DOI 10.66073/ReFocus-Conf/3010085

ALYUMINIY OKSIDLI KERAMIK QOPLAMALARNING *ESCHERICHIA COLI* BAKTERIYALARINI SORBSIYALASH XUSUSIYATINI TADQIQ ETISH

Mamarayimova Marjona Abdusodiq qizi
O‘zMU Biologiya va ekologiya fakulteti 2-bosqich magistranti
Axmedova Zahro Raxmatovna
O‘zR FA Mikrobiologiya instituti, b.f.d., professor, laboratoriya mudiri
Abdullayeva Yulduz Alisher qizi
O‘zR FA Mikrobiologiya instituti 3-bosqich tayanch doktoranti

Annotatsiya: Ushbu maqolada alyuminiy oksidli keramik qoplamalarning *Escherichia coli* bakteriyalarini sorbsiyalash samaradorligi tahlil qilindi. Tadqiqotda AMg6 va D16 alyuminiy qotishmalari hamda Zn–Al asosidagi kompozitsion qoplamalar mikroorganizmlar uchun qattiq tashuvchi sifatida o‘rganildi. Bakterial suspenziya tayyorlanib, qoplama namunalari bilan belgilangan sharoitda kontaktda saqlandi; sorbsiya samaradorligi kontaktdan oldin va keyin suspenziyada qolgan hujayralar sonining farqi bo‘yicha hisoblandi, sorbent yuzasiga birikkan hujayralarning holati esa elektron mikroskopiya yordamida baholandi. Tajriba natijalariga ko‘ra, sorbsiya samaradorligi AMg6 qoplamasida 51,0%, D16 qoplamasida 52,2% va Zn–Al qoplamasida 62,15% ni tashkil etdi. Eng yuqori ko‘rsatkich Zn–Al asosidagi qoplamada qayd etildi. Natijalar qoplama tarkibi va sirt xususiyatlari mikroorganizmlarning qattiq tashuvchiga birikishiga ta’sir ko‘rsatishini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: alyuminiy oksidi, keramik qoplama, sorbsiya, Escherichia coli, immobilizatsiya, qattiq tashuvchi, elektron mikroskopiya.

Аннотация: В данной статье проанализирована эффективность сорбции бактерий *Escherichia coli* керамическими покрытиями на основе оксида алюминия. В качестве твёрдых носителей для микроорганизмов изучались алюминиевые сплавы АМг6 и Д16, а также композиционные покрытия на основе Zn–Al. Была приготовлена бактериальная суспензия, которую контактировали с образцами покрытий в заданных условиях; эффективность сорбции рассчитывали по разности числа клеток до и после контакта, а состояние прикрепившихся клеток оценивали с помощью электронной микроскопии. Согласно полученным результатам, эффективность сорбции составила 51,0% для покрытия АМг6, 52,2% для покрытия Д16 и 62,15% для покрытия Zn–Al. Наибольшая эффективность отмечена у покрытия на основе Zn–Al. Результаты свидетельствуют о влиянии состава покрытия и свойств его поверхности на прикрепление микроорганизмов к твёрдым носителям.

Ключевые слова: оксид алюминия, керамическое покрытие, сорбция, Escherichia coli, иммобилизация, твёрдый носитель, электронная микроскопия.

Abstract: This article analyzes the sorption efficiency of aluminium oxide ceramic coatings for *Escherichia coli* bacteria. AMg6 and D16 aluminium alloys, as well as Zn–Al-based composite coatings, were investigated as solid carriers for microorganisms. A bacterial suspension was prepared and brought into contact with the coating samples under specified conditions; sorption efficiency was calculated from the difference in cell numbers before and after contact, and the

IQTIBOS UCHUN
Mamarayimova M.A., Axmedova Z.R., Abdullayeva Y.A. Alyuminiy oksidli keramik qoplamalarning Escherichia coli bakteriyalarini sorbsiyalash xususiyatini tadqiq etish // Fundamental va amaliy mikrobiologiyaning bugungi holati va rivojlanish istiqbollari: yosh olimlar nigohi: Respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari. – Toshkent, 2026. – B. 298–301.
DOI: https://doi.org/10.66073/ReFocus-Conf/3010085

condition of the attached cells was evaluated by electron microscopy. The sorption efficiency was 51.0% for the AMg6 coating, 52.2% for the D16 coating and 62.15% for the Zn–Al coating. The highest efficiency was observed for the Zn–Al-based coating. The results indicate that coating composition and surface properties influence the attachment of microorganisms to solid carriers.

Keywords: aluminium oxide, ceramic coating, sorption, Escherichia coli, immobilization, solid carrier, electron microscopy.

