих листа) через 5–6 дней возобновляли активный рост.

«Лонтрел 300» активнее подавлял сорняки растворами с кислой реакцией воды, чем с щелочной. Несколько сокращался период летального действия на осоты, однако в итоге в вариантах опыта отмечали 100%-ную гибель сорняков независимо от времени задержки внесения препарата и рН используемой воды.

Близкие результаты были получены в опытах с применением «Раундапа». В разных погодных условиях «Раундап» эффективно уничтожал активно растущие (высотой 15–25 см) злаковые и двудольные сорняки (однолетние и многолетние) кислыми, нейтральными и щелочными растворами препарата. В условиях жаркой сухой погоды кислые растворы «Раундапа» были несколько эффективнее в борьбе с засорённостью смешанного типа, но конечный результат во всех вариантах опыта – 100%-ная гибель сорняков.

Кислотно-щелочная реакция воды не оказывала существенного влияния в полевых условиях на эффективность, обособленно (отдельно от других) применённых граминицидов («Пантеры», «Фюзилада Форте», «Центуриона»). Противозлаковые гербициды не теряли активности при короткой или продолжительной за-

держке применения их растворов (см. табл. 1). Через 10–14 дней после внесения «Пантеры», 1 л/га во всех вариантах опыта наблюдали только отрастающие двудольные сорняки (рис. 2).

В сильных щелочных растворах граминициды, применённые в смеси с гербицидами группы бетаналов, снижали активность действия на злаковые сорняки, в результате чего возрастал период летального воздействия гербицидов, особенно при задержке применения смеси на культуре (рис. 3). В условиях сухой жаркой погоды возрастает устойчивость злаковых сорняков к действию щелочного раствора смеси гербицидов. Позднее выпавшие дожди способны возобновить рост злаковых сорняков.

В щелочной среде гербициды группы бетаналов, применённые в смеси с «Лонтрелом 300», «Центурионом» или «Пилотом», в разной степени снижали эффективность действия последних в сравнении с их обособленным применением, чего не наблюдалось в условиях кислого и нейтрального растворов смеси.



Рис. 2. Предварительный мелкоделяночный опыт (площадь делянки 5 м<sup>2</sup>) по оценке влияния рН-раствора на эффективность «Пантеры», 1,0 л/га. Распределение делянок последовательное: рН 3; 7; 10. Левая сторона опыта – обработано через 1–1,5 часа; правая сторона опыта – через 10–12 часов. На заднем плане абсолютный контроль. Слева от опыта делянки с Раундапом, 3,0 л/га; рН 3 и рН 10

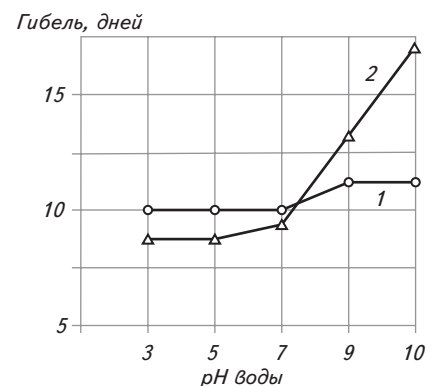


Рис. 3. Период летального действия «Пантеры» на однолетние злаковые сорняки в фазе начала кущения в зависимости от рН воды при задержке внесения раствора на 6 часов. 1 – «Пантера», 1,0 л/га; 2 – «Пантера», 1,0 л/га + «Бетанал Прогресс ОФ», 1,5 л/га (2017–2018 гг.)

Возможно, эффективность действия гербицида зависит от отрезка времени, достаточного для проникновения активного действующего вещества в органы растения в дозе, эффективной для уничтожения сорняков без заметной фитотоксичности для растений культуры. Например, есть мнение, что для большинства гербицидов необходимо 6 часов для накопления летальной дозы в органах сорняков [9]. Поэтому в щелочной среде бетаналы с периодом полураспада действующих веществ 7–30 минут не накапливают активное действующее вещество в ткани растений и, более того, продукты распада компонентов гербицидов группы бетаналов блокируют в листьях механизм проницаемости для других относительно устойчивых к щелочной среде гербицидов.

