

## Химия. 10-11 классы

### Задача 7. Биodeградирующий полимер

Автор – Б.Н.Гарифуллин

#### Решение

Формулу соединения Y, исходя из данных условия, можно записать как  $C_nH_nO_n$ , где  $n$  – натуральное число. Принимая во внимание уравнение реакции (1), определим суммарную формулу 2-х молекул соединения X:  $C_nH_nO_n + H_4O_2 = C_nH_{n+4}O_{n+2}$ . Найдем  $n$  из уравнения для расчета массовой доли кислорода:

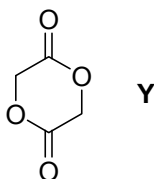
$$\frac{8 \cdot (n + 2)}{6,005 \cdot n + 1,008 \cdot (0,5 \cdot n + 2) + 8 \cdot (n + 2)} = 0,6312$$

Решая, получаем, что  $n=4$ .

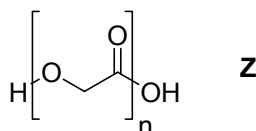
Отсюда формула соединения X –  $C_2H_4O_3$ . Из определения термина поликонденсация как процесса синтеза полимеров из полифункциональных (чаще всего бифункциональных) соединений, сопровождающегося выделением низкомолекулярных побочных продуктов (в нашем случае – воды), принимая во внимание степень ненасыщенности соединения X, легко видеть, что мономер должен содержать карбоксильную и гидроксильную группы:



Y однозначно является циклическим диэфиром гликолевой кислоты (так называемый гликолид):

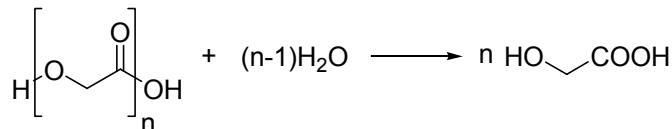


Полимеризация с раскрытием цикла гликолида приводит к образованию полигликолида (далее – PGA):



(по 1,5 балла за соединения X-Z, всего 4,5 балла)

1. Биodeградация PGA представляет собой процесс гидролиза сложноэфирных связей и приводит в конечном итоге к образованию гликолевой кислоты:



(1 балл)

2. Гидролиз сложноэфирных связей PGA в условиях *in vitro* протекает за счет диффузии воды в аморфные регионы полимерной матрицы с последующей спонтанной реакцией гидролиза. При моделировании того же процесса на уровне живых объектов значимую роль приобретает ферментативный путь разрушения сложноэфирных связей путем привлечения ферментов эстераз.

(1 балл)

3. Гликолевая кислота образуется при гидролизе PGA постоянно в небольшом количестве, поэтому легко утилизируется в рамках цикла трикарбоновых кислот до углекислого газа и воды, соответственно, не неся никакой токсикологической опасности. В свою очередь, одномоментный прием значительного количества гликолевой кислоты приводит к ее окислению до токсичной щавелевой кислоты (оксалат-иона), которая опосредует все негативные эффекты на здоровье человека.

(1,5 балла)

4. PGA формирует временную подложку, задающую правильную архитектуру роста клеток, включая корректное формирование межклеточных связей, соединительно-тканного матрикса и т.д. В случае, если матрица будет быстро гидролизована, правильные межклеточные взаимодействия еще не будут установлены, что поставит под угрозу структурную адаптацию клеточных структур.

(1 балл)

5. В качестве примера можно привести полилактид, мономером которого выступает молочная кислота, или сополимер молочной и гликолевой кислот.

(1 балл)