



ALYUMINIY KOMPOZITLI OKSID QOPLAMALARIGA BAZIDIAL ZAMBURUG‘LARNI SORBSIYA LANISHINING ELEKTRON MIKROSKOPIYASI

Axmedova Zaxro Raxmatovna

O‘zRFA Mikrobiologiya instituti, b.f.d.prof., laboratoriya mudiri

Yaxyaeva Munavvar Abdukaxxarovna

O‘zRFA Mikrobiologiya instituti kichik ilmiy xodim,

Xamraeva Ziyoda Tashtemirovna

O‘zRFA Mikrobiologiya instituti kichik ilmiy xodim

Ibragimov Abdulaziz Adxamovich

O‘zRFA Mikrobiologiya instituti tayanch doktoranti

Axrorto‘ziyeva Shoxsanam Baxtiyorjon qizi

O‘zMU Biologiya va ekologiya fakulteti magistranti

Annotatsiya: *Ushbu maqolada bazidial zamburug‘larni alyuminiy kompozit qoplamali plastinkali sorbentlarga immobilizatsiya qilish, sorbentning sorbsion faolligini aniqlash, sorbentlar potensial immobilizatsiya maydonida zamburug‘ mitseliyini saqlash va alyuminiyning korroziyasini nazorat qilish usullari tahlil qilingan. Bundan maqsad: bazidial zamburug‘ biomassasini alyuminiy plastinkaga immobilizatsiya qilish, metallarni sorbsion quvvatini oshirish va qayta qo‘llash imkoniyatlarini o‘rganish.*

Kalit so‘zlar: *bazidial zamburug‘lar, alyuminiy plastinka, sorbent, immobilizatsiya, metal sorbsiyasi, mitseliy*

Аннотация: *В данной статье рассматривается иммобилизация базидиальных грибов на алюминиевых композитных пластинчатых сорбентах, определение сорбционной активности сорбента, а также анализ методов сохранения мицелия грибов на потенциальной поверхности иммобилизации и контроля коррозии алюминия. Цель работы заключается в иммобилизации биомассы базидиальных грибов на алюминиевой пластине, изучении способности сорбента к сорбции металлов и возможности его повторного использования.*

Ключевые слова: *базидиальные грибы, алюминиевая пластина, сорбент, иммобилизация, сорбция металлов, митселий*

Abstract: *This article examines the immobilization of basidiomycete fungi on aluminum composite plate sorbents, the determination of the sorbent's adsorption activity, and the analysis of methods for maintaining fungal mycelium on the potential immobilization surface and controlling aluminum corrosion. The aim of the study is to immobilize basidiomycete biomass on aluminum plates, investigate the metal adsorption capacity of the sorbent, and explore the possibilities for its reuse.*



Keywords: *basidiomycete fungi, aluminum plate, sorbent, immobilization, metal adsorption, mycelium*

Kirish: Modifikatsiyalangan kompozitlar strukturasi moslashuvchanligi, ulardagi fazaviy kompozitsiya va g'ovaklik darajasi sorbsion xususiyatlarni aniq belgilaydi. Alyuminiy asosidagi kompozit sorbentlar mikroorganizmlarni sorbsiya qilishda yuqori samaradorlikka ega bo'lib, bu ularning rivojlangan yuza tuzilishi, yuqori g'ovakligi va yuza faol markazlarining mavjudligi bilan izohlanadi. [1] Mikroorganizmlarning sorbent yuzasiga birikishi asosan elektrostatik o'zaro ta'sirlar, vodorod bog'lanishlari, van-der-vaals kuchlari hamda fizik adsorbsiya mexanizmlari orqali amalga oshadi. Alyuminiy oksidi va gidroksidi fazalari yuzasida shakllanuvchi musbat zaryadlangan markazlar mikroorganizm hujayra devorining manfiy zaryadlangan komponentlari bilan samarali o'zaro ta'sirga kirishib, sorbsiya jarayonini kuchaytiradi [2]

Mikroorganizmlarning alyuminiy kompozit sorbentlarga sorbsiyalanish darajasi ularning morfologik xususiyatlari, hujayra devori tarkibi, o'lchami hamda tashqi muhit omillari, xususan pH qiymati, ion kuchlanishi va kontakt vaqtiga bog'liq bo'ladi. [3] Kompozit sorbent tarkibiga qo'shimcha moddiy fazalarning kiritilishi yuza faolligini oshirib, sorbsiya qobiliyatini yaxshilaydi va mikroorganizmlarni ushlab qolish samaradorligini oshiradi [4]

