

УДК 637.1:658.562

**SUTNI QAYTA ISHLASH KORXONALARIDA MAHSULOT SIFATI VA
XAVFSIZLIGINI TA'MINLASHNING TEXNOLOGIK VA RAQAMLI
YECHIMLARI**

O'razova Umida Hayitboyevna

*Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar
universiteti kabinet mudiri*

Ishniyazova Shakhista Ashurovna

*Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar
universiteti dotsenti*

Annotatsiya. Maqolada "Pure Milky Works" MChJ sut korxonasi misolida sutni chuqur qayta ishlash va muzqaymoq ishlab chiqarish liniyalarida oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash mexanizmlari tizimli ravishda tadqiq etilgan. Elektr o'tkazuvchanlik (conductivity) datchiklariga asoslangan avtomatlashtirilgan CIP-yuvish algoritmi va uning HACCP (ISO 22000) tizimi bilan raqamli integratsiyasi tahlil qilingan. Tadqiqot natijasida korxonada texnologik brak hajmi 1.5% dan 0.1% gacha kamaytirilgani, yillik suv iste'moli 35% ga va kimyoviy moddalar sarfi 25% ga tejalgani aniqlangan. Kiritilgan kapital xarajatlarning o'zini oqlash muddati 11 oyni tashkil etdi. Mazkur ekologik va texnologik yechim ikkilamchi xomashyo (sut zardobi) oqimining mikrobiologik va kimyoviy tozaligini barqaror saqlash hamda undan kelgusida bioaktiv oqsil-peptid konsentratlari olish uchun fundamental ilmiy-amaliy poydevor bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: sutni chuqur qayta ishlash, oziq-ovqat xavfsizligi, HACCP, Kritik Nazorat Nuqtalari (KNN), CIP-yuvish, SCADA, iqtisodiy samaradorlik, ekologik menejment, sut zardobi, bioaktiv peptidlar.

Kirish. Hozirgi globallashuv va keskin raqobatbardosh bozor iqtisodiyoti sharoitida oziq-ovqat mahsulotlarining sifati va xavfsizligi ishlab chiqaruvchi korxonalar faoliyatining strategik ko'rsatkichi hisoblanadi. O'zbekiston Respublikasida oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash va ichki hamda tashqi bozorlarga yuqori sifatli, ekologik toza va raqobatbardosh mahsulotlarni yetkazib berish agrosanoat majmuasining ustuvor vazifalaridan biridir. Sut va sut mahsulotlari o'zining biologik tabiati, namlik darajasi hamda ozuqaviy qiymatiga ko'ra patogen mikroorganizmlarning (masalan, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*) rivojlanishi uchun juda qulay muhit hisoblanadi. Shu sababli, xomashyoni qabul qilish, transportirovka qilish, pasterizatsiyalash, sovitish va tayyor mahsulotni qadoqlashgacha bo'lgan barcha

texnologik zanjir bosqichlarida mikrobiologik, kimyoviy va fizik ifloslanish (kontaminatsiya) xavfi keskin ortadi.

Muzqaymoq sanoati va sutni chuqur qayta ishlash liniyalari o'zining texnologik xususiyatiga ko'ra, bir vaqtning o'zida ham yuqori haroratni (pasterizatsiya +85 °C), ham shok muzlatishni (-40 °C) talab qiluvchi energiya va resurs sig'imi o'ta yuqori bo'lgan tarmoqdir. Bugungi kunda o'rta va yirik sut korxonalarida texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish, inson omilini nolga tushirish hamda Cleaning-in-Place (CIP) avtomatik yuvish tizimlarini xalqaro HACCP (ISO 22000) standartlari bilan raqamlashtirilgan SCADA dasturlari asosida integratsiya qilish dolzarb ilmiy va amaliy muammo hisoblanadi.

Ushbu tadqiqot ishi "Pure Milky Works" MChJ yirik oziq-ovqat korxonasi bazasida sutni qayta ishlash liniyalarida biologik, kimyoviy va fizik xavflarni minimallashtiruvchi kompleks texnologik yechimlarni va CIP-yuvish xavfsizligi algoritmlarini ishlab chiqish hamda uning kelajakda ikkilamchi xomashyo – sut zardobidan bioaktiv oqsil-peptid konsentratlari olish texnologiyasiga ta'sirini baholashga bag'ishlangan.