Kirish

Mikroorganizmlarni qattiq tashuvchilar yuzasiga biriktirish mikrobiologiya, biotexnologiya, ekologiya va sanoat mikrobiologiyasining muhim yo‘nalishlaridan biridir. Immobilizatsiya jarayoni mikroorganizmlarni ma’lum bir tashuvchi yuzasida ushlab turish orqali ularning texnologik jarayonlarda qo‘llanilish imkoniyatlarini kengaytiradi. Bunda tashuvchining kimyoviy tarkibi, sirt morfologiyasi, g‘ovakligi va fizik-kimyoviy xususiyatlari muhim ahamiyatga ega [2, 3].

Alyuminiy oksidi (Al_2O_3) asosidagi materiallar mexanik mustahkamligi, kimyoviy barqarorligi va sirt xususiyatlarini boshqarish imkoniyati tufayli istiqbolli qattiq tashuvchilar hisoblanadi. Bunday materiallarning mikroorganizmlar bilan o‘zaro ta’siri ularning sirt zaryadi, bakteriya hujayrasi qobig‘ining xususiyatlari va muhit sharoitlariga bog‘liq bo‘lishi mumkin [1, 5]. Shu bilan birga, alyuminiy oksidi yuzasining nanoo‘lchamli strukturasi ayrim bakteriyalarning adgeziyasini kamaytirishi ham qayd etilgan [1, 7], bu esa har bir qoplama turini mikroorganizmlar bilan o‘zaro ta’sirda alohida sinashni taqozo etadi.

Escherichia coli gram-manfiy bakteriya bo‘lib, mikrobiologik tadqiqotlarda model mikroorganizm sifatida keng qo‘llaniladi. Uning turli qattiq yuzalarga birikishini o‘rganish sorbentlarning mikroorganizmlarni ushlab qolish qobiliyatini baholash imkonini beradi; bakterial adgeziyaning hujayra darajasidagi mexanizmlari so‘nggi yillarda batafsil tavsiflangan [6].

Tadqiqotning maqsadi alyuminiy asosidagi turli kompozitsion keramik qoplamalarning *E. coli* hujayralarini sorbsiyalash samaradorligini taqqoslash va qoplama tarkibining ushbu jarayonga ta’sirini baholashdan iborat.

Materiallar va tadqiqot usullari

Tadqiqot obyekti sifatida *Escherichia coli* ATCC 25922 bakteriya shtammi hamda alyuminiy qotishmalari asosida tayyorlangan kompozitsion keramik qoplama namunalari olindi. Tadqiqotda uchta namuna taqqoslandi: AMg6 qotishmasi asosidagi qoplama, D16 qotishmasi asosidagi qoplama va Zn–Al asosidagi kompozitsion qoplama. Qoplamalarning tarkibi va sirt morfologiyasi bakteriya hujayralarining birikishiga ta’sir etuvchi asosiy omillar sifatida ko‘rib chiqildi. Namunalar tajribadan oldin avtoklavda 121 °C haroratda, 1 atm bosimda 20 daqiqa davomida sterilizatsiya qilindi.

Bakterial suspenziyani tayyorlash. Bakteriyalar go‘sht-peptonli bulonda 37 °C haroratda, 160 ayl/daq tezlikda 24 soat davomida o‘stirildi. O‘stirishdan so‘ng bakterial suspenziya ajratilib, hujayralar fiziologik eritma bilan oziqa muhiti qoldiqlari ketguncha yuvildi va fiziologik eritmada qayta suspenziyalandi. Suspenziyadagi hujayralar soni Goryaev kamerasi yordamida aniqlandi: ishchi suspenziyaning hajmi 50 ml ni, undagi hujayralarning umumiy soni esa 70 312 500 tani ($1{,}41\times10^6$ hujayra/ml) tashkil etdi.

Bakteriyalarning sorbent yuzasiga birikishini o‘rganish. Kompozitsion qoplama namunalari bakterial suspenziyaga joylashtirildi va 60 ayl/daq tezlikda 30 daqiqa davomida chayqatildi. Kontaktdan keyin namunalar fiziologik eritma bilan bir necha marta yuvildi; ushbu bosqichning maqsadi yuzaga birikmagan yoki zaif birikkan bakteriya hujayralarini ajratishdan iborat bo‘ldi. Namunalar keyingi tahlil uchun tayyorlanib, ularning sirtida qolgan bakteriya hujayralari elektron mikroskopiya yordamida o‘rganildi.

Sorbsiya samaradorligini hisoblash. Sorbsiya samaradorligi boshlang‘ich suspenziyadagi va sorbent bilan kontaktdan keyin suspenziyada qolgan hujayralar sonining farqi bo‘yicha quyidagi formula asosida hisoblandi:

DOI: 10.66073/ReFocus-Conf/3010085

$$E = (N_0 - N_1) / N_0 \times 100\%$$

bu yerda E — sorbsiya samaradorligi, %; N_0 — boshlang‘ich suspenziyadagi bakteriyalar soni; N_1 — sorbent bilan kontaktdan keyin suspenziyada qolgan bakteriyalar soni.

