

УДК 504.054+579

## ТЕХНОГЕННАЯ НАГРУЗКА НА АТМОСФЕРУ И ГИДРОСФЕРУ В ПРОИЗВОДСТВЕ 7-АЦК

© *К.Р. Таранцева, Пензенская государственная  
технологическая академия (г. Пенза, Россия)*

© *М.И. Яхкинд, Пензенская государственная  
технологическая академия (г. Пенза, Россия)*

## TECHNOGENIC LOAD ON ATMOSPHERE AND HYDROSPHERE IN THE PRODUCTION OF 7-ACA

© *K.R. Tarantseva, Penza State Technological Academy (Penza, Russia)*

© *M.I. Yahkind, Penza State Technological Academy (Penza, Russia)*

Статья посвящена анализу техногенной нагрузки на атмосферу и гидросферу в производстве 7-АЦК. Показано, что при энзиматической технологии количество сточных вод и отходов на 1 кг 7-АЦК в 16 раз меньше, чем при химической, при этом их токсичность заметно ниже, выбросы в атмосферу в ходе основного технологического процесса в 24 раза меньше, выбросы органических растворителей в атмосферу в 7 раз меньше, при этом состав выбросов заметно менее опасен.

**Ключевые слова:** техногенная нагрузка, выбросы в атмосферу, сточные воды, 7-аминоцефалоспоровая кислота.

This article analyzes the anthropogenic impact on the atmosphere, hydrosphere and lithosphere in the production of 7-ACA. It is shown that the enzyme technology of waste water and 1 kg of 7-ACA is 16 times smaller than the chemical, while their toxicity is much lower emissions during the primary process is 24 times less emissions of organic solvents in the atmosphere in less than 7 times, and the composition of emissions considerably less dangerous.

**Key words:** technogenic load, air emissions, waste water, 7-aminocephalosporanic acid

**E-mail:** krtar@bk.ru, yah@sura.ru

В ближайшие годы в мире ожидается рост производства продуктов биотехнологии. Одним из примеров наиболее массовых производств, в которых биокаталитические процессы заменяют или заменили химические, является получение 7-аминоцефалоспоровой кислоты (7-АЦК) – исходного полупродукта для синтеза полусинтетических цефалоспоринов [1, 2].

Изучение техногенной нагрузки на атмосферу и гидросферу при химическом и ферментативном способах производства 7-АЦК является предметом исследования данной статьи [3 – 5].

*Сопоставление нагрузки на гидросферу и литосферу*

Сопоставление сточных вод и не утилизируемых (направляемых на захоронение) отходов, образующихся в ходе химической и ферментативной технологий получения 7-АЦК представлено в сводной таблице 1. Для наглядности сточные воды и не утилизируемые отходы, образующиеся при получении 7-АЦК химическим способом, приведены в левой части сводной таблицы 1, ферментативным способом – в правой.

Для ферментативной технологии в таблицу 1 не включены в качестве отходов иммобилизованные ферменты, рассчитанные на длительную работу, хотя после того как их активность упадет, отработанные ферменты направляются на захоронение. Однако с учетом того, что они должны обработать ориентировочно 100 циклов, общее количество таких отходов составит всего около 0,1 кг на 1 кг 7-АЦК, чем можно пренебречь.

Из представленных в таблице 1 данных видно, что при химической технологии получения 7-АЦК образуется около 664,3 кг сточных вод на 1 кг 7-АЦК (рис. 1), в основном после промывки оборудования. Эти сточные воды характеризуются высоким уровнем загрязнения, в частности, содержат небольшие количества N,N-диметиланилина.

**Таблица 1 – Сводная таблица сточных вод и не утилизируемых отходов**

Химическая технология		Ферментативная технология	
Наименование отходов	Количество отходов, кг на 1 кг 7-АЦК	Наименование отходов	Количество отходов, кг на 1 кг 7-АЦК
<u>Сточные воды</u>		<u>Сточные воды</u>	
Промывки оборудования (суммарно)	570,81	Практически отсутствуют	
Кубовые остатки (метанол)	93,51		
Итого сточные воды:	664,32		
<u>Твердые отходы</u>		<u>Твердые отходы</u>	
Отработанный кальций хлористый (из патронов)	1,26	Отработанный уголь	0,89
Отработанный кальций хлористый (хлористый метилен)	6,65		
Отработанный уголь	0,69		
Осадок из кубового остатка (метанол)	17,00		
Итого твердые отходы:	25,60		
<u>Жидкие отходы</u>		<u>Жидкие отходы</u>	
Кубовый остаток (ацетон)	0,84	Кубовый остаток (ацетон)	51,05
Фильтрат кубового остатка (метанол)	114,38		
Кубовый остаток (хлористый метилен)	11,83		
Итого жидкие отходы:	127,05		
Итого:	816,97	Итого:	51,94