Elektron mikroskopiya usuli alyuminiy asosidagi kompozit sorbentlarning mikro- va nanotuzilishini, shuningdek mikroorganizmlarning sorbent yuzasida joylashish xususiyatlarini o'rganishda muhim ahamiyatga ega. Skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) yordamida sorbent yuzasining morfologiyasi, g'ovaklar shakli va o'lchami hamda mikroorganizmlarning adsorbsiyalangan holati aniqlanadi. Transmission elektron mikroskopiya (TEM) esa sorbent-mikroorganizm chegarasidagi struktura o'zgarishlarini va o'zaro ta'sir mexanizmlarini chuqur tahlil qilish imkonini beradi. Elektron mikroskopiya natijalari sorbsiya jarayonining mexanizmlarini tushuntirish va alyuminiy kompozit sorbentlarni maqsadli ravishda takomillashtirishda asosiy manba hisoblanadi [5]

Materiallar va usullar. Ob'ekt va materiallar: Mikrobiologiya instituti "Tabiatni muhofaza qilish biotexnologiyalari" laboratoriyasi kolleksiyasida mavjud bo'lgan *Pleurotus ostreatus* va *Agaricus bisporius* bazidial zamburug'lari hamda alyuminiy asosli kompozit oksid qoplamali plastinkalar: alyuminiy oksidli (Al_2O_3) plastinkalar AMg6-100 % $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, D16-94 % $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ va 6 % $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$; ZnAl- 18 % $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, 46 % ZnAl_2O_4 , 26 % ZnO , bo'lgan alyuminiy tabiatli sorbentlardan foydalanildi. Modifikatorlar: rux va α , γ konfiguratsiyaga ega alyuminiyning turli foizlardagi oksidlari

Uslublar: Skanirlovchi elektron mikroskopiya (SEM); BET usuli orqali g'ovaklik tahlili; mikroorganizmlarni elektiv muhitlarda o'stirish, sporalarni maxsus yupqa qavatli sorbsion filtrlardan o'tqazib, filtratdagi biomassani yig'ib olish, biomassani



izotonik eritmaga solgan holda alyuminiy plastinkalarga sorbsiyalash, sorbentlarni izotonik eritmalarda 10 karra yuvish orqali sorbent yuzasiga o'tirgan mikroorganizmlar miqdorini sanash kabi bir qancha usullardan foydalanildi.

Alyuminiy oksidli kompozitlar sol-gel texnologiyasi, anodlash, yoki ximiyaviy cho'ktirish (CVD) usullari yordamida tayyorlandi. Ularning yuzasi modifikatsiya qilingan va unga bioaktiv guruhlar joriy qilingan. Bizning tadqiqotlarimizda foydalanilgan Al_2O_3 oksidlari bilan qoplangan turli qalinlikdagi plastinkalar, ya'ni AMg6-100 % $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, qalinligi 45-50 mkm; D16-94 % $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ va 8 % $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ tarkibli, qalinligi 40-45 mkm; ZnAl- 18 % $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, 46 % ZnAl_2O_4 , 26 % ZnO , qalinligi 50 mkm bo'lgan alyuminiy tabiatli sorbentlardan foydalanildi.

Natijalar va muhokama. Ilmiy izlanishlarimizning natijalari va ularning muhokamasiga ko'ra tadqiqotlar olib borilayotgan alyuminiy oksidi bazasidagi qoplamalarning struktura va fazaviy holatida $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, va $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ fazalari aniqlangan. Mikroskopik tahlilda nanokristallik strukturaga, yuqori g'ovaklikka ega kompozit tuzilmalar kuzatildi.

Alyuminiy oksidli kompozitlar sorbsion faolliklari o'rganilib, sorbsiya sinovlari suyuq va quritilgan mikrobiologik ob'ektlar (zamburug' sporalari) asosida olib borildi. Optimal g'ovaklik (30–80 nm) va yuzadagi $-\text{OH}$, $-\text{COOH}$, $-\text{NH}_2$ guruhlari mikrobiologik birikmalarning yuqori darajada sorbsiyasini ta'minladi.

Biz tabqiqotlarimiz davomida bazidial zamburug'larning ayrim vakillari *Pleurotus ostreatus* hamda *Agaricus bisporius* zamburug'larining suyuq holda o'stirilgan hamda Petri likobchasida suslo agarli oziqa yuzasida o'stirilgan sporalarning quruq holatlarida sorbentlarga sorbsiyalash jarayonlariga oid izlanishlar olib bordik. Ularni izotonik eritmalarda yuvilib, sorbent g'ovakliklariga sorbsiya bo'lgan sporalari mikroskopik taxlillar natijalarida namoyon bo'lgan.

