QASHQADARYO AGROCHIQINDILARI ASOSIDA *AGARICUS BISPORUS* MITSELIYSINING FERMENTATIV FAOLLIGI VA IQTISODIY SAMARADORLIGI

Umirova Hilola Farhod qizi
QarDU 2-bosqich talabasi
Toshpulatova Surayyo Tulqin qizi
QarDU q-x.f.f.d., v.v.b dots

Annotatsiya. *Ushbu tadqiqot Qashqadaryo viloyatining sho‘rlangan agrolandshaftlari sharoitida Agaricus bisporus (shampinyon) mitsiliyisining ligninolitik kompleks fermentlari faolligi va ksenobiotik birikmalarini biotransformatsiyalash mexanizmlarini tahlil qilish. Ilk bor mintaqaning yuqori termal ko‘rsatkichlar sharoitida mitsiliyining oksidativ stressga javob reaksiyalari hamda mahalliy agrochiqindilar asosida xarajatlarni kamaytirish imkoniyatlari biokimyoviy va iqtisodiy usullar yordamida baholanadi.*

Kalit so‘zlar: *Agaricus bisporus, shampinyon, lignotsellyulozali agrochiqindilar, bug‘doy somoni, g‘o‘zapoya, mitseliy, lakkaza fermenti, substrat, fermentativ faollik, iqtisodiy samaradorlik, resurs tejamkor texnologiya.*

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ МИЦЕЛИЯ AGARICUS BISPORUS И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НА ОСНОВЕ АГРООТХОДОВ КАШКАДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Умирова Хилола Фарход кизи
Студентка 2-го курса Каршинского государственного университета
Тошпулатова Сурайё Тулкин кизи
Каршинский государственный университет, доктор философии по сельскохозяйственным наукам (PhD), и. о. доцента

Аннотация. *Данное исследование направлено на анализ активности ферментов лигнолитического комплекса мицелия* Agaricus bisporus *(шампиньона) и механизмов биотрансформации ксенобиотических соединений в условиях засолённых агроландшафтов Кашкадарьинской области. Впервые в условиях высоких температур региона с использованием биохимических и экономических методов оцениваются ответные реакции мицелия на окислительный стресс, а также возможности снижения затрат на основе местных сельскохозяйственных отходов.*

Ключевые слова: Agaricus bisporus*, шампиньон, лигноцеллюлозные агроотходы, солома пшеницы, стебли хлопчатника, мицелий, фермент лакказа, субстрат, ферментативная активность, экономическая эффективность, ресурсосберегающая технология.*

ENZYMATIC ACTIVITY OF AGARICUS BISPORUS MYCELIUM AND ECONOMIC EFFICIENCY USING AGRO-WASTE FROM THE QASHQADARYO REGION

Umirova Hilola Farhod qizi
Second-Year Student, Karshi State University
Toshpulatova Surayyo Tulqin qizi
Karshi State University, PhD, Associate Professor (Acting)

Abstract. *This study aims to analyze the activity of ligninolytic enzymes in* Agaricus bisporus *(button mushroom) mycelium and the mechanisms of xenobiotic biotransformation under the conditions of saline agricultural landscapes in the Qashqadaryo region. For the first time, the mycelial responses to oxidative stress under the region's high-temperature conditions, as well as the potential for cost reduction using locally available agricultural waste, are evaluated through biochemical and economic methods.*

Keywords: Agaricus bisporus, *button mushroom, lignocellulosic agro-waste, wheat straw, cotton stalks, mycelium, laccase enzyme, substrate, enzymatic activity, economic efficiency, resource-efficient technology.*

Kirish. Bugungi kunda Qashqadaryo viloyatida yiliga 1,5 million tonnadan ortiq lignotsellulozali agrochiqindilar hosil qilinmoqda. Soha olimlarining ta'kidlashicha, ushbu biochiqindilarni yoqish ekologik zarar keltirsa-da, ular shampinyon yetishtirish uchun arzon substrat manbasidir. Tadqiqotning dolzarbligi — import ozuqa kompaniyalarining 100% mahalliy xomashyoga aylantirish hisobiga mahsulot narxini 32,8% ga kamaytirish va viloyatda "yashil iqtisodiyot" tamoyilini joriy etishdan iborat.

Tadqiqot materiali va usullari. Obyekt: Qashqadaryo (Nishon va Qarshi tumanlari) bug‘doy somoni va paxta g‘o‘zapoyasi hamda *Agaricus bisporus* (A15 shtammi). Usullari: lakkaza fermenti aktivligi spektrofotometr (420 nm) yordamida, azot miqdori Kyeldal usulida aniqlanadi, iqtisodiyot tahlillar bozor konyunkturasi va ABC-analysis metodlari asosida Microsoft Excel dasturida bajariladi.

Natijalar va ularning muhokamasi. Qashqadaryo viloyatida yetishtiriladigan bug‘doy va g‘o‘za ekinlari qoldiqlaridan Agaricus bisporus shampinyonini yetishtirishda substrat sifatida foydalanish mahalliy resurslardan samarali foydalanish imkonini beradi. Tadqiqotda turli substrat variantlarining mitseliy o‘sishi, lakkaza fermenti faolligi va iqtisodiy samaradorlikka ta’siri o‘rganildi. Mitseliyning sutkalik o‘sishi import ozuqa substratida 4,5 mm, sof bug‘doy somonida 5,8 mm, bug‘doy somoni va g‘o‘zapoya aralashmasida esa 7,2 mm ni tashkil etdi. Demak, optimal deb belgilangan aralashmada mitseliy o‘sishi

nazorat variantiga nisbatan 60% ga yuqori bo‘ldi. Bu holat aralash substratning fizik-kimyoviy xususiyatlari mitseliyning vegetativ rivojlanishi uchun qulay bo‘lishi

