

**СИНТЕЗ БИОГЕННЫХ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА
ДРОЖЖАМИ РОДА *SACCHAROMYCES***

В настоящее время активно развивается использование наночастиц в различных областях: частности в медицине, физике, химии, биологии и электронике. Наночастицы имеют лучшие физико-химические свойства, по сравнению с обычными металлами. Получение наночастиц традиционно осуществляют с помощью химических и физических методов, которые имеют существенные недостатки, а именно – использование токсичных веществ и большую энергозатратность. Поэтому, целесообразно создание альтернативных экономически дешевых и безопасных методов такого синтеза.

Альтернативой для физических и химических методов получения наночастиц служат биологические методы, предусматривающие использование вирусов, бактерий, дрожжей, водорослей, грибов и растений. Наиболее привлекательным источником для биогенного синтеза являются микроорганизмы, которые способны продуцировать наночастицы как внеклеточно, так и внутриклеточно. Однако, внеклеточный синтез более простой и не требует дополнительной стадии очистки полученных соединений.

В настоящее время существует проблема нехватки эффективных противомикробных средств, поскольку патогены быстро адаптируются к действию антибиотиков. Так, были созданы противомикробные средства на основе наночастиц серебра (Ag), которые являются перспективными для профилактики и лечения бактериальных и грибковых инфекций. Наночастицы негативно влияют на микроорганизмы путем разрушения клеточной мембраны, инактивации ферментов, вмешательством в систему транспорта электронов и т.д. Поэтому, токсическое действие наночастиц Ag (10 и 80 нм), покрытых цитратом для отрицательного поверхностного заряда или полиэтиленimina для положительного поверхностного заряда было исследовано на *Saccharomyces cerevisiae* BY4741. Оценка токсичности обнаружила, что действие наночастиц Ag зависит от размера и поверхностного заряда. Наночастицы размером 10 нм более сильнодействующие, чем те, которые имеют размер 80 нм, и в той же категории размеров положительно заряженные частицы имели большее ингибирующее действие, чем отрицательно заряженные [1].

Для микробного синтеза наночастиц перспективным является использование дрожжей рода *Saccharomyces*, которые менее чувствительны к действию токсичных наночастиц и способны к восстановлению ионов серебра и стабилизации коллоидных частиц в среде. Так, биосинтез наночастиц серебра (AgNP) осуществляли с помощью бесклеточного супернатанта *S. boulardii* с добавлением AgNO₃ в концентрации 10 мМ. Полученные наночастицы обладали способностью подавлять грамположительные и грамотрицательные бактерии. Наибольшие зоны задержки роста с концентрацией 150 мкг/мл биогенных AgNP наблюдались у *Pseudomonas auroginosa* – 29 мм и *Staphylococcus pyogenes* – 29 мм по сравнению с коммерческими наночастицами той же концентрации (*P. auroginosa* – 15 мм, *S. aureus* – 16 мм) [2]. Также было исследовано антимикробное действие AgNP, полученных с помощью *S. cerevisiae* РТСС 5052, на чувствительные и резистентные к флуконазолу штаммы *Candida albicans*. Установлено, что минимальная ингибирующая концентрация AgNP против чувствительных к флуконазолу и устойчивых штаммов *C. albicans* лежит в диапазоне значений 2-4 мкг / мл [3].

Микробный синтез наночастиц является перспективным по сравнению с традиционными методами. Однако, наночастицы могут негативно влиять на биопроцесс, поскольку являются полидисперсными и обладают различными поверхностными зарядами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kasemets K., Kaosaar S., Vija H., Fascio U., Mantecca P. Toxicity of differently sized and charged silver nanoparticles to yeast *Saccharomyces cerevisiae* BY4741: a nano-bio interaction perspective. *Nanotoxicology*, (just-accepted). 2019, 1-40. doi: 10.1080/17435390.2019.1621401.
2. Sahib F.H., Aldujaili N.H., Alrufae M.M. Biosynthesis of silver nanoparticles using *Saccharomyces boulardii* and study their biological activities. *Eur. J. Pharm. Med. Res.* 2017, 4(9), 65-74.
3. Niknejad F., Nabili M., Ghazvini R.D., Moazeni M. Green synthesis of silver nanoparticles: advantages of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* model. *Curr. Med. Mycol.* 2015, 1(3), 17. doi: 10.18869/acadpub.cmm.1.3.17.