

УДК 637.352/353:658.562:66.012

**Yumshoq va namokopli pishloq ishlab chiqarish liniyalarida avtomatlashgan
CIP-yuvish va HACCP tizimini integratsiyalashning texnologik va iqtisodiy
samaradorligi**

Qodirov Komiljon Farxod o'g'lining

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

Ishniyazova Shakhista Ashurovna

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

Annotatsiya. Maqolada yumshoq rassolni syrilar (brynza, feti va sulsuguni turi) ishlab chiqarish texnologik liniyalarida oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash va mikrobiologik xavflarni minimallashtirish mexanizmlari tizimli ravishda tadqiq etilgan. Elektr o'tkazuvchanlik (conductivity) datchiklariga asoslangan avtomatlashtirilgan CIP-yuvish algoritmi va uning HACCP (ISO 22000) tizimi bilan raqamli integratsiyasi "Pure Milky Works" MChJ korxonasi misolida 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. Mazkur texnologik yechim yumshoq rassolni syrilar ishlab chiqarishda mikrobiologik xavfsizlikni kafolatlash bilan birga, jarayondan ajraladigan ikkilamchi xomashyo (sut zardobi) oqimining tozaligini barqaror saqlash hamda undan kelgusida bioaktiv oqsil-peptid konsentratlari olish uchun fundamental ilmiy-amaliy poydevor bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: yumshoq rassolni syr, brynza, oziq-ovqat xavfsizligi, HACCP, Kritik Nazorat Nuqtalari (KNN), CIP-yuvish, SCADA, sut zardobi, bioaktiv peptidlar, iqtisodiy samaradorlik.

Kirish. O'zbekiston Respublikasida oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash va aholini yuqori sifatli, ekologik toza va parhezboq sut mahsulotlari bilan uzluksiz ta'minlash agrosanoat majmuasining strategik vazifalaridan biridir. So'nggi yillarda respublikamizda protein va mineral moddalarga boy bo'lgan mahsulotlar — Yumshoq va namokopli pishloq (brinza, feta, suluguni va b.) ishlab chiqarish hajmi va ularga bo'lgan iste'mol talabi keskin ortib bormoqda.

Yumshoq va namokopli pishloq o'zining yuqori namlik darajasi (50-60%), neytralga yaqin pH ko'rsatkichi va ozuqaviy qiymati tufayli patogen mikroorganizmlarning (*Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*) va mog'or

zamburug'larining rivojlanishi uchun o'ta qulay biologik muhit hisoblanadi. Rassolni syrlar texnologiyasining o'ziga xosligi (sutni laxtalash, zardobni ajratish, syr massasini presslash va rassolda yetiltirish) ishlab chiqarish zanjirining har bir bosqichida mikrobiologik va kimyoviy ifloslanish (kontaminatsiya) xavfini o'ta yuqori darajaga ko'taradi.

Ayniqsa, yopiq siklli avtomatlashtirilgan tanklar, pasterizatorlar va syr tayyorlash qozonlarida (cheese vats) inson omilini kamaytirish, tozalash jarayonlarini raqamlashtirish hamda avtomatik Cleaning-in-Place (CIP) yuvish tizimlarini xalqaro HACCP (ISO 22000) standartlari va SCADA dasturlari bilan integratsiyalash dolzarb ilmiy-amaliy muammo hisoblanadi.

Ushbu tadqiqot ishi "Pure Milky Works" MChJ korxonasi bazasida yumshoq rassolni syrlar ishlab chiqarish liniyalarida xavflarni minimallashtiruvchi kompleks texnologik yechimlarni va CIP-yuvish xavfsizligi algoritmlarini ishlab chiqish hamda uning kelajakda syrdan ajraladigan ikkilamchi xomashyo — sut zardobidan bioaktiv oqsil-peptid konsentratlari olish texnologiyasiga ta'sirini ilmiy asoslashga bag'ishlangan.

Tadqiqot obyekti va usullari. Tadqiqot obyekti sifatida "Pure Milky Works" MChJ korxonasi bazasidagi yumshoq rassolni syrlar (brynza turi) 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 iforat. Tadqiqotlarni o'tkazishda quyidagi uslublar majmuasidan foydalanildi:

1.HACCP metodologiyasi va "Qarorlar daraxti": Syr ishlab chiqarish liniyasidagi xavf omillarini tahlil qilish va Kritik Nazorat Nuqtalarini (KNN) aniqlashda qo'llanildi.

2.Mikrobiologik tahlillar: Syr, tuzlama (rassol) va zardob tarkibidagi umumiy bakteriyalar soni (KMAFnM), ichak tayoqchasi guruhi bakteriyalari (BGKP) hamda patogen mikroorganizmlarni aniqlash standart mikrobiologik uslublar (GOST) asosida amalga oshirildi.

3.Konduktometrik usul: Quvurlarda va syr qozonlarida yuvish eritmalarining ishqor (NaOH) va kislota (HNO_3) konsentratsiyasini hamda ularning mahsulotga va zardobga aralashib ketish xavfini onlayn nazorat qilish elektr o'tkazuvchanlik (conductivity) datchiklari yordamida amalga oshirildi.

