

Zokirov Bekzod Ulashevich

Qarshi davlat texnika universiteti dotsenti

E-mail: bzokirov012@gmail.com

Kucharova Asila Maxmasharif qizi

Qarshi davlat texnika universiteti talabasi

MIKROBIOLOGIK USULLAR ORQALI OLMA VA NOKDAN ETANOL ISHLAB CHIQARISH

***Annotatsiya.** Ushbu tadqiqot mikrobiologik usullar yordamida turli mevalardan etanol ishlab chiqarish jarayonini o'rganishga bag'ishlangan. Tadqiqot fermentatsiya sharoitlarini optimallashtirish, samarali mikroorganizmlar shtammlarini tanlash hamda etanol hosildorligi va sifatini tahlil qilishga qaratilgan. Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, nazorat qilinadigan mikrobiologik jarayonlar meva substratlaridan etanol ishlab chiqarish samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Bu esa barqaror bioyoqilg'i ishlab chiqarish va sanoat fermentatsiya jarayonlarida qo'llash uchun katta imkoniyatlar yaratadi.*

***Kalit so'zlar:** etanol, fermentatsiya, mikrobiologik usullar, meva substratlari, bioyoqilg'i, mikroorganizmlar shtammlari, substratni optimallashtirish, sanoat fermentatsiyasi, qayta tiklanuvchi energiya, fermentatsiya samaradorligi.*

Зокиров Бекзод Улашевич

Доцент Каршинского государственного технического университета

Кучарова Асила Махмашариф кызы

Студент Каршинского государственного технического университета

ПРОИЗВОДСТВО ЭТАНОЛА ИЗ ЯБЛОК И ГРУШ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Аннотация. Данное исследование посвящено изучению процесса получения этанола из различных фруктов с использованием микробиологических методов. В работе основное внимание уделено оптимизации условий ферментации, выбору эффективных штаммов микроорганизмов, а также анализу выхода и качества этанола. Полученные результаты показали, что контролируемые микробиологические процессы позволяют значительно повысить эффективность производства этанола из фруктовых субстратов. Это открывает широкие возможности для применения в производстве устойчивого биотоплива и в промышленных ферментационных процессах.

Ключевые слова: Этанол, ферментация, микробиологические методы, фруктовые субстраты, биотопливо, штаммы микроорганизмов, оптимизация субстрата, промышленная ферментация, возобновляемая энергия, эффективность ферментации.

Zokirov Bekzod Ulashevich

Associate professor at Karshi State Technical University

Kucharova Asila Makhmasharif kizi

Student at Karshi State Technical University

ETHANOL PRODUCTION FROM APPLES AND PEARS USING MICROBIOLOGICAL METHODS

Abstract. This study is devoted to investigating the process of ethanol production from various fruits using microbiological methods. The research focuses on optimizing fermentation conditions, selecting effective microbial strains, and analyzing ethanol yield and quality. The results demonstrate that controlled microbiological processes significantly enhance the efficiency of ethanol production from fruit substrates. This creates substantial opportunities for

the development of sustainable biofuel production and applications in industrial fermentation processes.

Key words: *Ethanol, fermentation, microbiological methods, fruit substrates, biofuel, microbial strains, substrate optimization, industrial fermentation, renewable energy, fermentation efficiency.*

Kirish

Etanol eng keng qo'llaniladigan bioyoqilg'ilardan biri bo'lib, energetika, farmatsevtika, kosmetika, ichimliklar va kimyo sanoatida muhim xom ashyo hisoblanadi. An'anaviy etanol ishlab chiqarish asosan don ekinlari yoki shakarqamishga asoslangan bo'lsa-da, so'nggi yillarda fermentatsiyaga boy va yetarlicha foydalanilmayotgan xom ashyo sifatida mevalardan foydalanishga bo'lgan qiziqish ortib bormoqda. Mevalar tabiiy ravishda yuqori miqdorda fermentatsiyalanadigan qandlar, vitaminlar va mikroelementlarga boy bo'lib, mikroorganizmlar rivoji uchun qulay muhit yaratadi. Mikrobiologik usullar, xususan xamirturushlar va ayrim bakteriyalar yordamida olib boriladigan fermentatsiya jarayonlari, qandlarni etanolga samarali aylantirish imkonini beradi. Mikroorganizmlar tanlovi va fermentatsiya sharoitlarini to'g'ri optimallashtirish etanol miqdori va sifatiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Shunga qaramay, meva tarkibining o'zgaruvchanligi, mikroorganizmlar samaradorligi va jarayonni sanoat miqyosida joriy etish bilan bog'liq muammolar hanuz dolzarb hisoblanadi. Ushbu tadqiqot turli mevalardan mikrobiologik usullar orqali etanol ishlab chiqarish imkoniyatlarini baholash, samarali mikroorganizmlar shtammlarini aniqlash, fermentatsiya parametrlarini optimallashtirish hamda etanol hosildorligi va tozaligini aniqlashga qaratilgan.

