SUT MAHSULOTLARI TAYYORLASHDA ZAMONAVIY USULLARNI QO‘LLASH

Ismatova Nozima Xusniddin qizi
QDTU Shahrisabz oziq-ovqat muhandisligi fakulteti
Sadullayeva Shaxribonu Shuhrat qizi
QDTU Shahrisabz oziq-ovqat muhandisligi fakulteti
shahribonusadilloyeva@gmail.com
Shoymatova Xolida Qudrat qizi
QDTU Shahrisabz oziq-ovqat muhandisligi fakulteti
Xolmurodov Bahodir Bahrom o‘g’li
bahodirxolmurodov1994@gmail.com
QDTU Shahrisabz oziq-ovqat muhandisligi fakulteti v.v.b dots.

Anotatsiya. Ushbu maqolada sut mahsulotlarini ishlab chiqarishda zamonaviy texnologiyalarni qo‘llash masalalari tahlil qilingan. Xususan, sutni qayta ishlash jarayonlarida ultrafiltratsiya, mikrofiltratsiya, pastyerizatsiya, fermentatsiya va ultratovushli cho‘ktirish kabi ilg‘or usullarning samaradorligi o‘rganilgan. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, zamonaviy texnologiyalar sut mahsulotlarining sifatini oshirish, mikrobiologik xavfsizlikni ta’minlash va ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirishda muhim rol o‘ynaydi. Shuningdek, maqolada O‘zbekiston Respublikasi va jahonda sut ishlab chiqarish dinamikasi, iste’mol ko‘rsatkichlari va sanoat rivojlanishining istiqbollari yoritilgan. Zamonaviy texnologiyalarning iqtisodiy samaradorligi, ekologik ta’siri va sanoat miqyosida qo‘llash qulayligi bo‘yicha taqqoslamalar keltirilgan. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, sut mahsulotlarini ishlab chiqarishda ilg‘or yondashuvlardan foydalanish iste’molchilar talabiga javob beradigan, yuqori sifatli va xavfsiz mahsulotlar ishlab chiqarishga imkon yaratadi.

Kalit so‘zlar: sut mahsulotlari, sutni qayta ishlash, ultrafiltratsiya, mikrofiltratsiya, pastyerizatsiya, fermentatsiya, ultratovushli cho‘ktirish, oziq-ovqat texnologiyalari, sut sanoati, mikrobiologik xavfsizlik, ekologik samaradorlik.

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы применения современных технологий в производстве молочных продуктов. В частности, изучена эффективность передовых методов обработки молока, таких как ультрафильтрация, микрофильтрация, пастеризация, ферментация и ультразвуковая коагуляция. Исследования показывают, что современные технологии играют важную роль в повышении качества молочных продуктов, обеспечении микробиологической безопасности и оптимизации производственных процессов. Также в статье рассматриваются динамика производства молока в Республике Узбекистан и мире, показатели

ISSN 3030-3907

потребления и перспективы развития отрасли. Приводятся сравнительные характеристики экономической эффективности, экологического воздействия и удобства промышленного применения современных технологий. Результаты исследования показывают, что использование передовых подходов в производстве молочных продуктов позволяет выпускать качественные и безопасные продукты, отвечающие требованиям потребителей.

Ключевые слова: молочные продукты, переработка молока, ультрафильтрация, микрофильтрация, пастеризация, ферментация, ультразвуковая коагуляция, пищевые технологии, молочная промышленность, микробиологическая безопасность, экологическая эффективность.

Abstract. This article examines the application of modern technologies in dairy product manufacturing. Specifically, it analyzes the efficiency of advanced milk processing methods such as ultrafiltration, microfiltration, pasteurization, fermentation, and ultrasonic coagulation. Research indicates that modern technologies play a crucial role in improving dairy product quality, ensuring microbiological safety, and optimizing production processes. The article also explores milk production dynamics in Uzbekistan and globally, consumption indicators, and industry development prospects. Comparative assessments of economic efficiency, environmental impact, and industrial applicability of modern technologies are presented. The study results demonstrate that utilizing advanced approaches in dairy production enables the manufacturing of high-quality and safe products that meet consumer demands.

Keywords: dairy products, milk processing, ultrafiltration, microfiltration, pasteurization, fermentation, ultrasonic coagulation, food technologies, dairy industry, microbiological safety, environmental efficiency.

Kirish

Sut – bu sutemizuvchi hayvonlarning sut bezlari tomonidan ishlab chiqariladigan murakkab tabiiy mahsulot bo‘lib, inson organizmi uchun muvozanatli ozuqa moddalarining asosiy manbai hisoblanadi. Oziq-ovqat sanoatida sutning yuqori ozuqaviy qiymati va boy tarkibi uni pasterizatsiyalangan sut, yogurt, kefir, pishloq, qaymoq va sariyog‘ kabi mahsulotlar ishlab chiqarish uchun muhim xomashyo sifatida foydalanishga imkon beradi.

Sutning inson salomatligi uchun o‘rni juda katta bo‘lib, u suyak va tishlarning mustahkamligi, ovqat hazm qilish tizimining faoliyati, shuningdek, immunitet tizimini kuchaytirish uchun juda foydali hisoblanadi. Jahon sog‘liqni

ISSN 3030-3907

saqlash tashkiloti (WHO) tavsiyalariga ko‘ra, inson kuniga kamida 200-250 ml sut iste’mol qilishi kerak [1].