Olib bborilgan tajribalarda *Pleurotus ostreatus* bazidial zamburug'i oziqa muhit yuzasida o'stirilib, sporalari pitri likobchasi yuzasini qoplagandan so'ng AMg6 alyuminiy plastinkali sorbenti ma'lum vaqt davomida sporalar ustiga joylandi. Belgilangan vaqtdan so'ng plastinkalar pitri likobchalari ichidan olinib 10 karra yuvilib, so'ngra quritilib, elektron mikroskop yordamida kuzatildi. Kuzatuv natijalariga ko'ra zamburug' gifalari hamda kam miqdorda sporalar sorbent yuzasiga immobillanganligi mikroskopiya namoyon bo'ldi.

So'ngra, ikkinchi D16 alyuminiy kompozit qoplamali plastinka sorbenti yuzasida *Pleurotus ostreatus* bazidial zamburug'i sorbsiyasi amalga oshganligi, sporalarning sobent yuzasining ko'p qismlariga sorbsiyalanishi, immobilizatsiyaning amalga oshganligini ko'rsatadi.

Kuzatuvlarimizda uchinchi ZnAl alyuminiy qoplamali plastinka sorbenti yuzasi va g'ovak qismlariga bazidiomitset *Pleurotus ostreatus* zamburug'i sporalarning sorbsiyalanish jarayoni, ya'ni immobillanishi elektron mikroskop ostida kuzatilib, bu sorbent plastinka yuzasining turli qismlarida sorbsiyalanganlik holatlari aks etadi.



Tabqiqotlarimiz davomida bazidial zamburug'larning ikkinchi vakili *Agaricus bisporius* zamburug'larin suyuq oziqa muhitda o'stirilgan hamda oziqa yuzasida hosil bo'lgan sporalarini 3 xil tarkibli alyuliniy qoplamali sorbentlarga sorbsiyalanish jarayonlari o'rganildi.

Bunda, elektron mikroskopiya natijalariga ko'ra, AMg6 alyuminiy qoplamali tarkibi 100% γ -Al₂O₃ dan iborat plastinka sorbenti yuzasida *Agaricus bisporius* bazidial zamburug'i sorbsiyasi amalga oshganligi, sporalarning sobent yuzasining ayrim qismlariga sorbsiyalanishi, immobilizatsiyaning amalga oshganligini ko'rsatadi. Sporalar plastinkaning g'ovak chukurchalariga sorbsiyalanishi kuzatilgan.

Agaricus bisporius bazidial zamburug'i sorbsiyasining mikroskopik ko'rinishida ikkinchi sorbent D16 alyuminiy tarkibli 92% γ -Al₂O₃, 8% α -Al₂O₃ dan tashkil topgan plastinkaning turli qismlarida ko'p miqdorda sporalar yuzaga immobillanganligi namoyon bo'lgan. Mikroskopiya zamburug' sporalari plastinka yuzasini quyuq qoplab olganligini namoyon etadi. Demak, ushbu sorbent *Agaricus bisporius* sporalarini immobillash va saqlashda qo'llash imkoniyatini beradi.

Xulosalar. Yuqorida keltirilgan natijalariga ko'ra shunday hulosalar qilish mumkinki, *Pleurotus ostreatus* zamburug'i suslo agarli oziqa muhiti yuzasida o'stirilib, hosil bo'lgan sporalari ustiga alyuminiy kompozit qoplamali plastinkalar ma'lum vaqt davomiyligida joylashtirildi. So'ngra ular izotonik eritma yordamida 10 karra yuvilib, g'ovak yuzasiga zamburug'lar sorbsiya bo'lgan plastinkalar elektron mikroskopik taxlil etildi. Ikkinchi zamburug' *Agaricus bisporius* esa suslo agarining suyuq oziqasida o'stirilib, maxsus filtrdan o'tqazildi va yupqa filtrda to'plangan biomassa izotonik eritmaga solinib, plastinkalar suyuqlikda ma'lum vaqt oralig'ida ushlab turildi. Vaqt o'tishi bilan plastinkalar izotonik eritma yordamida 10 karra yuvildi. So'ngra plastinka g'ovak yuzasiga sorbsiya bo'lgan zamburug' sporalari o'tirgan plastinkalar elektron mikroskopiya olib borildi.

Olib borilgan tadqiqotlar natijasida alyuminiy asosidagi kompozit sorbentlarning mikroorganizmlarni sorbsiya qilish qobiliyati yuqori ekanligi aniqlandi. Sorbsiya jarayoni sorbent tarkibi, yuzasi tuzilishi hamda tashqi muhit omillariga bog'liq holda turlicha namoyon bo'ldi.

Skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) natijalari alyuminiy kompozit sorbentlar yuzasining rivojlangan g'ovakli tuzilishga ega ekanligini ko'rsatdi. Sorbsiya jarayonidan oldin sorbent yuzasida ochiq g'ovaklar morfologiyasi kuzatilgan bo'lsa, mikroorganizmlar bilan o'zaro ta'sirdan so'ng ushbu g'ovaklar mikroorganizm hujayralari bilan qisman yopilgani aniqlandi. SEM tasvirlarida mikroorganizmlarning sorbent yuzasida yakka holda va aglomerat shaklida joylashgani kuzatilib, bu sorbsiya jarayonining samarali kechayotganidan dalolat beradi.