Adabiyotlar tahlili (Literature review)

Qayta tiklanuvchi manbalardan etanol ishlab chiqarish so'nggi yillarda keng tadqiq qilinmoqda. Ko'plab ilmiy ishlar mevalarni yuqori qand miqdori va minimal qayta ishlash talab etilishi sababli samarali substrat sifatida ko'rsatadi. [1] Meva asosidagi etanol ishlab chiqarish don ekinlariga nisbatan iqtisodiy jihatdan

maqsadga muvofiqligini ta'kidlagan. *Saccharomyces cerevisiae* xamirturushi fermentatsiya jarayonida yuqori samaradorlikka ega ekanligi ko'plab tadqiqotlarda isbotlangan. [2,3,8] Fermentatsiya pH, harorat va oziqlantiruvchi moddalarni optimallashtirish orqali etanol miqdorini oshirish mumkinligini ko'rsatgan. Aralash madaniyatlar va genetik yaxshilangan shtammlar substrat tormozlanishini kamaytirishga xizmat qiladi [4,5] olma va nok kabi mevalarning fermentatsiya samaradorligi turlicha ekanligini aniqlagan. Shuningdek, fermentatsiya oldidan fermentativ gidroliz va pulpa ajratish kabi ishlov berish usullari qandlarning mavjudligini oshirishi qayd etilgan [6]. Zamonaviy bioreaktorlar va uzluksiz fermentatsiya tizimlari sanoat miqyosida yuqori samaradorlikni ta'minlaydi [7].

Tadqiqot metodologiyasi (Research Methodology)

Tadqiqot ishlari bir necha ketma-ket bosqichlarda olib borildi. Tadqiqot uchun xom ashyo sifatida mahalliy sharoitda yetishtirilgan olma va nok mevalari tanlab olindi. Mevalar dastlab mexanik iflosliklardan tozalandi, oqava suvda bir necha bor yuvildi va texnologik talablarga muvofiq holda po'sti va yaroqsiz qismlaridan ajratildi. Shundan so'ng mevalar maydalagich yordamida gomogen massa (pyure) holiga keltirildi va mikrobiologik ifloslanishning oldini olish maqsadida sterillangan idishlarga joylashtirildi. Fermentatsiya jarayonida fermentlanadigan qandlar miqdorini oshirish maqsadida xom ashyo fermentativ gidroliz jarayonidan o'tkazildi hamda pulpa ajratish ishlari amalga oshirildi. Ushbu bosqich meva tarkibidagi murakkab uglevodlarning oddiy qandlarga parchalanishini tezlashtirish va mikroorganizmlar uchun qulay substrat muhitini yaratishga xizmat qildi. Fermentatsiya jarayonini olib borish uchun asosiy mikroorganizmlar sifatida *Saccharomyces cerevisiae* xamirturushi, shuningdek fermentatsiya samaradorligini oshirish maqsadida ayrim bakterial shtammlar tanlab olindi. Tajribalar laboratoriya sharoitida, maxsus fermentatsiya idishlarida olib borilib, jarayon davomida pH muhiti, harorat hamda aralashtirish tezligi qat'iy nazorat qilindi. Ushbu parametrlarning barqaror saqlanishi mikroorganizmlar faoliyatini optimallashtirish va etanol hosildorligini oshirishga xizmat qildi. Fermentatsiya yakunlangandan so'ng hosil bo'lgan bioetanolni ajratib olish

jarayoni vakuum ostida ishlovchi rotorli bug‘latgich (Rotavapor) yordamida amalga oshirildi. Mazkur usul etanolni past haroratlarda bug‘latish imkonini berib, uning sifat ko‘rsatkichlarini saqlab qolishga yordam berdi. Ajratib olingan etanol miqdori va konsentratsiyasi yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC) hamda spektrofotometriya usullari yordamida aniqlandi. Olingan natijalar asosida fermentatsiya jarayonining samaradorligi baholandi (1-rasm).



1-rasm. Olma va nok substratlarida mikrobiologik fermentatsiya jarayoni va etanol hosildorligi.

1-jadval. Turli mevalarning qand miqdori va etanol hosildorligi

№	Meva substrati	Boshlang‘ich qand miqdori (%)	Etanol hosildorligi (g/L)	Fermentatsiya vaqti (soat)	Izoh
1	Olma	12,5	68,4	48	Yuqori samaradorlik
2	Nok	15,2	75,1	46	Eng maqbul substrat

2-jadval. Mikroorganizmlar shtammlarining etanol ishlab chiqarishga ta’siri

№	Mikroorganizmlar	Substrat	Etanol (g/L)	Vaqt (soat)	Kuzatish
1	Saccharomyces cerevisiae	Olma	68,4	48	Barqaror natija
2	Saccharomyces	Nok	75,1	46	Yuqori

	cerevisiae				samaradorlik
--	------------	--	--	--	--------------

Tahlil va natijalar (Analysis and results)

