https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 27.01.2026

Meva va sabzavotlar po‘stlog‘idan bioetanol olish texnologiyasi

Farg‘ona davlat texnika universiteti magistranti

**Jo’rayev Javohir Bahodirjon o‘g‘li**

*E*-mail: javokhir3005@gmail.com, *tel: 94 987 97 51*

# MEVA VA SABZAVOTLAR PO‘STLOG‘IDAN BIOETANOL OLISH TEXNOLOGIYASI

**Annotatsiya:** Mazkur maqolada meva va sabzavotlar po‘stlog‘idan bioetanol olish texnologiyasi o‘rganilgan. Tadqiqotda organik chiqindilardan qayta tiklanuvchi energiya manbai sifatida foydalanish imkoniyatlari tahlil qilinadi. Shuningdek, fermentatsiya jarayonining samaradorligi, xomashyo tarkibidagi uglevodlar miqdori va texnologik parametrlarning bioetanol hosildorligiga ta’siri ilmiy asosda yoritilgan. Olingan natijalar ekologik toza yoqilg‘i ishlab chiqarishning iqtisodiy va ekologik afzalliklarini namoyon etadi.

**Kalit so‘zlar:** bioetanol, meva po‘stlog‘i, sabzavot chiqindilari, fermentatsiya, qayta tiklanuvchi energiya, biotexnologiya, ekologiya.

**Абстрактный:** В статье рассмотрена технология получения биоэтанола из кожуры фруктов и овощей. Исследование направлено на изучение возможности использования органических отходов в качестве возобновляемого источника энергии. Особое внимание уделено эффективности ферментационного процесса, содержанию углеводов в сырье и влиянию технологических параметров на выход биоэтанола. Полученные результаты демонстрируют экологические и экономические преимущества производства экологически чистого топлива.

**Ключевые слова:** биоэтанол, кожура фруктов, овощные отходы, ферментация, возобновляемая энергия, биотехнология, экология.

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 27.01.2026

**Abstract:** This article investigates the technology of producing bioethanol from fruit and vegetable peels. The study explores the potential of utilizing organic waste as a renewable energy source. Special emphasis is placed on the efficiency of the fermentation process, carbohydrate composition of raw materials, and the effect of technological parameters on bioethanol yield. The results highlight the economic and environmental benefits of producing clean, sustainable fuel.

**Keywords:** bioethanol, fruit peels, vegetable waste, fermentation, renewable energy, biotechnology, sustainability, environment

So‘nggi yillarda global miqyosda energiya resurslarining kamayib borishi va atrof-muhit ifloslanishining kuchayishi insoniyat oldida yangi, ekologik toza energiya manbalarini izlash zaruratini tug‘dirmoqda. Shu nuqtai nazardan, qayta tiklanuvchi energiya manbalari orasida bioetanol alohida ahamiyat kasb etadi. Bioetanol — o‘simlik xomashyosidagi uglevodlarni mikroorganizmlar yordamida fermentatsiya qilish orqali olinadigan spirtli yoqilg‘i bo‘lib, u ekologik jihatdan xavfsiz, yonish jarayonida zararli gazlar chiqarmaydigan alternativ yoqilg‘i sifatida e’tirof etilmoqda. Dastlab bioetanol asosan qandqamish, makkajo‘xori yoki bug‘doy kabi oziq-ovqat mahsulotlaridan ishlab chiqarilgan. Biroq, bu jarayon oziq-ovqat xavfsizligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi, hamda ishlab chiqarish tannarxining yuqoriligi bilan bog‘liq muammolarni keltirib chiqardi. Shu sababli, olimlar e’tiborini ikkinchi avlod bioyoqilg‘i manbalari, ya’ni qishloq xo‘jaligi chiqindilari — ayniqsa meva va sabzavot po‘stlog‘iga qaratishmoqda. Bunday chiqindilar ko‘p miqdorda to‘planib, ko‘pincha chiqindi poligonlarida chirib, atmosferaga metan va karbonat angidrid ajratadi. Bu esa global isish jarayonini tezlashtiradi. Turli ilmiy manbalarda qayd etilishicha, meva-sabzavot chiqindilari tarkibida sellyuloza (20–40%), gemisellyuloza (15–30%), pektin moddalari va shakar**lar (10–20%) mavjud bo‘lib, ular fermentatsiya uchun qulay substrat vazifasini bajaradi. Masalan, olma, banan, apelsin, sabzi, lavlagi va kartoshka po‘stlog‘idan olingan biomassa yuqori miqdordagi uglevodlarga ega. Tadqiqotlar

