

The problem of antibiotic resistance and innovative biocomposites

The antibiotic resistance of pathogenic microorganisms is one of the key problems in global public health care. Existing antibiotics turn out to be ineffective against new bacterial strains, the emergence of new drugs is too slow and humanity has come close to the threshold beyond which is a return to the “pre-antibiotic era”, the transformation of seemingly defeated infections into deadly threats.

A team of scientists from Russia, Romania, Serbia, Poland and the Czech Republic is engaged in research on antimicrobial properties of new biocompatible nanocomplexes consisting of soy lecithin

in liposomes, chitosan and silver/silver chloride nanoparticles (NPs). It is important to note that in order to reduce the toxicity of nanoparticles, “green” synthesis was used in the study — the production of NPs from plant extracts. Morphological (AFM, SEM) and structural (SAXS, SANS) methods of analysis confirmed the nanoscale size of components of the produced biocomposites. The presence of hybrid Ag/AgCl nanoparticles synthesized from turmeric rhizomes or grape and mint leaves was determined by XRD and EDS methods. The formation of stable biohybrid nanocomplexes was con-

Fig. 1. General concept of “green” synthesis nanoparticles.

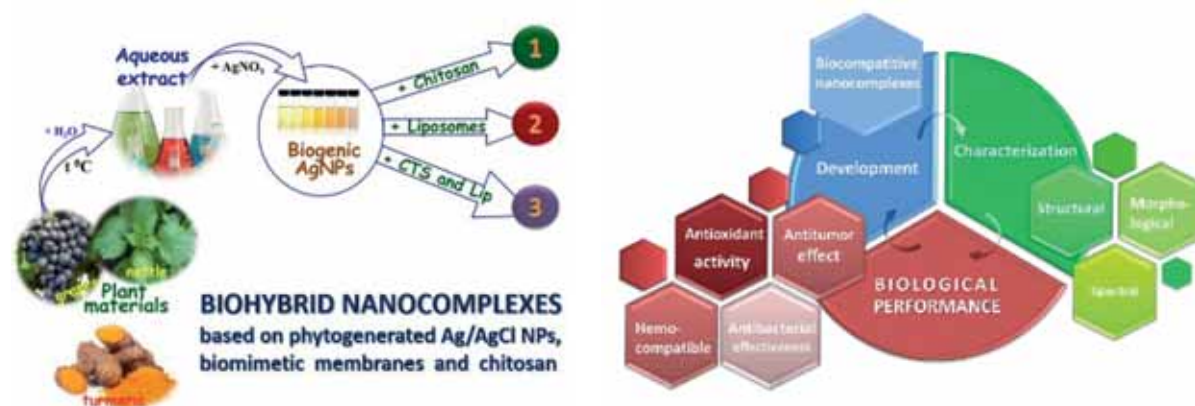


Рис. 1. Общая концепция наночастиц «зеленого» синтеза.

Антибиотикорезистентность и инновационные биоконпозиты

Проблема устойчивости болезнетворных микроорганизмов является одной из ключевых в мировом здравоохранении. Существующие антибиотики оказываются неэффективными в отношении новых бактериальных штаммов, появление новых препаратов происходит слишком медленно и человечество вплотную подошло к порогу, за которым — возврат в «доантибиотиковую эру», превращение казавшихся побежденными инфекций в смертельно опасные.

Коллектив ученых из России, Румынии, Сербии, Польши и Чехии исследует антимикробные свойства новых биосовместимых наноконплек-

сов, состоящих из липосом соевого лецитина, хитозана и наночастиц (НЧ) серебра/хлорида серебра. Важно отметить, что для уменьшения токсичности наночастиц в работе был применен «зеленый» синтез — получение НЧ из экстрактов растений. Морфологические (AFM, SEM) и структурные (SAXS, SANS) методы анализа подтвердили наноразмерный масштаб компонентов полученных биоконпозитов. Присутствие гибридных Ag/AgCl НЧ, синтезированных из корня куркумы или листьев винограда и мяты, было определено методами XRD и EDS. С помощью оптической спектроскопии (UV-Vis absorp-

tion and FTIR) and zeta potential measurements. All of the above studies were aimed at developing highly effective biocompatible complexes with a wide potential for application in various fields of medicine.

