DOI 10.66073/ReFocus-Conf/3010094

SHARG‘UN KO‘MIR KONI CHIQINDISINI MAHALLIY *BACILLUS* SHTAMMLARI YORDAMIDA BIODEGRADATSIYA QILISH

Xudoyberdiyeva Sarvinoz Anvar qizi, *tayanch doktorant, O‘zR FA Mikrobiologiya instituti, Toshkent*
Axmedova Zahro Raxmatovna, *b.f.d., prof., O‘zR FA Mikrobiologiya instituti, Toshkent*

Annotatsiya: Ushbu maqolada Sharg‘un ko‘mir koni chiqindisidan ajratilgan *Bacillus cabrialesii SH16* va *Bacillus subtilis SH29* shtammlari ko‘mirning organik qismini qay darajada parchalay olishi gravimetrik, FTIR va UV–Vis usullari yordamida tekshirildi. Eng sezilarli natijaga *B. subtilis SH29* erishdi — sof massa yo‘qotishi 3,01% ni tashkil etdi, FTIR spektrida esa karbonil guruhlarining paydo bo‘lishi qayd etildi. Dala tajribasida konsorsium qo‘llanilgan tuproq namunasida ham o‘xshash spektral siljishlar kuzatildi. Bu ma’lumotlar mahalliy shtammlarning ko‘mir chiqindisini bioremediatsiya qilishda amaliy ahamiyatga ega bo‘lishini ko‘rsatadi.
Kalit so‘zlar: ko‘mir biodegradatsiyasi, *Bacillus cabrialesii*, *Bacillus subtilis*, FTIR spektroskopiyasi, UV–Vis, bioremediatsiya.

Аннотация: В настоящей работе изучена способность штаммов *Bacillus cabrialesii SH16* и *Bacillus subtilis SH29*, выделенных из отходов угольного разреза Шаргунь, разлагать органическую часть угля — с применением гравиметрического, ИК-Фурье (FTIR) и УФ-видимого (UV–Vis) анализа. Наиболее выраженный эффект показал штамм *B. subtilis SH29*: чистая потеря массы достигла 3,01%, а в его ИК-спектре появились полосы, характерные для карбонильных групп. Схожие спектральные изменения зафиксированы и в почве, обработанной консорциумом в полевых условиях. Полученные данные указывают на практическую пригодность местных штаммов для биоремедиации угольных отходов.
Ключевые слова: биодеградация угля, *Bacillus cabrialesii*, *Bacillus subtilis*, FTIR-спектроскопия, UV–Vis, биоремедиация.

Abstract: This paper examines the capacity of *Bacillus cabrialesii SH16* and *Bacillus subtilis SH29*, isolated from Shargun coal mine waste, to degrade the organic fraction of coal, assessed through gravimetric, FTIR, and UV–Vis analyses. The most pronounced effect was shown by *B. subtilis SH29*, with a net mass loss of 3.01%, while its FTIR spectrum revealed new bands attributable to carbonyl groups. Similar spectral shifts were detected in soil treated with the consortium under field conditions. These findings point to the practical relevance of local strains for coal-waste bioremediation.
Keywords: coal biodegradation, *Bacillus cabrialesii*, *Bacillus subtilis*, FTIR spectroscopy, UV–Vis, bioremediation.

Kirish

Ko‘mir koni chiqindilari hajmining yildan-yilga ortishi ularni arzon va ekologik xavfsiz yo‘l bilan qayta ishlash masalasini dolzarb qilmoqda. Chiqindining organik qismini mahalliy muhitdan ajratilgan shtammlar yordamida mikrobiologik parchalash istiqbolli yo‘nalishlardan biri hisoblanadi, zero *Bacillus* avlodiga mansub bakteriyalar ko‘mirdagi murakkab organik birikmalarni gumin kislotalariga qadar transformatsiya qilish xususiyatiga ega [1]. Shu bois ushbu ishning maqsadi — Sharg‘un koni chiqindisidan ajratilgan shtammlarni molekulyar aniqlash hamda

IQTIBOS UCHUN
Xudoyberdiyeva S.A., Axmedova Z.R. Sharg‘un ko‘mir koni chiqindisini mahalliy Bacillus shtammlari yordamida biodegradatsiya qilish // Fundamental va amaliy mikrobiologiyaning bugungi holati va rivojlanish istiqbollari: yosh olimlar nigohi: Respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari. – Toshkent, 2026. – B. 342–344.
DOI: https://doi.org/10.66073/ReFocus-Conf/3010094

ularning ko‘mirni parchalash faolligini gravimetrik, FTIR va UV–Vis usullari orqali baholashdan iborat.

Materiallar va metodlar

Ko‘mirli muhitda boshqalariga nisbatan faolroq o‘sgan ikkita izolyat — SH16 va SH29 — 16S rRNK genining ketma-ketligini aniqlash orqali identifikatsiya qilindi. So‘ngra har bir shtamm alohida, shuningdek ularning konsorsiumi steril mineral muhitda ko‘mir chiqindisi qatnashida inkubatsiya qilindi. Namunadagi massa o‘zgarishi gravimetrik yo‘l bilan o‘lchandi; qattiq fazadagi funksional guruhlar esa FTIR spektroskopiyasi orqali (400–4000 sm^{-1} oralig‘ida) baholandi, bunda mineral va organik komponentlarning polosalarini ajratishda ilgari qo‘llanilgan yondashuvlarga tayanildi [2]. Suyuq fazaga o‘tgan mahsulotlar UV–Vis spektrofotometriyasi yordamida, xususan E_4/E_6 nisbatini hisoblash orqali tahlil qilindi — bu ko‘rsatkich guminsimon moddalarning kondensatsiyalanganlik darajasini baholash uchun ancha avval taklif etilgan [3]. Bundan tashqari, SH16 va SH29 asosida tayyorlangan konsorsium Sharg‘un koni atrofidagi tuproqqa dala sharoitida qo‘llanildi va 3 oy o‘tgach olingan namunaning FTIR spektri dastlabki holat bilan solishtirildi.