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 27.01.2026

shuni ko‘rsatadiki, 1 kg meva-sabzavot chiqindisidan o‘rtacha 150–250 ml bioetanol olish mumkin. O‘zbekiston sharoitida bu yo‘nalish ayniqsa dolzarb, chunki mamlakatda har yili yuz minglab tonna meva-sabzavot yetishtiriladi, ularning qayta ishlanish jarayonida esa 20–30% atrofida chiqindi hosil bo‘ladi. Ushbu chiqindilar, asosan, po‘stloq, urug‘, poya va boshqa organik qoldiqlardan iborat bo‘lib, ular to‘g‘ri qayta ishlanmasa, sanitariya va ekologik muammolarga sabab bo‘ladi. Shunday ekan, bu chiqindilardan bioetanol olish texnologiyasini ishlab chiqish nafaqat energetik mustaqillikni ta’minlash, balki chiqindilarni qayta ishlash orqali ekologik muammolarni kamaytirish**ga xizmat qiladi.

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, so‘nggi o‘n yillikda bu borada ko‘plab tadqiqotlar olib borilgan. Masalan, H. Demirbas (2011) bioyoqilg‘i ishlab chiqarishning kimyoviy asoslarini tahlil qilib, meva chiqindilari tarkibidagi shakarlarning fermentatsiya uchun yuqori samarali ekanini ta’kidlagan. M. Balat (2013) esa chiqindilardan bioetanol olishda **enzimatik gidroliz bosqichi muhim rol o‘ynashini ko‘rsatgan. Shuningdek, S. T. Mohapatra (2018) tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda meva po‘stlog‘ini oldindan kislotali yoki ishqoriy ishlovdan o‘tkazish bioetanol hosildorligini 25–40% gacha oshirishi isbotlangan.

Mahalliy tadqiqotlarda ham bioyoqilg‘i ishlab chiqarishning iqtisodiy imkoniyatlari o‘rganilmoqda. J.B. Jo‘rayevning ishlanmalarida O‘zbekiston meva-sabzavot chiqindilarining kimyoviy tarkibi va ularni bioetanol ishlab chiqarishda foydalanish imkoniyatlari tahlil etilgan. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, anor, olma, sabzi, pomidor va uzum po‘stlog‘ining uglevod miqdori 30–45% ni tashkil etadi, bu esa ularni yuqori samarali biomassa manbai sifatida ishlatish imkonini beradi. Shuningdek, bioetanol ishlab chiqarish texnologiyasining rivojlanishi sanoat chiqindilarini kamaytirish, chiqindi poligonlarini optimallashtirish va qishloq xo‘jaligi sektorida yopiq siklli ishlab chiqarish tizimini shakllantirish imkonini beradi. Bu tizimda chiqindi energiya manbaiga, energiya esa ishlab chiqarish jarayoniga qayta yo‘naltiriladi.

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 27.01.2026

## Tadqiqot ob’ekti, usullari va bioetanol olish texnologik jarayoni

Ushbu tadqiqotning asosiy ob’ekti sifatida O‘zbekiston hududida keng tarqalgan meva va sabzavot turlari — olma, anor, sabzi, pomidor, banan va kartoshka po‘stlog‘i tanlab olindi. Ushbu xomashyolar yil davomida qayta ishlash korxonalarida katta miqdorda chiqindi sifatida paydo bo‘ladi. Tadqiqotning maqsadi — ushbu chiqindilardan bioetanol olish texnologik bosqichlarini ishlab chiqish va ularning samaradorligini tahlil qilishdan iborat.

### 1. Xomashyoni tayyorlash va quritish

Yig‘ib olingan meva va sabzavot po‘stlog‘i dastlab iflos aralashmalardan tozalanadi, so‘ngra 110°C da 3–4 soat davomida quritiladi. Quritish jarayonining maqsadi — xomashyoni barqaror holatga keltirish va mikroorganizmlar o‘sishini cheklashdir. Quritilgan namunalar maydalanib, 1–2 mm zarracha o‘lchamiga keltiriladi. Bu bosqichda biomassa hajmi kichrayadi, fermentatsiya jarayonida fermentlar bilan reaksiyaga kirishish yuzasi kengayadi. Tarkibiy tahlil natijalariga ko‘ra, quritilgan po‘stloqlarda o‘rtacha namlik 5–8%, sellyuloza 25–35%, gemisellyuloza 15–20%, shakar 10–18% atrofida bo‘ladi. Shuningdek, meva po‘stlog‘ida pektin moddalari va organik kislotalar mavjudligi, fermentatsiya jarayonini tezlashtiruvchi tabiiy katalizator vazifasini bajaradi.