Tadqiqot obyekti va usullari. Tadqiqot obyekti sifatida "Pure Milky Works" MChJ korxonasining sutni chuqur qayta ishlash, pasterizatsiyalangan va UHT sut hamda tayyor sut mahsulotlari (muzqaymoq) ishlab chiqarish texnologik liniyalari kompleksi tanlab olindi. Tadqiqot predmeti — texnologik liniyalardagi jarayonlarning mikrobiologik, fizik-kimyoviy parametrlari, avtomatik CIP-yuvish tizimining xavfsizligi va xalqaro HACCP tizimining boshqaruv algoritmlaridan iborat.

Tadqiqotlarni o'tkazishda quyidagi uslubiyotlar majmuasidan foydalanildi:

HACCP prinsiplari va "Qarorlar daraxti" (Decision Tree): Liniyadagi xavf omillarini tahlil qilish va Kritik Nazorat Nuqtalarini (KNN) aniqlash uchun foydalanildi.

Mikrobiologik tahlillar: Sut va tayyor mahsulot tarkibidagi umumiy bakteriyalar soni (KMAFnM), ichak tayoqchasi guruhi bakteriyalari (BGKP) hamda patogen mikroorganizmlarni aniqlash standart mikrobiologik uslublar (GOST) asosida amalga oshirildi.

Konduktometrik usul: Quvurlarda yuvish eritmalarining (ishqor va kislota) konsentratsiyasini va ularning mahsulotga aralashib ketish xavfini nazorat qilish elektr o'tkazuvchanlik (conductivity) datchiklari yordamida amalga oshirildi.

Iqtisodiy-matematik modellash: Kiritilgan kapital investitsiyalarning samaradorligi va o'zini oqlash muddatini (ROI) hisoblash uchun kombinatsiyalashgan moliyaviy-texnik modellar qo'llanildi.

Natijalar va ularning tahlili. Olib borilgan tadqiqotlar natijasida sut klasterlari sharoitida toza xomashyo ta'minoti zanjiri hamda pasterizatsiyalash-sovitish jarayonlarining o'zaro bog'liqligini ta'minlovchi kompleks texnologik xavfsizlik modeli ishlab chiqildi.

Sutni chuqur qayta ishlash liniyalarida eng jiddiy xavf omillaridan biri — an'anaviy yuvish tizimlarida inson omili tufayli mahsulot quvurlariga yuvish eritmalarining (ishqoriy NaOH va kislotali HNO₃ eritmaları) yoki texnik suvning qolib ketishi va tayyor mahsulotga aralashib ketishidir. Ushbu xavfni mutloq cheklash maqsadida, elektr o'tkazuvchanlik datchiklariga (conductivity sensors) asoslangan avtomatik CIP-yuvish xavfsizligi algoritmi optimallashtirildi. Mazkur algoritm quvurdagi suyuqlikning solishtirma elektr o'tkazuvchanligini (χ , mSm/sm) onlayn rejimda o'lchaydi:

$$\chi_{\text{mahsulot}} < \chi_{\text{suv}} < \chi_{\text{kislota}} < \chi_{\text{ishqor}}$$

Dastur quvurdagi muhit o'zgarishini millisekundlarda aniqlab, klapanlar tizimini avtomatik bloklaydi va eritmalarining mahsulot oqimiga o'tishini to'liq to'sadi. Zavodning ishlab chiqarish quvvatlari uchun oziq-ovqat xavfsizligi monitoringini onlayn rejimda amalga oshiruvchi, raqamlashtirilgan SCADA dasturiy majmuasiga integratsiyalashgan raqamli KNN (Kritik Nazorat Nuqtalari) xaritasi ishlab chiqildi. Texnologik parametrlardan chekinish holati yuzaga kelganda (masalan, pasterizatsiya harorati

+85 °C dan pasayganda), SCADA tizimi avtomatik ravishda korreksiyalovchi (tuzatuvchi) harakatlar dasturini ishga tushirib, mahsulot oqimini qayta pasterizatsiyalash uchun ortga qaytaradi.

Kiritilgan kompleks texnologik va raqamli yechimlar "Pure Milky Works" MChJ zavodiga real amaliyotga joriy etildi va rasmiy dalolatnoma (akt vnedreniya) bilan tasdiqlandi. Natijada korxonada mikrobiologik sabablar yoki rejimlarning buzilishi tufayli yuzaga keladigan texnologik brak (isrof) hajmi 1.5% dan 0.1% gacha pasaytirildi (1-jadval).