Natijalar

Sekvenslash natijalari SH16 izolyatining *Bacillus cabrialesii, SH29* esa *Bacillus subtilis* turiga tegishli ekanini ko‘rsatdi (mos ravishda GenBank PZ299317.1 va PZ299319.1 raqamlari bilan ro‘yxatga olingan). Gravimetrik o‘lchovlarda eng yuqori ko‘rsatkich *B. subtilis* SH29 shtammida qayd etildi: abiotik nazoratga nisbatan sof massa kamayishi 3,01% ni tashkil qildi, SH16 da bu ko‘rsatkich 2,01%, konsorsiumda esa 1,34% bo‘ldi — ya’ni ikki shtammni birlashtirish kutilganidan farqli ravishda qo‘shimcha sinergik samara bermadi. FTIR spektrlarida e’tiborga molik jihat shundan iboratki, barcha uchta bakterial variantda 1700 sm^{-1} atrofida ilgari mavjud bo‘lmagan, karbonil guruhlarga xos yangi polosalar paydo bo‘ldi [4], bunda kvars va kaolinitga tegishli mineral polosalar deyarli o‘zgarmasdan qoldi [2]. Bu konsorsium namunasining spektri kimyoviy jihatdan, kutilganidan ko‘ra ko‘proq, SH29 namunasiga yaqin chiqqanini ham anglatadi. Kultura filtratlarining UV–Vis spektrlarida olingan E_4/E_6 qiymatlari guminsimon eruvchan birikmalarning hosil bo‘lganini tasdiqlaydi [3]. Shuni ham qayd etish kerakki, dala sharoitida konsorsium bilan ishlov berilgan tuproq namunasida, 3 oy o‘tgach, gidroksil va organik C–H guruhlariga tegishli sohalarda sezilarli spektral siljishlar kuzatildi — bu natija laboratoriya sharoitidagi kuzatuvlarni tasdiqlagandek ko‘rinadi.

Muhokama

Karbonil guruhlarining hosil bo‘lishi va kvars/kaolinit asosining barqarorligi ko‘mir yuzasida bakterial oksidlanish jarayonlari kechayotganini ko‘rsatuvchi belgilardan biri hisoblanadi, bu esa boshqa tadqiqotchilar tomonidan qayd etilgan natijalarga mos keladi [1, 4]. Shu bilan birga, SH16 va SH29 shtammlarini birga qo‘llash kutilgan sinergik samarani bermagani diqqatga sazovor — bunga o‘xshash holat, aslida, *Bacillus* avlodiga mansub turli shtammlarda organik substratlarni parchalashda hamkorlik emas, balki raqobat ustunlik qilishi mumkinligini ko‘rsatuvchi adabiyotlardagi ma’lumotlar bilan ham izohlanishi mumkin [5]. Konsorsiumning FTIR profili SH29 namunasiga yaqin chiqqani esa, ehtimol, aralashmada aynan shu shtamm faolroq bo‘lganidan dalolat beradi — bu masalani aniqlashtirish uchun shtammlar orasidagi o‘zaro ta’sir mexanizmini alohida o‘rganish talab etiladi. Dala tajribasidagi natijalar qiziqarli bo‘lsa-da, parallel ravishda ishlov berilmagan nazorat uchastkasi bo‘lmagani sababli ularni ehtiyot bilan, dastlabki kuzatuv sifatida qabul qilish ma’qul.

Xulosa

Olib borilgan tajribalar mahalliy *Bacillus* shtammlari — ayniqsa *B. subtilis* SH29 — Sharg‘un ko‘mir chiqindisining organik qismini ma’lum darajada biologik yo‘l bilan o‘zgartira olishini ko‘rsatdi. Bu natijalar yakuniy xulosa chiqarish uchun hali yetarli emas: takroriy o‘lchovlar, kattalashtirilgan namuna hajmi va dala sharoitida nazorat uchastkasining mavjudligi kelgusi

DOI: 10.66073/ReFocus-Conf/3010094

tadqiqotlarda hisobga olinishi lozim bo‘lgan jihatlardir. Shunga qaramay, olingan dastlabki ma’lumotlar mahalliy shtammlarni ko‘mir chiqindilarini bioremediatsiya qilish yo‘nalishida yanada chuqur o‘rganishga arzigulik obyekt sifatida ko‘rsatadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Liu C., Ma S., Wang X., Ou Y., Du H. Biodegradation of organic compounds in the coal gangue by Bacillus sp. into humic acid // Biodegradation. — 2023. — Vol. 34, No. 2. — P. 125–138.
2. Stacey P., Clegg F., Sammon C. Multicomponent Measurement of Respirable Quartz, Kaolinite and Coal Dust using Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) // Annals of Work Exposures and Health. — 2022. — Vol. 66, No. 5. — P. 644–655.
3. Chen Y., Senesi N., Schnitzer M. Information provided on humic substances by E4/E6 ratios // Soil Science Society of America Journal. — 1977. — Vol. 41, No. 2. — P. 352–358.
4. Yang L., Yuan Y. Functional group characteristics of coal treated with clean biomass surfactant via FTIR spectroscopy // Scientific Reports. — 2025. — Vol. 15. — Art. 18676.
5. Khanna P., Goyal D., Khanna S. Characterization of pyrene utilizing Bacillus spp. from crude oil contaminated soil // Brazilian Journal of Microbiology. — 2012. — Vol. 43, No. 2. — P. 606–617.

DOI: 10.66073/ReFocus-Conf/3010094