Также образуется, в основном после регенерации растворителей, значительное количество не утилизируемых отходов – около 25,6 кг твердых и 127 кг жидких отходов на 1 кг 7-АЦК (рис. 1).

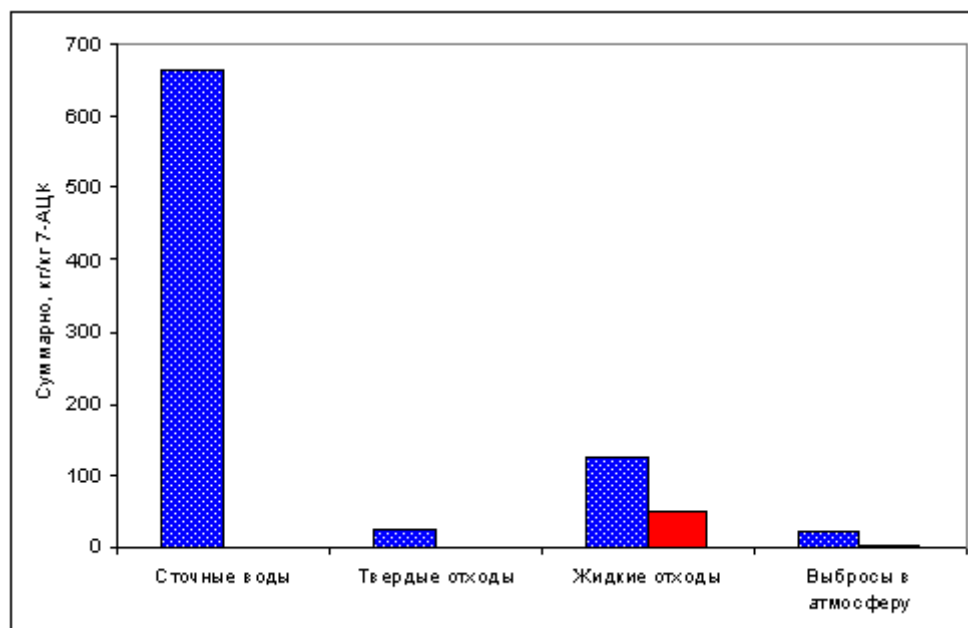


Рисунок 1 – Сопоставление суммарных количеств сточных вод, твердых и жидких отходов, выбросов органических растворителей в атмосферу для химической (левая колонка) и энзиматической (правая колонка) технологий

Суммарное количество не утилизируемых отходов составляет около 152,6 кг на 1 кг 7-АЦК. Все они в той или иной степени содержат N,N-диметиланилин и продукты его разложения, а также другие вредные вещества, и в целом достаточно токсичны. Все эти отходы направляют на захоронение, для жидкого кубового остатка после регенерации ацетона допускается сжигание.

При получении 7-АЦК энзиматическим способом сточные воды практически отсутствуют, поскольку нет необходимости в регулярной промывке оборудования. Из не утилизируемых твердых отходов есть только отработанный уголь после осветления водно-ацетонового раствора 7-АЦК, из не утилизируемых жидких отходов – кубовый остаток после регенерации ацетона. Их количество – около 0,9 кг твердых и 51 кг жидких отходов на 1 кг 7-АЦК (рис. 1), суммарно около 51,9 кг на 1 кг. Следовательно, количество твердых отходов приблизительно в 28 раз меньше, чем при химической технологии, количество жидких отходов – почти в 2,5 раза меньше, в целом отходов почти в 3 раза меньше. Отходы в этом случае также направляют на захоронение.