#### Заключение

Таким образом, анализ полученных данных показал, что снижение эффективности действия гербицидов в условиях агрессивной среды зависит от скорости разрушения действующего вещества в растворе и на листьях, сопоставимого с временем накопления летальной дозы в органах сорных растений (допустим, 6 часов). Если период полураспада действующего вещества короче или равен отрезку времени накопления летальной дозы в растении, то препарат не работает в такой агрессивной среде. Если же период полураспада действующего вещества протекает медленнее относительно накопления летальной дозы в сорняках, то препарат не утрачивает эффективности действия на сорную растительность, и это тем заметнее, чем более длителен период его полураспада (от нескольких суток и далее).

#### Список литературы

1. Ларина, Г.Е. Приготовление рабочих растворов сульфонилмо-

чевинных гербицидов / Г.Е. Ларина, С.А. Захаров, Т.В. Захарова // Защита и карантин растений. – 2003. – № 2. – С. 49.

2. Лепёшкин, И.В. Токсикологическая оценка и регламентация применения гербицидов на основе диметиламинной соли и 2-этилгексилэфира 2,4-дихлорфеноксисульфоновой кислоты для защиты зерновых злаковых культур и кукурузы / И.В. Лепёшкин, В.И. Медведев, А.П. Гринько, П.Г. Жминько и др. // Современные проблемы токсикологии пищевой и химической безопасности. – 2014. – № 5. – С. 7–13.

3. Кузнецова, Е.М. Глифосат: поведение в окружающей среде и уровни остатков / Е.М. Кузнецова, В.Д. Чмиль // Современные проблемы токсикологии. – 2010. – № 1. – С. 87–95.

4. Орлин, Н.А. Особенности практического применения гербицидов / Н.А. Орлин, А.В. Королёва // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 4. – С. 161–162.

5. Спиридонов, Ю.Я. Влияние качества воды, используемой при приготовлении рабочих растворов, на биологическую активность препарата «Спрут Экстра, ВР» / Ю.Я. Спиридонов, С.Д. Каракотов, Н.В. Никитин // Агрехимия. – 2014. – № 6. – С. 62–68.

6. Спиридонов, Ю.Я. Глифосат-содержащие гербициды – особенности технологии их применения в широкой практике растениеводства / Ю.Я. Спиридонов, Н.В. Никитин // Вестник защиты растений. – 2015. – № 4 (86). – С. 5–11.

7. Хорошкин, А.Б. Почему не работают пестициды / А.Б. Хорошкин // Современные агрохимикаты: Каталог – 2015. Агромастер. – Краснодар, 2015. – С. 89–91.

8. Свойства рабочего раствора пестицидов и особенности его приготовления. URL: <http://himagromarketing.ru/ru/news/svoystva-rabochego-rastvora-pestizidov.html> (дата обращения 02.10.2020)

9. Шпаар, Д. Сахарная свёкла / Д. Шпаар [и др.]. – Минск, 2004. – 326 с.

**Аннотация.** Рассматривается влияние pH воды, применённой для приготовления раствора гербицида сплошного действия («Раундап») и растворов ряда свекловичных гербицидов противодвудольного и противозлакового спектра действия, на биологическую эффективность регуляции численности сорняков. Показано заметное снижение эффективности щелочных растворов гербицидов группы бетаналов на сорняки в зависимости от концентрации гидроксид-ионов в воде. Исследована эффективность гербицидов «Лонтрел 300», «Пантера», «Центурион», «Пилот» и других препаратов, применённых отдельно и в смеси с гербицидами группы бетаналов. Предположено, что эффективность гербицидов на сорняки зависит от скорости деградации действующего вещества и других компонентов препарата в кислотной или щелочной среде, сопоставимой со скоростью накопления летальной дозы в органах растения.

**Ключевые слова:** гербициды, регуляция численности сорняков, кислотность воды, период летального действия, задержка применения гербицидов.

**Summary.** Influence of pH of water applied to prepare solution of a total herbicide (Roundup) and solutions of several beet herbicides used to control dicotyledonous and cereal weeds upon biological efficiency of weed number regulation is considered. A noticeable decrease in the effect of alkaline solutions of betanal group herbicides on weeds depending on concentration of hydroxide ions in the water has been shown. Effectiveness of such herbicides as «Lontrel 300», «Panther», «Centurion», «Pilot» and other chemicals applied separately and in mixture with betanal group herbicides has been studied. The herbicides' effect on weeds is supposed to depend on degradation rate of active substance and other components of a chemical in acid or alkaline medium comparable to the rate of lethal dose accumulation in plant organs.

**Keywords:** herbicides, weed number regulation, water acidity, period of lethal effect, herbicide application delay.