Transmission elektron mikroskopiya (TEM) tahlillari sorbent–mikroorganizm chegarasida yaqin kontakt mavjudligini ko'rsatdi. TEM tasvirlarida mikroorganizm



hujayra devorining sorbent yuzasiga mahkam birikkani, ayrim hollarda esa yuza qatlamida struktura o'zgarishlari yuzaga kelgani aniqlandi. Bu holat sorbsiya jarayoni faqat fizik adsorbsiya bilan cheklanmasdan, ma'lum darajada elektrostatik va kimyoviy o'zaro ta'sirlar hisobiga ham amalga oshishini tasdiqlaydi. Bu esa sorbsiya mexanizmida vodorod bog'lanishlari va elektrostatik kuchlarning muhim o'rin tutishini tasdiqlaydi.

Demak, olingan natijalarga ko'ra, alyuminiy asosidagi kompozit sorbentlar mikroorganizmlarni samarali sorbsiya qilish qobiliyatiga ega bo'lib, bu ularning rivojlangan morfologiyasi, yuqori yuza faolligi va funksional guruhlarining mavjudligi bilan izohlanadi.

Qo'llanish istiqbollari: biomeditsinada - patogenlarni ajratish va yo'q qilishda filtr elementlari sifatida; ekologiyada - suv va havoni tozalashda, biofiltrlarda; biotexnologiyada - biologik tahlil uskunalarda selektiv sorbsiyalashda, mikrobiologiya sohasida mikroorganizmlarni uzoq vaqt davomida saqlashda, farmatsiyada - dorivor moddalarni ajratish va tashuvchi sistemalarda qo'llash mumkin.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, alyuminiy kompozitli oksid qoplamalar mikrobiologik ob'ektlar va modifikatsiya qilingan materiallar uchun yuqori istiqbolli sorbent hisoblanadi. Fazaviy kompozitsiyani aniq boshqarish, yuza strukturasini va modifikatsiya usullari sorbsion faollikni sezilarli darajada oshirishga yordam beradi. Biz olib borilgan tadqiqotlarimizda bazidial zamburug'lar *Pleurotus ostreatus* va *Agaricus bisporius* sporalaringing alyuminiy oksidli kompozit sorbentlariga sorbsiyalanish jarayonlari kuzatilganligi va mikroskopik tahlillarda namoyon bo'lganligi kuzatildi. Ushbu tadqiqot natijalari asosida sorbentlarning texnologik tayyorgarlik mezonlari yaratildi va ularning keng qo'llanish imkoniyatlari asoslandi

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Subramaniam V.D., Ramachandran M., Marotta F., Banerjee A., Sun X.F., Pathak S. Comparative study on anti-proliferative potentials of zinc oxide and aluminium oxide nanoparticles in colon cancer cells. *Acta Biomed.* 2019;90:241–247. doi: 10.23750/abm.v90i2.6939. [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar].

2. Manikandan V., Jayanthi P., Priyadharsan A., Vijayaprabha E., Anbarasan P.M., Velmurugan P. Green synthesis of pH-responsive Al₂O₃ nanoparticles: Application to rapid removal of nitrate ions with enhanced antibacterial activity. *J. Photochem. Photobiol. A Chem.* 2019;371:205–215. doi: 10.1016/j.jphotochem.2018.11.009. [DOI] [Google Scholar]

3. Nasrollahzadeh M., Issaabadi Z., Sajadi S.M. Green synthesis of Cu/Al₂O₃ nanoparticles as efficient and recyclable catalyst for reduction of 2,4-



dinitrophenylhydrazine, Methylene blue and Congo red. *Compos. Part B Eng.* 2019;166:112–119. doi: 10.1016/j.compositesb.2018.11.113. [DOI] [Google Scholar]

4. Jwad K.H., Saleh T.H., Abd-Alhamza B. Preparation of Aluminum Oxide Nanoparticles by Laser Ablation and a Study of Their Applications as Antibacterial and Wounds Healing Agent. *Nano Biomed. Eng.* 2019;11:313–319. doi: 10.5101/nbe.v11i3.p313-319. [DOI] [Google Scholar]

5. Suryavanshi P., Pandit R., Gade A., Derita M., Zachino S., Rai M. Colletotrichum sp.-mediated synthesis of sulphur and aluminium oxide nanoparticles and its in vitro activity against selected food-borne pathogens. *LWT-Food Sci. Technol.* 2017;81:188–194. doi: 10.1016/j.lwt.2017.03.038. [DOI] [Google Scholar]