

MAHALLIY UZUM NAVLARIDAN TINIQLASHTIRILGAN SHARBAT OLIISHDA FERMENTATIV VA MEMBRANALI JARAYONLARNI UYG'UNLASHTIRISHNING TEXNOLOGIK ASOSLARI

Hakimova Nodira Xayrilloyevna Buxoro davlat texnika universiteti
dotsenti

Majidova Nargiza Qahramonovna Buxoro davlat texnika universiteti
professori

Izomova Sitorabonu Niyoz qizi tadqiqodchi

Annotatsiya. Ushbu tezisda mahalliy uzum navlaridan yuqori sifatli tiniqlashtirilgan sharbat olishda fermentativ ishlov va membranali ajratish jarayonlarini yagona texnologik tizimda uyg'unlashtirish masalalari ko'rib chiqilgan. Pektin va boshqa yuqori molekulyar kolloid komponentlarni fermentativ gidroliz qilish orqali sharbat qovushqoqligini pasaytirish, keyingi mikrofiltratsiya yoki ultrafiltratsiya bosqichida membrana ifloslanishini cheklash hamda permeat oqimini barqarorlashtirishning ilmiy asoslari yoritilgan. Integratsiyalashgan yondashuvning xomashyo chiqimi, yordamchi materiallar sarfi, energiya iste'moli, texnologik vaqt va chiqindi hosil bo'lishiga ta'siri tahlil qilinib, resurs tejamkor texnologik sxemani shakllantirish mezonlari taklif etilgan.

Kalit so'zlar: uzum sharbati, tiniqlashtirish, pektinaza, fermentativ ishlov, mikrofiltratsiya, ultrafiltratsiya, membrana, fouling, resurs tejamkorlik, permeat oqimi.

Kirish

Uzumni chuqur qayta ishlashda tiniqlashtirilgan sharbat ishlab chiqarish mahsulotning tashqi ko'rinishi, saqlash barqarorligi va keyingi texnologik



operatsiyalar samaradorligini belgilovchi muhim bosqich hisoblanadi. Uzum sharbati tarkibida eruvchan qandlar va organik kislotalar bilan bir qatorda pektin moddalar, oqsillar, polifenol komplekslari, hujayra devori fragmentlari va mayda dispers zarrachalar mavjud bo'lib, ular loyqalikni shakllantiradi va oddiy filtrlash jarayonini murakkablashtiradi. An'anaviy tiniqlashtirishda fermentlar, cho'ktiruvchi yordamchi moddalar, sedimentatsiya, sentrifugalash va filtrlashning bir necha ketma-ket bosqichlari qo'llanishi mumkin. Bunday ko'p bosqichli tizimlar texnologik vaqt, suv va yordamchi materiallar sarfini oshirishi hamda mahsulot yo'qotishlarini keltirib chiqarishi ehtimoli bilan tavsiflanadi.

So'nggi yillarda meva sharbatlarini tiniqlashtirishda bosim ostida ishlaydigan membranali jarayonlar, xususan mikrofiltratsiya (MF) va ultrafiltratsiya (UF) istiqbolli usullar sifatida qaralmoqda. Ularning afzalligi jarayonning nisbatan past haroratda olib borilishi, faza almashinuvi talab qilinmasligi, kompakt va avtomatlashtiriladigan uskunalardan foydalanish imkoniyati hamda an'anaviy tiniqlashtiruvchi reagentlar miqdorini kamaytirish bilan bog'liq [1, 2]. Biroq uzum sharbatida pektin va kolloid moddalar ko'p bo'lganda membrana yuzasida konsentratsion qutblanish va ifloslanish qatlamining hosil bo'lishi permeat oqimini pasaytiradi. Shu sababli fermentativ oldindan ishlov berishni membranali filtrlash bilan uyg'unlashtirish texnologik va resurs samaradorligini oshirishning ilmiy asoslangan yo'nalishi hisoblanadi [1, 3].

Fermentativ va membranali jarayonlarni uyg'unlashtirishning ilmiy asoslari

Fermentativ tiniqlashtirishning asosiy vazifasi sharbatdagi pektin makromolekulalarini gidroliz qilish va suyuq fazaning reologik xossalarini membranali ajratish uchun qulay holatga keltirishdan iborat. Pektolitik fermentlar pektin zanjirlarini kichikroq fragmentlarga parchalaydi, natijada



qovushqoqlik pasayadi, kolloid tizimning barqarorligi susayadi va yirik zarrachalarning ajralishi osonlashadi. Mazkur bosqich membrana sirtida gel qatlami hosil bo'lishini sekinlashtirishi, filtrlash siklining davomiyligini uzaytirishi va membranani yuvish chastotasini kamaytirishi mumkin. Sharbatlarning membranali qayta ishlanishiga bag'ishlangan tadqiqotlarda fermentativ oldindan ishlov aynan pektin miqdori yuqori xomashyolarda foulingni kamaytirish va oqimni yaxshilash strategiyalaridan biri sifatida ko'rsatilgan [1, 3].