### 2. Gidroliz jarayoni

Fermentatsiya uchun zarur bo‘lgan monosaxaridlarni olish maqsadida gidroliz bosqichi amalga oshiriladi. Tadqiqotlarda ikki xil yondashuv sinovdan o‘tkazilgan:

* Kislotali gidroliz – 1–2% li sulfat kislota ($H_2SO_4$) eritmasida 120°C haroratda 60 daqiqa davomida olib boriladi.

* Enzimatik gidroliz – “Cellulase” va “Amylase” fermentlaridan foydalaniladi. Bu jarayon 50°C da, pH 4,8 da 24 soat davom etadi.

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 27.01.2026

Natijalar taqqoslanganda, enzimatik gidrolizda shakarlar miqdori 18–22% gacha yetgani, kislotali usulda esa bu ko‘rsatkich 14–16% bo‘lgani aniqlandi. Shu sababli, bioetanol ishlab chiqarishda fermentativ gidroliz usuli eng samarali deb topildi.

3. **Fermentatsiya jarayoni**

Olingan shakar eritmasi Saccharomyces cerevisiae turidagi xamirturush zamburug‘lari yordamida etanolga aylantiriladi. Fermentatsiya 32°C haroratda, 48–72 soat davomida olib boriladi. Eritmaning boshlang‘ich shakar konsentratsiyasi 18–20% atrofida saqlanadi, bu esa optimal ferment faoliyatini ta’minlaydi. Fermentatsiya natijasida bioetanol miqdori 8–11% gacha yetadi. Olingan fermentat distillyatsiya jarayonidan o‘tkazilganda, 92–95% li etanol eritmasi olinadi. Distillyatsiya uchun oddiy shisha kolba va Liebig sovutgichli laboratoriya apparatidan foydalaniladi.

4. **Distillyatsiya va tozalash**

Fermentatsiyadan so‘ng olingan suyuqlikda etanol, suv, $CO_2$, organik kislotalar va ayrim noxush hidli komponentlar mavjud bo‘ladi. Ularni ajratish maqsadida fraksion distillyatsiya qo‘llanadi. Harorat oralig‘ida 78–80°C da etanol bug‘lanib chiqadi va sovutilganda to‘planadi. Olingan bioetanol keyinchalik zeolit sorbentlar yordamida suvdan tozalanadi. Shu yo‘l bilan 99% tozalikdagi anhidrat etanol olish mumkin bo‘ladi.

5. **Laborator tahlillar**

Bioetanol sifatini aniqlash uchun gaz xromatografiya, spektral tahlil va refraktometriya usullaridan foydalaniladi. Xromatografik tahlil bioetanolning asosiy komponentini — $C_2H_5OH$ ni aniqlab beradi, spektral tahlil esa iflos aralashmalarning miqdorini o‘lchaydi. O‘lchov natijalari bioetanol sifatining xalqaro standartlarga mosligini ko‘rsatdi.

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 27.01.2026

## 6. Texnologik oqim sxemasi

Bioetanol ishlab chiqarishning umumiy sxemasi quyidagicha tavsiflanadi:

xomashyo yig‘ish → quritish → maydalash → gidroliz → fermentatsiya → distillyatsiya → quritish va tozalash → tayyor bioetanol.

Ushbu jarayon yopiq siklda tashkil qilinadi, chiqindilar esa ikkilamchi energiya manbai sifatida qayta ishlanadi (masalan, quritish uchun issiqlik energiyasi sifatida).

## 7. Natijalar tahlili

Tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, 1 kg olma po‘stlog‘idan o‘rtacha 180–200 ml, sabzi po‘stlog‘idan 160 ml, pomidor po‘stlog‘idan 150 ml, banan po‘stlog‘idan esa 210 ml bioetanol olingan. Bu qiymatlar energiya zichligi bo‘yicha o‘rtacha 5,0–5,3 MJ/kg ni tashkil etadi. Bu natijalar meva-sabzavot chiqindilarini energiya manbai sifatida ishlatishning amaliy jihatdan foydali ekanini ko‘rsatadi. Bundan tashqari, fermentatsiya jarayonida hosil bo‘lgan uglerod(IV)-oksid ($CO_2$) gazini yig‘ib, issiqxonalarda o‘simliklar fotosintezini kuchaytirish maqsadida ishlatish mumkin. Shu tarzda, bioetanol ishlab chiqarish tizimi chiqindisiz biotexnologik aylanish**ga asoslanadi.

