

Замкнутый цикл переработки природных ресурсов с использованием технологий 6-го технологического уклада

Научный руководитель – Нуреев Рустем Махмутович

Косакян Наринэ

Аспирант

Финансовый университет, Москва, Россия

E-mail: kosakyan-narine@mail.ru

Замкнутый цикл переработки природных ресурсов с использованием технологий 6-го ТУ выглядит следующим образом:

1. Переработка природных ресурсов для получения сырьевых материалов, пригодных для производства комплектующих или готовой продукции с помощью нанотехнологий и биотехнологий;
2. Производство комплектующих из сырьевых материалов, полученных на первом этапе с помощью аддитивных технологий;
3. Изготовление готовой продукции из комплектующих, полученных на втором этапе, и/или сырьевых ресурсов, полученных на первом этапе, с помощью роботов, роботизированных гибких производственных систем с использованием искусственного интеллекта, в том числе на "умных фабриках", и биотехнологий;
4. Избирательная переработка отходов от ненужных по различным причинам товаров с помощью роботов, роботизированных гибких производственных систем с использованием искусственного интеллекта, в том числе на "умных фабриках", и биотехнологий;
5. Подготовка переработанных на четвёртом этапе отходов для использования на втором и третьем этапах замкнутого цикла переработки природных ресурсов с помощью роботов, роботизированных гибких производственных систем с использованием искусственного интеллекта, в том числе на "умных фабриках", и биотехнологий.

Нанотехнологии и биотехнологии позволяют с большей экономией труда производить сырьевые материалы с совокупностью характеристик, недостижимой при использовании соответствующих предыдущих технологий в рамках предыдущих технологических укладов; технологии аддитивного производства позволяют с большей экономией труда производить комплектующие и готовую продукцию с совокупностью потребительских качеств, недостижимой при использовании соответствующих предыдущих технологий в рамках предыдущих технологических укладов; роботы, роботизация гибких производственных систем с использованием искусственного интеллекта, нанотехнологии и биотехнологии позволяют с большей экономией труда изготавливать готовую продукцию из комплектующих, избирательно перерабатывать отходы и подготавливать переработанные отходы для повторного использования в замкнутом цикле переработки природных ресурсов с совокупностью характеристик, недостижимой при использовании соответствующих предыдущих технологий в рамках предыдущих технологических укладов.

Генная инженерия, молекулярная биология и клеточные технологии, во многом, развиваются за счёт достижений биотехнологий и нанотехнологий, формируя основы для развития высокотехнологичной медицины. Методы генной инженерии позволяют синтезировать ферменты, например, посредством изолирования необходимых участков ДНК или использования общедоступных баз данных геномов [1]. Технологии молекулярной биологии давно нашли широкое применение в лабораторной практике и диагностике болезней [8], включая обратную транскрипцию РНК или цепную полимеразную реакцию в режиме

реального времени [3], и продолжают активно совершенствоваться [7]. Биочипы с фрагментами ДНК используются для анализа путей действия лекарственных препаратов [2]. Технологии молекулярной биологии используются для гуманизации антител. Рекомбинантные белки также синтезируются с помощью грибов. Изучение путей обмена веществ позволяет говорить о возможности создания биоискусственной печени [4]. Широкое промышленное применение ждёт и клеточные технологии, которые используются для производства различных белков, используемых в лечебных целях [9]. Тканевая инженерия также получит дополнительный импульс к развитию, ввиду развития технологий аддитивного производства клетками [5].

В будущем генная инженерия, молекулярная биология и клеточные технологии станут основой для формирования сектора высокотехнологичной медицины и в этом направлении уже ведутся интенсивные исследования. В частности, согласно исследованиям группы учёных из калифорнийского Института Солка биологических исследований под руководством Juan Carlos Izpisua Belmonte в экспериментах на мышах *in vivo* показала возможность удлинения продолжительности посредством частичного перепрограммирования клеток мышей с помощью краткосрочной циклической экспрессии факторов Яманаки: Oct4, Sox2, Klf4 и c-Myc, за открытие которых этот японский учёный получил Нобелевскую премию в 2012 году [6]. Подобные прорывные фундаментальные исследования, а также текущие и последующие достижения высокотехнологичной медицины вместе с достижениями нанотехнологий, биотехнологий, технологий аддитивного производства, робототехники, искусственного интеллекта, а также генной инженерии, молекулярной биологии и клеточных технологий сформируют сектор высокотехнологичной медицины с соответствующими отраслями, которые сформируют *узловые технологические совокупности* 7-го технологического уклада.

Источники и литература

- 1) GARSKE, A.L. et al. (2017) Industrial enzymes and biocatalysis. In: KENT, J.A. et al. (eds.) Handbook of industrial chemistry and biotechnology. 13th ed. Cham: Springer International Publishing, pp. 1571-1638.
- 2) JAIN, K.K. (2009) Biotechnology-based drug discovery. In: WALKER, J.M. and RAPLY, R. (eds.) Molecular biology and biotechnology. 5th ed. Cambridge: Royal Society of Chemistry, pp. 307-336.
- 3) KALLAND, K.-H. (2009) Molecular microbial diagnostics. In: WALKER, J.M. and RAPLY, R. (eds.) Molecular biology and biotechnology. 5th ed. Cambridge: Royal Society of Chemistry, pp. 76-111.
- 4) KEMPA, S. et al. (2009) Metabolic engineering. In: WALKER, J.M. and RAPLY, R. (eds.) Molecular biology and biotechnology. 5th ed. Cambridge: Royal Society of Chemistry, pp. 196-219.
- 5) LEE, S.J. et al. (2018) 3D bioprinting for artificial pancreas organ. In: NOH, I. (ed.) Biomimetic medical materials: from nanotechnology to 3D bioprinting. Singapore: Springer Nature Singapore Pte. Ltd., pp. 355-374.
- 6) OCAMPO, A. et al. (2016) In vivo amelioration of age-associated hallmarks by partial reprogramming. Cell. 167 (7). pp. 1719-1733.
- 7) RAPLEY, R. (2009) Basic molecular biology techniques. In: WALKER, J.M. and RAPLY, R. (eds.) Molecular biology and biotechnology. 5th ed. Cambridge: Royal Society of Chemistry, pp. 1-19.

- 8) TAFE, L.J. et al. (2009) Molecular diagnostics. In: WALKER, J.M. and RAPLY, R. (eds.) Molecular biology and biotechnology. 5th ed. Cambridge: Royal Society of Chemistry, pp. 51-75.
- 9) ZHU, M.M. et al. (2017) Industrial production of therapeutic proteins: cell lines, cell culture, and purification. In: KENT, J.A. et al. (eds.) Handbook of industrial chemistry and biotechnology. 13th ed. Cham: Springer International Publishing, pp. 1639-1669.