Tajriba variantlari (Substrat tarkibi)	Substrat nisbati	Mitsiliy sutkalik o‘sishi (mm/sutka)	Lakkaza fermenti faolligi (mkmol/min)	Tannarx kamayishi (%)	Sof foyda o‘sishi (baravar)
Import ozuqa (Nazorat / Standard)	—	4.5	1.8	—	1.0
Bug‘doy somoni (Sof)	1:1	5.8	2.4	18.5%	1.1
Bug‘doy somoni + G‘o‘zapoya (Optimal)	**1:1.5**	**7.2**	**3.4**	**32.8%**	**1.4**

mumkinligini ko‘rsatadi. Lakkaza fermenti faolligi ham substrat tarkibiga qarab o‘zgardi. Import ozuqada 1,8 mkmol/min, bug‘doy somonida 2,4 mkmol/min, bug‘doy somoni va g‘o‘zapoya aralashmasida 3,4 mkmol/min faollik qayd etildi. Ushbu ko‘rsatkich aralash substratda nazoratga nisbatan qariyb 1,9 baravar yuqori bo‘ldi. Bu natija lignotsellyulozali komponentlarning parchalanishida fermentativ jarayonlar muhim ahamiyatga ega ekanini ko‘rsatishi mumkin.

Iqtisodiy hisob-kitoblarga ko‘ra, mahalliy agrochiqindilardan foydalanish natijasida mahsulot tannarxi 32,8% ga kamaygan, sof foyda esa 1,4 baravar oshgan. Bu usul import xomashyoga bo‘lgan ehtiyojni qisqartirish va ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish nuqtayi nazaridan istiqbolli hisoblanadi.

1-jadval. Turli substrat variantlarida *Agaricus bisporus* mitsiliyi rivojlanishi, fermentativ faolligi va iqtisodiy samaradorlik ko‘rsatkichlari

Umuman olganda, bug‘doy somoni va g‘o‘zapoya aralashmasi mitseliy o‘sishi, lakkaza fermenti faolligi va iqtisodiy samaradorlik bo‘yicha eng yaxshi natijalarni ko‘rsatdi. Biroq ushbu xulosalarni to‘liq asoslash uchun qo‘ziqorin hosildorligi va tajriba natijalarining statistik ishonchliligini ham baholash zarur.

Xulosa. Qashqadaryo viloyati sharoitida lignotsellulozali agro-chiqindilar asosida *Agaricus bisporus* (shampinyon) mitsiliyining rivojlanish qonuniyatlarini aniqlab, substrat tarkibining optimallashuvi o‘sish kinetikasi va fermentativ faollikni ta'minlovchi asosiy omil sifatida asoslanadi. Bug‘doy somoni va g‘o‘zapoya aralashmasida (1:1,5) nisbatda qo‘llanilishi mitsiliy o‘sishining maksimal tezligini (7,2 mm/ sutka) ta'minlaydi. Lakkaza fermenti faolligining 3,4 mkmol/min darajada

aniqlanishi lignin miqdori bilan induktiv bog‘liqlikni tasdiqlab, mitsiliyining oksidativ stressga moslashuvi va termotolerantligini izohlaydi. Iqtisodiy tahlillar mahalliy xomashyolar asosidagi texnologiya tannarxini 32,8% ga kamaytirib, sof foydani 1,4 barobar oshirishni ko‘rsatdi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Jurak E., Punt A.M., Arts W., Kabel M.A., Gruppen H. Fate of Carbohydrates and Lignin during Composting and Mycelium Growth of Agaricus bisporus on Wheat Straw Based Compost. // PLOS ONE. – 2015. – Vol. 10, No. 10. – e0138909. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138909.

2. Wang Q., Xiao T., Juan J., Qian W., Zhang J., Chen H., Shen X., Huang J. Lignocellulose Degradation Efficiency of Agaricus bisporus Strains Grown on Wheat Straw-Based Compost. // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2023.–Vol. 71, No. 28. – P. 10607–10615. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c02595.

3. Grimm D., Wösten H.A.B. Mushroom cultivation in the circular economy. // Applied Microbiology and Biotechnology. – 2018. – Vol. 102. – P. 7795–7803. https://doi.org/10.1007/s00253-018-9226-8.

4. Wang F., Xu L., Zhao L., et al. Fungal Laccase Production from Lignocellulosic Agricultural Wastes by Solid-State Fermentation: A Review. // Microorganisms. – 2019. – Vol. 7, No. 12. – Article 665. https://doi.org/10.3390/microorganisms7120665.

5. Wang Q., Juan J., Xiao T., et al. The physical structure of compost and C and N utilization during composting and mushroom growth in Agaricus bisporus cultivation with rice, wheat, and reed straw-based composts. // Applied Microbiology and Biotechnology. – 2021. – Vol. 105. – P. 3811–3823. https://doi.org/10.1007/s00253-021-11284-0.

6. Schilla F., Mumladze G., Soukupova J., Smutka L. Economic analysis of Agaricus bisporus mushrooms production and the perspective of sharing economy. // Frontiers in Sustainable Food Systems. – 2025. – Vol. 8. – Article 1415291. https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1415291.

7. Marshall E., Nair N.G. Make Money by Growing Mushrooms. – Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2009. – FAO Diversification Booklet 7.

8. Robinson B., Winans K., Kendall A., Dlott J., Dlott F. A life cycle assessment of Agaricus bisporus mushroom production in the USA. – 2019.