Mahalliy uzum navlarida pektin, fenol birikmalari, quruq modda va dispers faza miqdori nav, yetishtirish sharoiti, pishganlik darajasi va dastlabki maydalash rejimiga qarab farqlanishi mumkin. Shu bois ferment dozasi va ishlov davomiyligini faqat bitta qat'iy qiymatda belgilash emas, balki xomashyoning boshlang'ich xususiyatlariga mos holda optimallashtirish maqsadga muvofiq. Tadqiqot modelida ferment konsentratsiyasi, harorat, pH va ishlov davomiyligi asosiy boshqariluvchi omillar; qovushqoqlik, loyqalik, filtrlanuvchanlik va sharbat chiqimi esa javob ko'rsatkichlari sifatida olinishi mumkin. Bunday yondashuv fermentni ortiqcha sarflamasdan membranali bosqich uchun zarur texnologik effektga erishishga xizmat qiladi.

Membranali bosqichda MF yoki UF tanlovi tayyor mahsulotning tiniqlik talabi va sharbat tarkibiga bog'liq bo'ladi. Jarayon samaradorligi membrana materiali va g'ovakligi yoki molekulyar ajratish chegarasi, transmembran bosim, harorat, ko'ndalang oqim tezligi va konsentratsiyalash darajasi bilan belgilanadi [2, 4]. Uzum sharbatini UF orqali tiniqlashtirish bo'yicha tadqiqotlarda membrana g'ovakligi va ish haroratining oqim hamda ifloslanish mexanizmlariga sezilarli ta'siri qayd etilgan [4]. Shu sababli fermentativ bosqich va membranali bosqichni alohida emas, yagona optimallashtirish obyekti sifatida ko'rish zarur.

Taklif etilayotgan resurs tejamkor texnologik yondashuv



Taklif etilayotgan texnologik ketma-ketlik quyidagicha shakllantiriladi: uzumni qabul qilish va saralash → yuvish → maydalash va sharbat ajratish → qo‘pol dispers zarrachalarni dastlabki ajratish → pektolitik ferment bilan boshqariladigan ishlov → MF yoki UF asosidagi tangensial membranali tiniqlashtirish → zarur hollarda yumshoq pasterizatsiya yoki aseptik qadoqlash → tayyor mahsulot. Tangensial, ya’ni cross-flow rejim membrana sirtida cho‘kma qatlamining tez yig‘ilishini cheklash imkonini beradi va meva sharbatlarini qayta ishlashda oqimning barqarorligini oshirish uchun keng qo‘llanadigan yondashuvlardan biridir [2, 3].

Ushbu sxemada resurs tejamkorlik bir necha manba hisobiga shakllanadi. Birinchidan, fermentativ gidroliz tufayli membranali qurilmaning gidravlik qarshiligi kamayib, bir birlik mahsulotga to‘g‘ri keladigan filtrlash vaqti va energiya sarfini kamaytirish uchun sharoit yaratiladi. Ikkinchidan, an’anaviy tiniqlashtirishda ishlatiladigan ayrim yordamchi materiallar va filtratsion qo‘shimchalarga bo‘lgan ehtiyoj qisqaradi. Uchinchidan, jarayonning yopiq va avtomatlashtirilgan holda olib borilishi mahsulotning mexanik yo‘qotilishini kamaytirish va sanitariya holatini barqaror nazorat qilish imkonini beradi. To‘rtinchidan, membranali tizimlarda past haroratli ish rejimlari sharbatning issiqlikka sezgir komponentlarini saqlash nuqtai nazaridan afzal bo‘lib, ko‘p bosqichli issiqlik ishlovlariga bo‘lgan ehtiyojni qisqartirishga yordam beradi [1, 5].

Resurs samaradorligini baholashda faqat tiniqlik ko‘rsatkichini emas, balki mahsulot chiqimi va sarflangan resurslarni birgalikda hisobga olish maqsadga muvofiq. Shartli integral ko‘rsatkich quyidagi ko‘rinishda ifodalanishi mumkin: $R_s = Y_p / (E + W + A + T)$, bunda R_s — resurs samaradorligi; Y_p — sifat talablariga javob beradigan tiniqlashtirilgan sharbat chiqimi; E — energiya sarfi; W — suv sarfi; A — ferment va yordamchi materiallar sarfi; T — texnologik vaqtning normallashtirilgan qiymati. Amaliy

tajribada ushbu ko'rsatkichlarning har biri birlik mahsulotga nisbatan keltiriladi va iqtisodiy og'irlik koeffitsientlari bilan aniqlashtiriladi.

