

Раундап (глифосат): продукты УФ-разложения и их токсичность

Научный руководитель – Саратовских Елена Анатольевна

Вахтерова Яна Владиславовна

Студент (бакалавр)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Факультет фундаментальной физико-химической инженерии, Направление инженерной физики твёрдого тела, Москва, Россия
E-mail: vahterova_yana@mail.ru

Цель настоящей работы - изучение разложения глифосата и определение образующихся продуктов и их токсичности для понимания возможностей практического применения.

Эффективным способом деструкции для высокотоксичных химических соединений, к которым относится глифосат, является фотохимический метод. Фотохимическое окисление водного раствора под действием УФ-облучения проводили в круглом плоскодонном кварцевом реакторе объёмом 500 мл. Реактор устанавливали на расстоянии 2 см от источника излучения, в качестве которого использовали лампу марки ДРШ-1000 с длинами волн излучения в диапазоне 250-600 нм. Исходная концентрация $6,68 \times 10^{-2}$ М, объём пробы составлял 100 мл. Озон поступал из озонатора, содержание полученного озона в смеси с кислородом составляло 2,5%, или 3,35 ммоль/час, или 160,8 мг О₃ в час. Барботирование раствора озоном осуществляли через тефлоновую трубку диаметром 1 мм. Текущую концентрацию измеряли на спектрофотометре PerkinElmer UV-VIS Spectrometer «Lambda EZ 210», производства США по полосе $\lambda = 212$ нм.

На регистрируемых в процессе разложения электронных спектрах прослеживаются периоды образования промежуточных соединений. После 3 часов 47 мин облучения идентифицируется пик $\lambda_4 = 258$ нм, который присутствует в пробах до 8 часов 7 мин наблюдения. Однократно идентифицирован пик $\lambda_5 = 238$ нм через 5 часов 17 мин. Пик $\lambda_3 = 286$ нм появляется через 2 часа 47 мин, а через 60 минут - исчезает и появляется вновь в пробе от 11 часов 17 мин и также более не идентифицируется. Это указывает на сложный многоступенчатый процесс разложения глифосата.

Кинетические параметры изменения концентрации глифосата от времени облучения показывают, что на воздухе под действием прямого солнечного света за 14 часов 28 мин разложения глифосата не происходит. За то же время под действием озона и УФ-облучения концентрация снижается до $1,0 \times 10^{-3}$ М. Реакция протекает со скоростью 0,406 М/час, демонстрируя нулевой порядок по основному соединению.

Для определения состава продуктов разложения использовали метод хромато-масс спектрометрии. Анализ смеси после фотохимического разложения выполнен на хромато-масс спектрометре Orbitrap Elite (Thermo Fisher Scientific, San Jose, CA, USA) с ионизацией электрораспылением. Было установлено, что после обработки раствора (N-(фосфометил)-глицин) в нем был полностью разрушен.

Также чрезвычайно важно понимать то, как изменяется токсичность раствора при образовании новых соединений. Оценка токсичности основана на определении величины изменения интенсивности биолюминесценции бактерий *Venekea harvey* при действии токсических веществ, содержащихся в тестируемой воде по сравнению с контролем. В результате обработки исходного образца (УФ-облучение + озонирование) класс опасности для объектов окружающей среды понижается со II (второго) до IV (четвертого).

Показано, что метод фотохимического разложения может быть использован для практических целей разложения раундапа (глифосата).