The developed innovative drugs have demonstrated high antimicrobial activity against *Enterococcus faecalis* bacterium — one of the most problematic pathogens in terms of selection of antibiotics, as well as against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*.

The results of the study show that the biosynthesis of nanoparticles is of decisive importance for

the properties of the studied biocomposites, in particular, their antimicrobial activity, which is also a consequence of the synergistic effect of the biocomposite components, each showing similar activity.

It is interesting to note that the synthesized and investigated materials also exhibit pronounced activity against cancer cells, which is confirmed in this study in *in vitro* experiments with HT-29 and HepG2 cells. At the same time, the highest efficiency (and the absence of hemolytic activity) was demonstrated only by composites containing bio-similar lipid bilayers.

Fig. 2. Structural and morphological characteristics of biohybrids (from left to right: SANS, SAXS and AFM) and their antibacterial effect against *Enterococcus faecalis*.

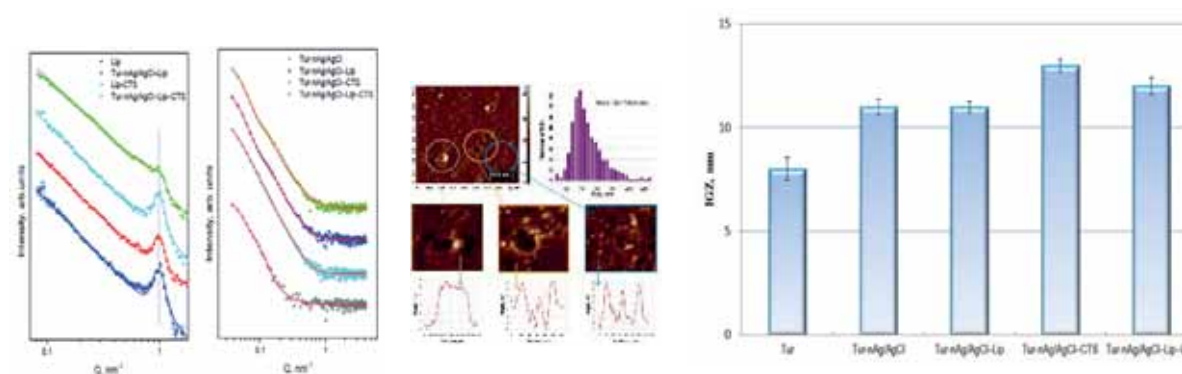


Рис. 2. Структурно-морфологические характеристики биогибридов (слева направо: SANS, SAXS и AFM) и их антибактериальный эффект на *Enterococcus faecalis*.

tion and FTIR) and измерения дзета-потенциала были подтверждены образование стабильных биогибридных наноконплексов. Все перечисленные выше исследования были нацелены на разработку высокоэффективных биосовместимых комплексов, имеющих широкий потенциал применения в различных областях медицины.

Разработанные инновационные препараты продемонстрировали высокую антимикробную активность в отношении *Enterococcus faecalis* bacterium — одного из наиболее проблемных в плане подбора антибиотиков патогена, — а также в отношении *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*.

Результаты исследования показывают, что биосинтез наночастиц имеет определяющее зна-

чение для свойств изучаемых биоконпозитов, в частности их антимикробной активности, которая также является следствием синергетического эффекта компонентов биоконпозита, каждый из которых проявляет подобную активность.

Интересно, что полученные и исследованные материалы также имеют значительную активность против раковых клеток, которая подтверждена в данной работе в *in vitro* экспериментах с клетками HT-29 и HepG2. При этом наиболее высокую эффективность (и отсутствие гемолитической активности) продемонстрировали лишь конпозиты, имеющие в составе биоподобные липидные бислои.