

применение пестицидов приводит к образованию чужеродных для почвы газообразных соединений: после внесения хлорорганических пестицидов – хлористого водорода и фосгена, производных карбаминных кислот – изотиоцианатов, фосфорсодержащих пестицидов – фосфина и др. [3]. Применение персистентных хлорорганических пестицидов запрещено в 70-х годах прошлого столетия. В то же время, остаточные количества изомеров ГХЦГ, ДДТ и других хлорорганических пестицидов (ХОП) до сих пор обнаруживаются в почвах и сельскохозяйственных продуктах. Очевидно, что газообразные продукты их превращений и в настоящее время поступают в атмосферный воздух. Современные пестициды применяют в значительно меньших объемах, их характеризуют как препараты с относительно низкой токсичностью и высокой скоростью разложения [4]. Однако в литературе не обнаружены сведения о влиянии современных видов пестицидов на биологическую активность и газовый состав почвенного воздуха.

В связи с этим цель настоящих исследований состоит в изучении влияния пестицидов, широко используемых в современном растениеводстве, на динамику биологической активности и выделения некоторых почвенных газов.

К предмету исследований относятся инсектицид шарпей – $C_{12}H_{19}Cl_2NO_3$, синтетический пиретроид, гербициды – лонтрел – $C_6H_3Cl_2NO_2$ – хлорпроизводное пиридинов, а также бицепс – двухкомпонентный гербицид (десмедифам+фенмедифам), производное бис-карбаматов, образованный на основе известного препарата бетанала.

В качестве объектов исследований выбраны биологическая активность почвы и следующие летучие

соединения: фосген ($COCl_2$), хлористый водород (HCL), сероуглерод (CS_2), цианистый водород (HCN), диоксид углерода (CO_2).

МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в моделируемых условиях на темносерой почве, пробы которой отобраны с участков, не используемых в сельскохозяйственном обороте, не содержащей изомеров ХОП. Почва характеризуется глинистым механическим составом, содержание гумуса составляет 5,8%, pH = 5,6 ед. Дозы пестицидов соответствовали производственным. Навеску почвы помещали в пенал, увлажняли до 60% от полной полевой влагоемкости, вносили пестицид, перемешивали с почвой, пенал герметично закрывали. Контроль – вариант без пестицидов. Пробы воздуха отбирали через 7, 10, 14, 28 суток аспиратором, анализ газов производили по методике М.С. Быховской [5]. Во всех вариантах определяли микробиологическую активность почвы по разложению хлопчатобумажного полотна в соответствии с методикой [6]. Рассчитывали снижение веса ткани в % по отношению веса ткани после и до эксперимента и среднюю скорость разложения в % сутки, по отношению веса разложившейся ткани в % на количество суток экспонирования. Повторность опытов – трехкратная. Полученные данные обработаны методами математической статистики.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Как показали результаты исследований, биологическая активность почвы в контрольных вариантах колеблется от 22,96% в первую неделю испытаний до 92,93% в последнюю неделю эксперимента

(табл. 1). Средняя скорость разложения ткани соответственно составляет 3,28-13,28%/сутки.

В вариантах с лонтрелом и шарпеем биологическая активность почвы более чем на порядок ниже по сравнению с контролем. Особенно бактерицидным оказался шарпей. Динамика биологической активности, в отличие от контроля, характеризуется незначительными колебаниями значений во все сроки экспонирования: ее величина составила 1,33-2,17% через неделю экспонирования; 3,41-4,99% – через 28 суток. В то же время, при совместном внесении шарпея и лонтрела активность почвы резко увеличивается. Наиболее высокие ее показатели, даже превышающие значения контроля, определяются

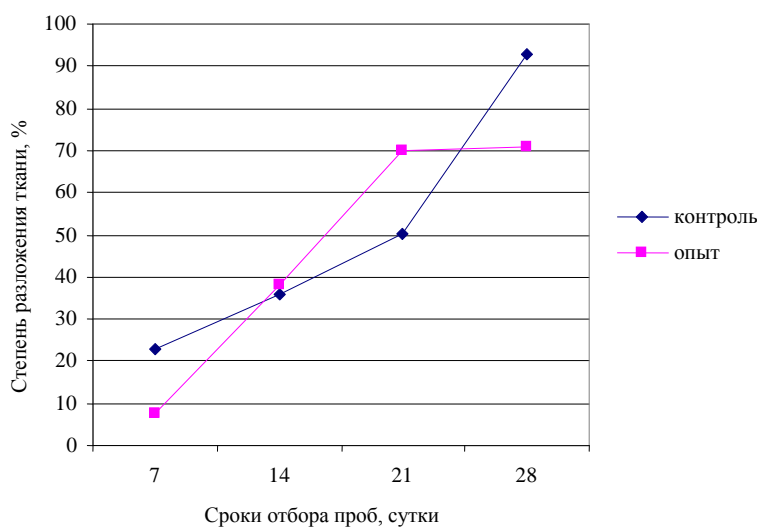
через 3 недели. Скорость разложения ткани составила в первые 7 суток 1,09% за сутки, через три недели – 9,97% за сутки, в конце эксперимента – 10,16%/сутки. В то же время, в отличие от контроля, в варианте с внесением двух пестицидов после 7 суток отмечается резкий рост величины биологической активности, которая увеличивается в продолжение двух недель, затем остается на одном уровне – 69,82-70,81%. Особенно наглядно различие в характере динамики при ее графическом изображении на рисунке.