Natijalar shuni ko'rsatdiki, etanol hosildorligi meva turi, qand miqdori, mikroorganizmlar tanlovi va fermentatsiya sharoitlariga kuchli bog'liq. Nok yuqori qand miqdori sababli eng yuqori etanol hosilini berdi. Olma substrati esa qo'shimcha oldindan ishlov berishni talab qildi. *Saccharomyces cerevisiae* yuqori barqarorlik va etanolga chidamliligi bilan ajralib turdi. Aralash fermentatsiya pH barqarorligini saqlash va fermentatsiyani tezlashtirishga yordam berdi. Yarim uzluksiz fermentatsiya tizimlari sanoat miqyosida yuqori samaradorlik va barqarorlikni ta'minlashi aniqlandi.

Xulosa va takliflar (Conclusion/Recommendations)

Mazkur tadqiqot natijalari mikrobiologik usullar yordamida mevalardan etanol ishlab chiqarish jarayoni ekologik xavfsiz va iqtisodiy jihatdan samarali texnologiya ekanligini tasdiqladi. Tadqiqot davomida olib borilgan tajribalar shuni ko'rsatdiki, biologik xom ashyo asosida bioetanol olish an'anaviy yoqilg'i manbalariga nisbatan muqobil va istiqbolli yechim hisoblanadi. Etanol hosildorligiga ta'sir etuvchi asosiy omillar substrat tanlovi, mikroorganizmlar shtammlarini optimallashtirish hamda fermentatsiya sharoitlarini (pH, harorat, vaqt, aralashtirish tezligi) to'g'ri boshqarish muhim ahamiyatga ega ekanligi aniqlandi. Ushbu parametrlarning optimallashtirilishi natijasida fermentatsiya jarayonining barqarorligi ta'minlandi va etanolning miqdor hamda sifat ko'rsatkichlari sezilarli darajada yaxshilandi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, nok mevasidan olingan etanol miqdori olmaga nisbatan yuqoriroq bo'lib, nok eng samarali xom ashyo sifatida baholandi. Bunga asosiy sabab sifatida nok mevasida fermentlanadigan qandlar miqdorining yuqoriligi hamda ularning mikroorganizmlar tomonidan oson o'zlashtirilishi ko'rsatildi. Olma mevasida esa qand miqdorining nisbatan pastligi va organik kislotalarning yuqori bo'lishi fermentatsiya jarayoniga ma'lum darajada cheklovchi ta'sir ko'rsatishi mumkinligi aniqlandi. Fermentatsiya jarayonida qo'llanilgan *Saccharomyces cerevisiae*

xamirturushi yuqori fermentlovchi faolligi, etanolga chidamliligi va barqaror natija berishi bilan ishonchli va samarali mikroorganizmlar qatoriga mansubligini namoyon etdi. Ushbu xamirturush shtammlaridan foydalanish laboratoriya sharoitida etanol ishlab chiqarish uchun maqbul ekanligini ko'rsatdi. Umuman olganda, olib borilgan tadqiqot natijalari qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirish, sanoat fermentatsiya jarayonlarini takomillashtirish hamda qishloq xo'jaligi va meva-sabzavot xom ashyosidan samarali foydalanish yo'nalishlarida muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Ushbu yondashuv kelgusida bioyoqilg'i ishlab chiqarish texnologiyalarini rivojlantirish va atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirishga xizmat qilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Singh, A., Kumar, P., & Sharma, R. (2020). Fruit-based ethanol production: Current trends and future perspectives. *Journal of Renewable Energy Research*, 10(4), 1250–1265.
2. Oliveira, F., Silva, M., & Santos, J. (2019). Optimization of yeast fermentation for bioethanol production from fruit substrates. *Bioresource Technology*, 288, 121492.
3. Zhao, L., Li, Y., & Wang, X. (2018). Comparative study of ethanol yield from different fruit sources using *Saccharomyces cerevisiae*. *Industrial Crops and Products*, 115, 72–80.
4. Chen, H., Zhang, Y., & Liu, Q. (2021). Enhancement of ethanol production through co-fermentation with bacterial strains. *Biotechnology Reports*, 29, e00574.
5. Das, S., & Bhattacharya, S. (2017). Fermentation kinetics and process optimization for fruit-based ethanol. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 101(11), 4555–4566.
6. Kumar, R., & Singh, S. (2022). Pretreatment techniques for improved sugar availability in fruit biomass for ethanol production. *Journal of Bioprocess Engineering*, 45(3), 215–229.

7. Patel, A., & Joshi, P. (2020). Industrial-scale fermentation systems for ethanol production from renewable fruit substrates. *Renewable Energy*, 145, 2043–2054.

8. Meva va sabzavotlar mikrobiologiyasi, A.J.Choriyev, f.X.Asatullayeva Toshkent 2009 Darslik.