Membranali jarayon uchun asosiy nazorat mezonlaridan biri permeat oqimi $J = V/(A \cdot t)$ orqali ifodalanadi, bunda V — olingan permeat hajmi, A — membrana yuzasi, t — filtrlash vaqti. Oqimning vaqt bo'yicha pasayish tezligi fermentativ oldindan ishlovning samaradorligini va membrana ifloslanish darajasini bilvosita ko'rsatadi. Shu bilan birga, tayyor sharbatning loyqaligi, optik tiniqligi, eruvchan quruq modda miqdori, titrlanadigan kislotaligi, rang ko'rsatkichlari hamda asosiy biofaol komponentlarning saqlanish darajasi nazorat qilinishi zarur. Bu resurs tejamkorlikni mahsulot sifati hisobiga emas, balki sifatni saqlagan holda texnologik sarflarni qisqartirish orqali ta'minlash imkonini beradi.

Tadqiqotning amaliy yangiligi mahalliy uzum navlarining texnologik xususiyatlarini hisobga olgan holda fermentativ ishlov va membranali filtrlash parametrlarining o'zaro mos kombinatsiyasini aniqlash bilan bog'liq. Bunda tajriba rejalashtirish usullaridan foydalanib, ferment sarfi, ishlov davomiyligi, transmembran bosim va ko'ndalang oqim tezligining permeat oqimi, tiniqlik, mahsulot chiqimi va solishtirma energiya sarfiga birgalikdagi ta'sirini baholash mumkin. Natijada faqat maksimal tiniqlik emas, balki texnologik samaradorlik va minimal resurs sarfi bo'yicha optimal rejim tanlanadi.

Tadqiqotni tashkil etish va samaradorlik mezonlari

Eksperimental tadqiqotlarda mahalliy uzum navlarini tanlashda sharbat chiqimi, eruvchan quruq modda, titrlanadigan kislotalik, pH, boshlang'ich loyqalik va qovushqoqlik ko'rsatkichlarini kompleks baholash zarur. Chunki membranali ajratish samaradorligi faqat membrana xususiyatiga emas, balki xomashyoning kolloid va reologik holatiga ham bog'liq. Dastlabki tahlil natijalari asosida navlar texnologik guruhlariga ajratilsa, har bir guruh uchun fermentativ ishlovning maqsadli rejimini belgilash va fermentni ortiqcha



sarflashning oldini olish mumkin. Bu yondashuv mahalliy xomashyo xususiyatlarini hisobga oladigan differensial texnologik reglament ishlab chiqishga imkon beradi.

Fermentativ bosqichni optimallashtirishda bir vaqtning o'zida bir nechta javob funksiyasidan foydalanish maqsadga muvofiq. Masalan, qovushqoqlikning kamayishi va filtrlanuvchanlikning yaxshilanishi ijobiy natija bo'lsa-da, ferment sarfining haddan tashqari ortishi iqtisodiy samaradorlikni pasaytiradi. Shu sababli ko'p omilli tajriba rejalashtirish usuli yordamida ferment dozasini, ishlov harorati va davomiyligini, keyingi membranali jarayonda esa transmembran bosim va ko'ndalang oqim tezligini o'zaro bog'liq holda optimallashtirish taklif etiladi. Optimal nuqta permeat oqimining yuqoriligi, tiniqlikning talab darajasida bo'lishi, biofaol komponentlarning saqlanishi va solishtirma resurs sarfining minimalligi bo'yicha tanlanadi.

Membranali tizimning sanoatga joriy etilishida fouling va yuvish rejimi alohida ahamiyatga ega. Fermentativ oldindan ishlov membrana sirtida pektinli gel qatlamining shakllanishini kamaytirsam ham, oqsil-polifenol komplekslari va mayda dispers zarrachalar hisobiga qaytariluvchi hamda qaytmas ifloslanish kuzatilishi mumkin [3, 4]. Shu sababli ish sikli davomida boshlang'ich va joriy permeat oqimlarini taqqoslash, membrananing gidravlik qarshiligini baholash va yuvishdan keyin suv o'tkazuvchanligining tiklanish darajasini aniqlash tavsiya etiladi. Yuvish rejimini optimallashtirish suv va tozalash vositalari sarfini kamaytirish bilan birga membrananing xizmat muddatini uzaytirishga xizmat qiladi.