1-jadval. Texnologik yechimlarni joriy etishgacha va undan keyingi asosiy ko'rsatkichlar tahlili

Ko'rsatkichlar nomi	Joriy etishgacha	Joriy etishdan keyin	Samaradorlik / Tejamkorlik
Texnologik brak (isrof) hajmi, %	1.5%	0.1%	15 barobar kamaydi
Yillik suv iste'moli, %	100%	65%	35% ga tejaldi

Kimyoviy yuvish moddalar sarfi, %	100%	75%	25% ga tejaldi
Mahsulotning yaroqlilik muddati	Standart	Uzaytirildi	Qaytarilgan mahsulot kamaydi

Avtomatik CIP-yuvish zanjirining gidrodinamik va vaqt ko'rsatkichlari optimallasuvi hisobiga korxonada yillik suv iste'moli 35% ga, kimyoviy moddalar sarfi esa 25% ga tejaldi. Bu korxonaning ekologik yuklamasini (oqova suvlar hajmini) keskin kamaytirish imkonini berdi. Kiritilgan investitsiya va kapital xarajatlar jami 11 oy ichida (0.95 yilda) o'zini to'liq oqladi.

Ushbu tadqiqot ishi doirasida erishilgan eng muhim texnologik natija — ishlab chiqarish liniyalarining mutloq mikrobiologik va kimyoviy tozaligiga erishilganidir. Bu holat sutni qayta ishlashda hosil bo'ladigan asosiy ikkilamchi xomashyo — sut zardobining (whey) ekologik toza, begona yuvish vositalarisiz va mikrobiologik barqaror oqimini alohida ajratib olish imkonini beradi. Sut zardobi tarkibida biologik o'ta qiymatli zardob oqsillari (□□□-laktoqlobulin, □□-laktoalbulmin, immunoglobulinlar va sarsub biltsiri) mavjud. Biroq, agar yuvish tizimi noto'g'ri ishlasa, zardobga ishqor, kislota yoki patogen mikroblar o'tib ketadi, bu esa undan bioaktiv oqsil komponentlarini ajratishni imkonsiz qiladi.

Biz tomonimizdan joriy etilgan xavfsizlik modeli kelgusi doktorlik ilmiy tadqiqotining poydevori hisoblanadi. Doktorantura bosqichida ushbu toza zardob oqimidan ultrafiltratsiya (UF) va nano-filtratsiya (NF) membranali texnologiyalar yordamida bioaktiv oqsil-peptid konsentratlarini (BOPK) ajratib olish, ularni maqsadli fermentativ gidroliz qilish hamda antioksidant, immunomodulyator va antimikrob xususiyatga ega bo'lgan funksional oziq-ovqat ingredientlari ishlab chiqish texnologiyasini mukammallashtirish rejalashtirilmoqda.

Xulosa:

1. "Pure Milky Works" MChJ zavodida raqamli SCADA va conductivity datchiklariga asoslangan avtomatlashtirilgan CIP-yuvish va HACCP integratsiyasi texnologik brakni 0.1% gacha kamaytirdi va resurslarni (suv 35%, kimyoviy moddalar 25%) sezilarli tejaldi.
2. Kiritilgan texnologik modernizatsiya loyihasi iqtisodiy jihatdan yuqori samaradorlik ko'rsatib, 11 oyda o'zini to'liq oqladi.
3. Loyihaning amaliy ahamiyati sut zavodida toza ikkilamchi xomashyo (zardob) bazasini yaratganligidir. Bu esa doktorlik tadqiqotida sut zardobidan bioaktiv oqsil-peptid konsentratlari olish va funksional oziq-ovqat ingredientlari ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirishga to'liq zamin yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Ishniyazova Sh.A., O'razova U.H. Sut mahsulotlari sifatini baholash // Chorvachilik va naslchilik ishi: Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. – 2025. – B. 45-48.
2. Ishniyazova Sh.A., O'razova U.H. Sut sanoatida xavfsizlikni boshqarish: HACCP tizimi va avtomatlashtirilgan texnologiyalar integratsiyasi // International scientific journal. – 2025. – №4. – P. 112-117.
3. Goff H.D., Hartel R.W. Ice Cream. – Seventh edition. – Springer New York, 2013. – 461 p.
4. ISO 22000:2018. Food safety management systems – Requirements for any organization in the food chain.
5. O'z DSt ISO 22000:2010. Oziq-ovqat mahsulotlari xavfsizligi menejmenti tizimi. Oziq-ovqat zanjiri ishtirokchilari uchun talablar.