

**СИНТЕТИЧЕСКИЕ АЗОКРАСИТЕЛИ КАК ФАКТОРЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

SYNTHETIC AZO DYES AS FACTORS OF ENVIRONMENTAL POLLUTION

Аннотация. В настоящей статье рассмотрены основные области применения азокрасителей и их вред для человека и окружающей среды. Проанализированы способы их удаления.

Abstract. This article discusses the main areas of azo dyes application and their harm to human and the environment. The ways of their removal are analyzed.

Ключевые слова: красители, пищевые добавки, токсичность, канцерогенность, сорбент, биodeградация.

Keywords: dyes, food additives, toxicity, carcinogenicity, sorbent, biodegradation.

Синтетические азокрасители относятся к самой распространенной группе красителей. Они составляют более половины всех производимых в мире искусственных органических красителей. Отличительной особенностью данной группы красителей является наличие в структуре одной или нескольких функциональных азогрупп $-N=N-$, так называемого хромофора. Азокрасители имеют широкую палитру цветов, но наиболее распространенными являются оттенки желтого и красного (тартразин, желтый «солнечный закат», красный очаровательный). Эти красители являются стабильными на свету и при температурных изменениях, отличаются низкой стоимостью, благодаря чему нашли применение в широком спектре областей промышленности – пищевой, косметической, текстильной, фармацевтической, лакокрасочной.

В пищевой промышленности синтетические азокрасители используют в качестве пищевых добавок (например, E102, E110, E122, E124, E151) для придания привлекательного цвета и аппетитного внешнего вида. В то же время эти добавки негативным образом влияют на организм человека, вызывая проблемы гиперактивности и снижения концентрации внимания у детей, раздражение ЖКТ, астму, риск развития онкологических заболеваний. Содержание азокрасителей согласно нормативами СанПиН 2.3.2.1293-03 «Гигиенические

требования по применению пищевых добавок» [1] в безалкогольных ароматизированных напитках, а также в твердых биологически активных добавках к пище не должно превышать 100 мг/кг, в кондитерских изделиях – 300 мг/кг.

Для придания цвета декоративной косметике также используют азокрасители, каждому из которых присвоен цветовой индекс (CI – color index). При частом использовании косметических средств, в состав которых входят азокрасители, возможно проявление аллергических реакций, атопического дерматита и т.п.

Синтетические азокрасители широко используют в отделочных процессах текстиля, таких как окрашивание и печать. Это может наносить вред, как здоровью человека, так и окружающей среде. При нарушении законодательно утвержденных ограничений, гарантирующих использование красителей на безопасном уровне, могут возникнуть химические риски. Содержащиеся в азокрасителях ариламиновые вещества относятся к категории канцерогенных. Согласно ГОСТ при обнаружении аминов, образовавшихся путем расщепления азогрупп красителей, на уровне более 30 мг/кг предполагается, что материал изделия был обработан с использованием азокрасителя(ей) [2].

В результате бытовой жизнедеятельности человека и производственных процессов формируются сточные воды, содержащие значительные концентрации азокрасителей, что отрицательно сказывается на окружающей среде. Загрязнение сточных вод красителями является важной и актуальной экологической проблемой. Для решения этой проблемы необходима разработка эффективных способов очистки и контроля сточных вод. Для удаления синтетических красителей используют физико-химические методы (адсорбция, мембранное разделение, озонирование, химическое окисление) [3]. Сорбционное извлечение наиболее часто применяемый метод для выделения красителей из сложных матриц. Выбор сорбентов обусловлен химическими и структурными особенностями красителей. Наиболее часто для извлечения органических красителей из водных сред используют сверхсшитый полистирол, гидрофобизированный кремнезем, а также оксид алюминия и пенополиуретан [4]. К недостаткам этих методов можно отнести высокую стоимость, формирование токсичных промежуточных продуктов.

В качестве альтернативного и перспективного способа очистки в последнее время используется биodeградация, главным образом с помощью микробных сообществ. Установлено, что при биологической обработке различные микроорганизмы, такие как аэробные и анаэробные бактерии и грибки, катализируют обесцвечивание красителя [5]. Анаэробные микроорганизмы способны генерировать электроны для разрыва азосвязи, что является предпочтительным при деградации азокрасителей. Такой способ обладает рядом

преимуществ: низкие затраты, безопасность, конечные продукты нетоксичны и стабильны, не требуется использование химических реактивов.

Стоит отметить, что для решения экологических задач по очистке сточных вод от синтетических азокрасителей, эффективным способом является комбинирование физических, химических и биологических методов.

Список литературы

1. СанПиН 2.3.2.1293-03. Гигиенические требования по применению пищевых добавок. М. : Минздрав России, 2003. 416 с.

2. ГОСТ Р ИСО 24362-1-2016. Материалы текстильные. Методы определения некоторых ароматических аминов, выделяемых из азокрасителей. Ч. 1. Обнаружение использования некоторых азокрасителей, выделяемых из волокон при экстракции или без экстракции. М. : Стандартинформ, 2016. 23 с.

3. Методы удаления пигментов из сточных вод / М. К. Джубари, Н. В. Алексеева, Г. И. Базияни, В. С. Таха // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2021. Т. 332, № 7. С. 54–64. URL: <https://earchive.tpu.ru/handle/11683/68176?ysclid=lk2huvrv1t373091546>.

4. Tikhomirova T. I., Ramazanova G. R., Apyari V. V. Effect of nature and structure of synthetic anionic food dyes on their sorption onto different sorbents: Peculiarities and prospects // Microchemical Journal. 2018. Vol. 143. P. 305–311. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2018.08.022>.

5. The treatment of azo dyes found in textile industry wastewater by anaerobic biological method and chemical oxidation / O. Türgay, G. Ersöz, S. Atalay, J. Forss, U. Welander // Separation and Purification Technology. 2011. Vol. 79, iss. 1. P. 26–33. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2011.03.007>.