Natijalar va ularning tahlili. Olib borilgan tadqiqotlar natijasida yumshoq rassolni syrlar ishlab chiqarish zanjirida toza xomashyo ta'minotidan tortib, yetilish jarayonigacha bo'lgan bosqichlarni qamrab oluvchi kompleks texnologik xavfsizlik modeli ishlab chiqildi.

Pishloq ishlab chiqarishda eng katta texnologik xavf — pasterizatsiyalash va laxtalash (koagulyatsiya) bosqichlarida sutga yoki ajralayotgan zardobga CIP-yuvish tizimidan qolgan agressiv kimyoviy eritmalarning aralashib ketishidir. Bu nafaqat tayyor syrning sifatini buzadi va zaxarlanish xavfini tug‘diradi, balki syr mayasining (rennet) aktivligini pasaytirib, laxta hosil bo‘lish jarayonini buzadi. Ushbu xavfni mutloq cheklash maqsadida, elektr o‘tkazuvchanlik datchiklariga (conductivity sensors) asoslangan avtomatik CIP-yuvish xavfsizligi algoritmi optimallashtirildi.

Kompaniyaning pishloq 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. Yumshoq rassolni syrlar liniyasi uchun quyidagi asosiy KNNlar va ularning tanqidiy chegaralari tizimlashtirildi:

1. *KNN-1 (Sutni pasterizatsiyalash)*: +72...+76 °C haroratda 15-20 soniya. Bu rejim rassolni syrlar uchun laxtaning elastikligini va zardobning yaxshi ajralishini ta'minlaydi, patogenlarni 99.9% yo'qotadi.
2. *KNN-2 (Pishloq tayyorlash qozonlarini (Cheese vats) sanitar holati)*: Har bir sikldan keyin avtomatlashgan yuvish va kimyoviy moddalar qoldig'i elektr o'tkazuvchanligi $x \leq x_{\text{toza suv}}$ ko'rsatkichigacha tozalash.
3. *KNN-3 (Rassolda yetiltirish va saqlash)*: Rassol (tuzlama) tarkibidagi osh tuzi konsentratsiyasi 16-18%, harorati $\leq +8$ °C.

Kiritilgan kompleks texnologik va raqamli yechimlar "Pure Milky Works" MChJ zavodiga real amaliyotga joriy etildi va rasmiy dalolatnoma bilan tasdiqlandi. Natijada korxonada mikrobiologik sabablar yoki rejimlarning buzilishi tufayli yuzaga keladigan texnologik brak (isrof, syr massasining shishishi, achchiq ta'm berishi) hajmi **1.5% dan 0.1% gacha** pasaytirildi (1-jadval).

1-jadval. Yumshoq syrlar liniyasida texnologik yechimlarni joriy etish natijalari

Ko'rsatkichlar nomi	Joriy etishgacha	Joriy etishdan keyin	Samaradorlik / Tejamkorlik
Texnologik brak (syr nuqsonlari), %	1.5%	0.1%	15 barobar kamaydi
Yillik toza suv iste'moli, %	100%	65%	35% ga tejaldi
Kimyoviy yuvish moddalari sarfi, %	100%	75%	25% ga tejaldi
Kapital investitsiyalarning qaytishi	—	11 oy	Yoki 0.95 yilda to'liq oqlandi

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

Yumshoq va namokopli pishloq ishlab chiqarish texnologiyasining eng katta xususiyati — xomashyoning (sutning) deyarli 80-85% qismi ikkilamchi xomashyo — sut zardobi (whey) holatida ajralib chiqishidir. Rassolni syrlar zardobi tarkibida o'ta qimmatli biologik aktiv zardob oqsillari (β -laktoqlobulin, a -laktoalbulmin, glikomakropeptidlar) va mineral moddalar saqlanib qoladi.

Biz tomonimizdan joriy etilgan SCADA va conductivity datchiklariga asoslangan xavfsizlik modeli zardob oqimining mutloq kimyoviy va mikrobiologik tozaligini (yuvish vositalari qoldiqlarisiz va patogenlarsiz) kafolatlaydi. Bu esa kelgusi doktorlik ilmiy tadqiqotining asosi hisoblanadi.

Xulosa. 1. Yumshoq va namokopli pishloq ishlab chiqarish liniyasida raqamli SCADA va conductivity datchiklariga asoslangan CIP-yuvish va HACCP integratsiyasi texnologik brakni 0.1% gacha kamaytirdi va resurslarni (suv 35%, kimyoviy moddalar 25%) sezilarli tejiladi.

2. Kiritilgan texnologik modernizatsiya loyihasi iqtisodiy jihatdan yuqori samaradorlik ko'rsatib, 11 oyda o'zini to'liq oqladi.

3. Loyihaning amaliy qiymati syr zavodida ekologik va kimyoviy toza sut zardobi bazasini yaratganligidir. Bu esa doktorantura yo'nalishidagi maqsadimiz — 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. ISO 22000:2018. Food safety management systems – Requirements for any organization in the food chain.
4. Сборник технологических инструкций по производству мягких и рассольных сыров. – М.: Пром-сть, 2018. – 184 с.