Natijalar

O‘rganilgan uchala qoplama ham *E. coli* ATCC 25922 hujayralarini o‘z yuzasida ushlab qolish qobiliyatini namoyon qildi, biroq ularning samaradorligi bir xil bo‘lmadi. Eng past ko‘rsatkich AMg6 qoplamasida (51,0%), eng yuqorisi esa Zn–Al asosidagi kompozitsion qoplamada (62,15%) qayd etildi; D16 qoplamasi oraliq qiymatni (52,2%) namoyon etdi. Zn–Al qoplamasining ko‘rsatkichi AMg6 namunasiga nisbatan 11,15 foiz punktga, D16 namunasiga nisbatan esa 9,95 foiz punktga yuqori bo‘ldi. Shu bilan birga, AMg6 va D16 qoplamalari orasidagi farq atigi 1,2 foiz punktni tashkil etdi, ya’ni ikkala alyuminiy qotishmasi asosidagi qoplama bir-biriga yaqin natija berdi.

Elektron mikroskopiya natijalari. Elektron mikroskopiya yuvish bosqichidan so‘ng ham bakteriya hujayralarining qoplama yuzasida saqlanib qolishini tasdiqladi. Hujayralar sirt bo‘yicha notekis taqsimlangan bo‘lib, ayrim hududlarda guruh-guruh to‘planish kuzatildi.

Xulosa

1. *Escherichia coli* ATCC 25922 bakteriya hujayralarining AMg6, D16 alyuminiy qotishmalari hamda Zn–Al asosidagi kompozitsion qoplama yuzasida sorbsiyalanish xususiyatlari taqqoslandi; sorbsiya samaradorligi o‘rganilgan namunalarda 51,0–62,15% oralig‘ida bo‘ldi.

2. Eng yuqori sorbsiya samaradorligi Zn–Al asosidagi kompozitsion qoplamada — 62,15% ni tashkil etdi; bu ko‘rsatkich AMg6 namunasiga (51,0%) nisbatan 11,15 foiz punktga, D16 namunasiga (52,2%) nisbatan esa 9,95 foiz punktga yuqoridir.

3. Elektron mikroskopiya tasvirlari bakteriya hujayralarining qoplama yuzasida joylashishi va birikish holatlarini morfologik jihatdan baholash imkonini berdi; olingan natijalar qoplamaning tarkibi va sirt xususiyatlari hujayralarning qattiq yuzaga birikishiga ta’sir ko‘rsatishini anglatadi.

4. Zn–Al asosidagi kompozitsion qoplama mazkur tajriba sharoitida *E. coli* ATCC 25922 bakteriyalarini sorbsiyalash bo‘yicha eng yuqori ko‘rsatkichni namoyon etdi. Ushbu natijalar alyuminiy asosidagi qattiq tashuvchilarning mikroorganizmlarni immobilizatsiya qilish jarayonidagi imkoniyatlarini keyingi tadqiqotlarda o‘rganish uchun asos bo‘lib xizmat qiladi; bakteriyalarning hayotchanligi va tashuvchi yuzasida uzoq muddat saqlanishini baholash uchun alohida mikrobiologik sinovlar talab etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Feng G., Cheng Y., Wang S.-Y., Hsu L.C., Feliz Y., Borca-Tasciuc D.A., Worobo R.W., Moraru C.I. Alumina surfaces with nanoscale topography reduce attachment and biofilm formation by *Escherichia coli* and *Listeria* spp. // Biofouling. — 2014. — Vol. 30, No. 10. — P. 1253–1268. DOI: 10.1080/08927014.2014.976561
2. Bos R., van der Mei H.C., Busscher H.J. Physico-chemistry of initial microbial adhesive interactions — its mechanisms and methods for study // FEMS Microbiology Reviews. — 1999. — Vol. 23, No. 2. — P. 179–230. DOI: 10.1016/S0168-6445(99)00004-2
3. Van Loosdrecht M.C.M., Norde W., Zehnder A.J.B. Physical chemical description of bacterial adhesion // Journal of Biomaterials Applications. — 1990. — Vol. 5, No. 2. — P. 91–106. DOI: 10.1177/088532829000500202
4. Wang Y., Lee S.M., Dykes G. The physicochemical process of bacterial attachment to abiotic surfaces: challenges for mechanistic studies, predictability and the development of control strategies // Critical Reviews in Microbiology. — 2015. — Vol. 41, No. 4. — P. 452–464. DOI: 10.3109/1040841X.2013.866072
5. Kreve S., Dos Reis A.C. Effect of surface properties of ceramic materials on bacterial adhesion: a systematic review // Journal of Esthetic and Restorative Dentistry. — 2022. — Vol. 34, No. 3. — P. 461–472. DOI: 10.1111/jerd.12799

6. Berne C., Ellison C.K., Ducret A., Brun Y.V. Bacterial adhesion at the single-cell level // Nature Reviews Microbiology. — 2018. — Vol. 16, No. 10. — P. 616–627. DOI: 10.1038/s41579-018-0057-5