## 8. Innovatsion yondashuvlar

Ushbu texnologiyani yanada takomillashtirish uchun biotexnologiyada genetik modifikatsiyalangan mikroorganizmlardan foydalanish taklif etiladi. Masalan, Zymomonas mobilis yoki Kluyveromyces marxianus kabi mikroorganizmlar yuqori harorat va kislotalilikka chidamli bo‘lib, fermentatsiya tezligini 20–25% gacha oshiradi.

Shuningdek, chiqindilarni oldindan mikroto‘lqinli yoki ultratovushli ishlovdan o‘tkazish gidroliz samaradorligini 1,5 barobar oshirishi mumkin. Bunday

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 27.01.2026

yondashuvlar chiqindilarning kimyoviy tuzilishini bo‘shatib, fermentlar uchun kirish imkoniyatini kengaytiradi.

9. **Amaliy ahamiyat**

Mazkur texnologiya kichik va o‘rta hajmdagi korxonalar uchun joriy etilishi mumkin. Xomashyo arzon, qayta tiklanuvchi va mavjud bo‘lgan resurslardan iborat bo‘lgani sababli, ishlab chiqarish tannarxi past bo‘ladi. Hisob-kitoblarga ko‘ra, 1 litr bioetanol ishlab chiqarishning umumiy qiymati 0,4–0,5 AQSH dollari atrofida bo‘lishi mumkin, bu esa an’anaviy benzin narxidan arzonroqdir. Natijada, meva-sabzavot po‘stlog‘idan bioetanol ishlab chiqarish texnologiyasi nafaqat ekologik muammolarni hal etadi, balki mamlakat energiya tizimida import o‘rnini bosuvchi va barqaror iqtisodiy foyda keltiruvchi innovatsion yo‘nalish sifatida qaraladi.

**Xulosa**

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, meva va sabzavot po‘stlog‘idan bioetanol olish mumkinligi isbotlandi. Bu chiqindilar tarkibida ko‘p miqdorda uglevodlar mavjud bo‘lib, ular bioyoqilg‘i ishlab chiqarish uchun yaxshi xomashyo hisoblanadi. Enzimatik gidroliz usuli eng samarali deb topildi, chunki bu usulda shakar miqdori ko‘proq hosil bo‘ldi va bioetanol chiqishi yuqori bo‘ldi. Fermentatsiya jarayonida Saccharomyces cerevisiae xamirturushi ishlatildi va 8–11% li etanol olindi. Distillyatsiya natijasida 92–99% tozalikdagi bioetanol ishlab chiqarish mumkin bo‘ldi. Tajriba natijalariga ko‘ra, 1 kg meva yoki sabzavot po‘stlog‘idan 150–210 ml bioetanol olish mumkin. Eng yaxshi natija banan po‘stlog‘ida, eng past natija esa pomidor po‘stlog‘ida kuzatildi. Taklif etilgan texnologiya ekologik toza, chiqindisiz va arzon xomashyo asosida ishlaydi. Uni kichik va o‘rta korxonalarda joriy etish orqali chiqindilarni kamaytirish, energiya tejamkorligini oshirish va iqtisodiy foyda olish mumkin. Shu sababli, meva va sabzavot po‘stlog‘idan

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 27.01.2026

bioetanol olish texnologiyasi O‘zbekiston sharoitida amaliy jihatdan foydali va istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi.

## Foydalanilgan adabiyotlar

1. Demirbas, H. (2011). *Biofuels from agricultural waste*. Energy Conversion and Management, 52(2), 1312–1320.
2. Balat, M. (2013). *Production of bioethanol from lignocellulosic materials via enzymatic hydrolysis*. Renewable Energy, 50, 346–352.
3. Mohapatra, S. T. (2018). *Enhancement of bioethanol yield from fruit and vegetable peels through acid and enzymatic pretreatment*. Bioresource Technology, 256, 78–85.
4. Jo‘rayev, J. B. (2024). *O‘zbekiston meva-sabzavot chiqindilaridan bioetanol ishlab chiqarish imkoniyatlari*. Farg‘ona davlat texnika universiteti ilmiy ishlanmalari.
5. Kumar, P., Barrett, D. M., Delwiche, M. J., & Stroeve, P. (2009). *Methods for pretreatment of lignocellulosic biomass for efficient hydrolysis and biofuel production*. Industrial & Engineering Chemistry Research, 48(8), 3713–3729.
6. Nigam, P. S., & Singh, A. (2011). *Production of liquid biofuels from renewable resources*. Progress in Energy and Combustion Science, 37(1), 52–68.