Resurs tejamlilikni iqtisodiy baholashda bir tonna uzum xomashyosiga yoki bir litr tayyor tiniqlashtirilgan sharbatga to'g'ri keladigan elektr energiyasi, suv, ferment, filtrlovchi materiallar va mehnat sarfi hisoblanishi lozim. Membranali jarayonlar faza almashinuvisiz va nisbatan past haroratlarda



ishlashi tufayli energiyani tejash imkoniyatiga ega, shuningdek ayrim an'anaviy tiniqlashtirish operatsiyalarini qisqartirishi mumkin [1, 2]. Shu bilan birga, membrana moduli, nasos va yuvish tizimiga dastlabki kapital xarajatlar mavjud. Shuning uchun texnologiyani baholashda faqat joriy sarflar emas, balki membrana xizmat muddati, ishlab chiqarish quvvati, mahsulot chiqimining ortishi va yordamchi materiallar iqtisodi ham hayotiy sikl nuqtai nazaridan hisobga olinishi zarur.

Jarayonda hosil bo'ladigan retentat ham resurs sifatida ko'rib chiqilishi mumkin. Uning tarkibida uzumning fenol komponentlari, tolali va kolloid fraksiyalari to'planishi ehtimoli mavjud bo'lib, ularni ikkilamchi mahsulotlar olish yoki boshqa oziq-ovqat texnologik yo'nalishlarida qo'llash imkoniyati alohida tadqiq etilishi mumkin. Natijada asosiy sharbat ishlab chiqarish jarayonida chiqindi miqdorini kamaytirish, xomashyoning komponentlaridan kompleks foydalanish va aylanma iqtisodiyot tamoyillariga yaqinlashish imkoniyati yuzaga keladi. Bunday yondashuv fermentativ-membranali texnologiyaning nafaqat texnik, balki ekologik samaradorligini ham oshiradi.

Xulosa

Mahalliy uzum navlaridan tiniqlashtirilgan sharbat olishda fermentativ va membranali texnologiyalarni uyg'unlashtirish an'anaviy ko'p bosqichli tiniqlashtirish tizimini ixchamlashtirish, membrana ifloslanishini kamaytirish, filtrlash barqarorligini oshirish va resurs sarfini optimallashtirish uchun ilmiy-amaliy asos yaratadi. Fermentativ bosqich sharbatdagi pektinli kolloid tizimni boshqariladigan ravishda parchalab, MF yoki UF jarayonining samaradorligini oshiradi; membranali bosqich esa past haroratda yuqori darajadagi tiniqlikni ta'minlash imkonini beradi.

Kelgusida mahalliy uzum navlari uchun xomashyo tarkibi – fermentativ gidroliz – membrana oqimi – mahsulot sifati – resurs sarfi o'rtasidagi bog'liqlikni matematik modellashtirish maqsadga muvofiq. Shu asosda



mahsulot birligiga sarflanadigan suv, energiya va yordamchi materiallarni kamaytiradigan, shu bilan birga sharbatning tabiiy rang, ta'm va biologik faol komponentlarini maksimal darajada saqlaydigan resurs tejamkor texnologik reglament ishlab chiqish mumkin. Bunday texnologiya mahalliy uzum xomashyosini chuqur qayta ishlash, tayyor mahsulot qiymatini oshirish va sharbat ishlab chiqarishning ekologik hamda iqtisodiy samaradorligini yaxshilashga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Recent Developments of Membrane Technology in the Clarification and Concentration of Fruit Juices. Food Engineering Reviews, 2023. DOI: 10.1007/s12393-023-09346-2.
2. Castro-Muñoz R. et al. Membrane-Based Operations in the Fruit Juice Processing Industry: A Review. Beverages, 2020, 6(1), 18. DOI: 10.3390/beverages6010018.
3. Strategies to Enhance the Membrane-Based Processing Performance for Fruit Juice Production: A Review. Membranes, 2023, 13(7), 679. DOI: 10.3390/membranes13070679.
4. Analysis of the Membrane Fouling Mechanisms Involved in Clarified Grape Juice Ultrafiltration Using Statistical Tools. Industrial & Engineering Chemistry Research, 2012, 51(10), 4017–4024. DOI: 10.1021/ie201921x.
5. A Comprehensive Review on the Recent Advances in Membrane-Based Processes for Fruit Juice Concentration. Food and Bioproducts Processing, 2024, 145, 42–66. DOI: 10.1016/j.fbp.2024.02.010.