Суммарно количество сточных вод и отходов для химической технологии (около 817 кг на 1 кг 7-АЦК), почти в 16 раз больше, чем для энзиматической (около 51,9 кг на 1 кг). Таким образом, при энзиматической технологии получения 7-АЦК загрязнение окружающей среды существенно меньше не только по токсичности, но и по количеству загрязняющих веществ.

*Сопоставление нагрузки на атмосферу*

Сводная таблица 2 сопоставления выбросов в атмосферу по химической и ферментативной технологии получения 7-АЦК составлена подобно сводной таблице 1.

Данные, приведенные для основного процесса, представляют собой величины, найденные по результатам фактических замеров концентраций выбрасываемых веществ в ходе основного технологического процесса в воздухе, выходящем из вытяжной вентиляции. Все найденные концентрации меньше ПДК (ОБУВ) в атмосферном воздухе населенных мест, т.е. являются допустимыми.

Согласно данным, представленным в таблице 2, при химической технологии выбросы в атмосферу в ходе основного технологического процесса суммарно составляют 32,62 г на 1 кг 7-АЦК. Унос растворителей при регенерации суммарно составляет 20,5 кг на 1 кг 7-АЦК (рис. 1).

**Таблица 2 – Сводная таблица выбросов в атмосферу**

Химическая технология		Ферментативная технология	
Наименование выбросов	Количество выбросов, на 1 кг 7-АЦК	Наименование выбросов	Количество выбросов, на 1 кг 7-АЦК
<u>В ходе основного процесса</u>	г/кг	<u>В ходе основного процесса</u>	г/кг
Ацетон	0,43	Аммиак	1,32
N,N-диметиланилин	0,59	Ацетон	0,04
Метанол	0,29		
Метилен хлористый	29,41		
Триметилохлорсилан	1,81		
Фосфор пятихлористый	0,09		
Итого в основном процессе:	32,62	Итого в основном процессе:	1,36
<u>При регенерации</u>	кг/кг	<u>При регенерации</u>	кг/кг
Ацетон	10,5	Ацетон	2,8
Метанол	3,6		
Метилен хлористый	6,4		
Итого при регенерации:	20,5		

При ферментативной технологии выбросы в атмосферу в ходе основного технологического процесса составляют суммарно 1,36 г на 1 кг 7-АЦК, что почти в 24 раза меньше, чем при химическом способе. Состав выбросов при этом значительно менее опасный для окружающей среды, поскольку в нем отсутствуют наиболее вредные вещества, которые не применяются при ферментативной технологии.

Унос единственного растворителя, ацетона, при регенерации составляет около 2,8 кг на 1 кг 7-АЦК (рис. 1), что более чем в 7 раз меньше уноса суммы растворителей при химическом способе. При этом в атмосферу попадает только ацетон, который заметно менее опасен, чем используемые при химическом способе метанол и хлористый метилен.

Следовательно, при ферментативной технологии получения 7-АЦК выбросы вредных веществ в атмосферу как в ходе основного технологического процесса, так и при регенерации растворителей значительно меньше,

чем при химической, и состав этих выбросов значительно менее опасный для окружающей среды.

Таким образом, использование энзиматической технологии получения 7-АЦК вместо химической многократно снижает загрязнение окружающей среды и позволяет формировать благоприятную среду обитания человека и животных. Все это позволяет рекомендовать разработанную биокаталитическую технологию производства 7-АЦК для промышленного освоения в России.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Таранцева К.Р., Яхкин М.И. Технологии синтеза 7-аминоцефалоспоровой кислоты и безопасность в техносфере. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. технол. акад., 2009. – 194 с.
2. Таранцева К.Р., Яхкин М.И. Анализ технологий синтеза 7-аминоцефалоспоровой кислоты (7-АЦК) и выбор оптимальной безопасной промышленной технологии. – М. : Научный мир, 2009. – 216 с.
3. Пусковой регламент на производство 7-аминоцефалоспоровой кислоты (7-АЦК). ПУР 64-0263-17/1-89.
4. Ведомость изменений № 1-90 к пусковому регламенту на производство 7-аминоцефалоспоровой кислоты (7-АЦК) ПУР 64-0263-17/1-89.
5. Опытнo-промышленный регламент на получение 7-аминоцефалоспоровой кислоты (7-АЦК) методом двухстадийного энзиматического дезацилирования. ОНР 64-0263-055-2000.