Информативным признаком динамики процесса является угол наклона прямой к оси абсцисс. По нашим данным, угол наклона прямой динамики биологической ак-

Таблица 1 – Динамика биологической активности почвы

%

Варианты	Сроки наблюдений, сутки			
	7	14	21	28
К (контроль – без пестицидов)	22,96	36,08	50,40	92,93
К+лонтрел	2,17	3,71	4,39	4,99
К+шарпей	1,33	2,57	2,98	3,41
К+лонтрел+шарпей	7,62	38,02	69,82	70,81
К + бицепс	5,20	-	44,53	91,15



Динамика биологической активности почвы:
 контроль - почва без пестицидов;
 опыт – почва с внесением лонтрела и шарпея

тивности в контроле за первые 21 суток составляет 30°, затем резко возрастает до 50°. В опытном варианте угол наклона в этот срок выше и составляет 45°, затем рост прекращается. Наблюдаемая вспышка биологической активности почвы при совместном внесении двух пестицидов, относящихся к разным классам, очевидно объясняется ингибирующим характером их взаимодействия.

Иной характер динамики биологической активности почвы после внесения бицепса, состоящего из смеси карбаматных гербицидов. Из данных, приведенных в таблице, видно, что целлюлозоразлагающая активность почвенных микроорганизмов в первую неделю наблюдений в этом варианте является типичной: биологическая активность невысокая и составляет 5,20%. С увеличением срока экспозиции она плавно увеличивается, а после 3-х недель по значению приближается к контролю. Известно, что карбаматные гербициды обладают невысокой токсичностью и способны потенцировать деятельность некоторых видов микроорганизмов [7].

Из газообразных соединений в почвенном воздухе определились следующие газы: диоксид углерода – 1,12-3,02 мг/м³ (максимум в контроле), цианистый водород – 0,05-0,15 мг/м³ (максимум в вариантах с лонтрелом), сероуглерод – 0,53-4,53 мг/м³ (максимальные значения в вариантах с шарпеем), фосген –

1,13-9,20 мг/м³. Максимальные значения характерны для опытов с лонтрелом и бицепсом.

В связи с тем, что представленные современные пестициды по сути относятся к классу хлорорганических соединений, рассмотрим динамику хлорсодержащего газа – фосгена. Данные представлены в табл. 2.

Анализ полученных результатов показал, что в продолжение всего эксперимента из почвы, обработанной лонтрелом и шарпеем, выделяется фосген. При этом, в варианте с лонтрелом отсутствует положительная корреляция между биологической активностью и интенсивностью выделения этого газа – R = -0,22, в то время как в варианте с шарпеем зависимость положительная – R = 0,95. При совместном внесении данных пестицидов зависимость отрицательная R = -0,86, интенсивность выделения фосгена резко снижается.

ВЫВОДЫ

Таким образом, проведенные исследования показали, что широко используемые в настоящее время пестициды лонтрел и шарпей обладают значительной биоцидностью, что выражается в длительном угнетении биологической активности почвы после их внесения. В связи с тем, что в составе их молекулы имеются ионы хлора, распад этих пестицидов приводит к выделению в воздух хлорсодержащего газа фос-

Таблица 2 – Динамика фосгена

Варианты	Сроки наблюдения, сутки					Σ за 28 суток
	7	14	21	28	35	
Контроль (б/п)	0	0	0	0	0	0
К+лонтрел	7,01	2,55	8,87	3,7 5	Не опр.	22,18
К+шарпей	7,69	4,80	3,72	1,0 9	Не опр.	17,3
К+лонтрел+шарпей	4,36	0	0	0	3,16	4,36

гена. При комбинированном воздействии этой пары пестицидов наблюдается всплеск биологической активности почвы в период с 7 до 21 суток. Затем наступает лаг-фаза, в то время как в контрольном варианте скорость разложения ткани в это период ниже, но процесс разложения ткани продолжается вплоть до ее исчезновения.

Список литературы

1. Розанов Б.Г. *Взаимодействие почвенного и атмосферного воздуха*. – М.: МГУ, 1986. – 107 с.
2. Клисенко М.А., Войтенко Т.А., Киселева Н.И. *Токсикологическое и химическое исследование соединений, образующихся в почве, содержащей полихлорпинен и минеральные удобрения // Гигиена труда и профзаболевания*. – 1977. – № 10. – С. 32-35.
3. Громова В.С. *Гигиеническая характеристика условий труда в полеводстве в связи с применением агрохимикатов // Гигиена и санитария*. – № 4. – М.: Медицина, 1987. – С. 73-74.
4. *Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации*. – М.: Минсельхоз России, 2012. – 575 с.
5. Быховская М.С., Гинзбург С.А. *Методы определения вредных веществ в воздухе*. – М.: Медицина, 1968. – 595 с.
6. *Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д.Г. Звягинцева*. – М.: МГУ, 1980. – 324 с.
7. Круглов Ю.В. *Экотоксикологическая оценка пестицидов и практические вопросы охраны почв // Бюллетень ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (Ленинград)*. – 1979. – № 32. – С. 8.

Поступила в редакцию 22.10.2013 г.

Gromova V.S., Pchelenok O.A., Shushpanov A.G.
(State University – UNPC; Oryol)

PESTICIDES INFLUENCE ON THE DYNAMIC OF BIOLOGICAL ACTIVITY AND GASEOUS COMPOSITION OF SOIL AIR

The given article presents the research of pesticides influence, which is widely used in modern plant-growing, on the dynamic of the soil biological activity and some soil gases emissions.

Key words: soil biological activity, pesticides, soil gases.