Bugungi kunda zamonaviy texnologiyalar yordamida sut mahsulotlarini ishlab chiqarish sifatni oshirish, saqlash muddatini uzaytirish va oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlash imkonini bermoqda . Xususan, gomogenizatsiya, fermentatsiya va membrana filtratsiyasi kabi ilg‘or usullar ishlab chiqarish jarayonlarini takomillashtirishga xizmat qilmoqda [2].

Sut ishlab chiqarish sanoati jahon oziq-ovqat tarmog‘ining eng yirik va muhim qismlaridan biri hisoblanadi. OECD-FAO Agricultural Outlook (2019-2028) ma’lumotlariga ko‘ra, 2018-yilda dunyoda 838 million tonna sut ishlab chiqarilgan, 2028-yilga borib esa bu ko‘rsatkich 981 million tonnaga etishi prognoz qilinmoqda [11]. Sut ishlab chiqarish bo‘yicha etakchi davlatlar qatoriga Hindiston (174 mln tonna), AQSh (98 mln tonna), Xitoy (35 mln tonna), Braziliya (34 mln tonna) va Rossiya (31 mln tonna) kiradi [3].

O‘zbekiston Respublikasi ham sut ishlab chiqarish bo‘yicha muntazam o‘sishga erishmoqda. Davlat statistika qo‘mitasi ma’lumotlariga ko‘ra, 2023-yilda mamlakatda 12,3 million tonna sut ishlab chiqarilgan va yillik o‘sish sur’ati 2-3% atrofida bo‘lgan [4]. Mamlakatda chorvachilikni rivojlantirish, zamonaviy texnologiyalarni joriy qilish va sut mahsulotlari ishlab chiqarishni avtomatlashtirish bo‘yicha davlat dasturlari ishlab chiqilgan bo‘lib, bu tarmoqni yanada rivojlantirishga xizmat qilmoqda.

Sut va sut mahsulotlari iste’moli bo‘yicha dunyoda sezilarli o‘zgarishlar kuzatilmoqda. Masalan, Yevropa davlatlarida kishi boshiga sut iste’moli yiliga 300-400 kg, Osiyoda esa 50-100 kg ni tashkil etadi [5].

Sut murakkab fizik-kimyoviy tarkibga ega bo‘lgan dispers tizim bo‘lib, kolloid, emulsiya va eritma fazalarini o‘z ichiga oladi. Sut tarkibidagi asosiy komponentlar quyidagilardan iborat:

- **Suv** – 87,3%
- **Oqsillar** (kazein, zardob oqsillari) – 3,25%
- **Yog‘lar** – 3,9%
- **Uglevodlar (laktosa)** – 4,6%
- **Minerallar** (kalsiy, fosfor, kaliy, natriy va boshqalar) – 0,65%
- **Vitaminlar** (A, D, B2, B12)

Sutning fizik xossalari ishlab chiqarish jarayonlarida katta ahamiyatga ega bo‘lib, u quyidagi xususiyatlarga ega:

- **Zichligi** – 1,028–1,030 g/cm³
- **pH darajasi** – 6,4–6,6
- **Qaynash harorati** – 101,17°C

ISSN 3030-3907

- **Muzlash harorati** – -0,55°C
- **Yuzaki taranglik** – yog‘ va oqsillar dispersiyasiga bog‘liq
- **Reologik xossalari** – sutsimon emulsiyaning viskozligi va turli harorat rejimlarida barqarorligi

Sutning fizik-kimyoviy tuzilishi uni fermentatsiya, pastyerizatsiya va qurutish jarayonlarida yuqori samarali ishlov berish imkonini beradi. Sanoat miqyosida homogenizatsiya, membrana texnologiyalari va pastyerizatsiya kabi usullar sutni qayta ishlashda keng qo‘llaniladi.

USULLAR (METHODS)

Sut mahsulotlarini ishlab chiqarishda qo‘llanilayotgan zamonaviy texnologiyalar

Zamonaviy sut sanoati sifat, samaradorlik va xavfsizlikni oshirish maqsadida ilg‘or texnologiyalarni qo‘llashga asoslangan. Ushbu texnologiyalar sut mahsulotlarining biologik qiymatini saqlash, saqlash muddatini uzaytirish va iste’molchilar talablariga javob berish uchun ishlab chiqilgan. Bugungi kunda quyidagi ilg‘or texnologiyalar keng qo‘llanilmoqda:

- Membranali filtratsiya texnologiyalari – sut tarkibidagi zarrachalar va mikroorganizmlarni ajratib olish uchun ultra-filtratsiya va mikrofiltratsiya usullari ishlatiladi [6].
- Issiqlik bilan ishlov berish – pastyerizatsiya va sterilizatsiya sutning xavfsizligini ta’minlash uchun asosiy jarayonlardan biri hisoblanadi [7].
- Biotexnologik yondashuvlar – probiyotik va prebiotiklar qo‘shish, fermentativ jarayonlar orqali sut mahsulotlarini ishlab chiqarish sifatini oshirish [8].
- Gomogenizatsiya – sut tarkibidagi yog‘ globulalarini kichraytirish orqali mahsulotning barqarorligi va hazm bo‘lish qobiliyatini oshirish [9].
- Quritish va kontsentratsiyalash – quruq sut va sut kukunlari ishlab chiqarish uchun spray-drying, freeze-drying texnologiyalari ishlatiladi [10].

Ushbu texnologiyalar yordamida sut mahsulotlarining sifat ko‘rsatkichlari yaxshilanadi, shuningdek, ishlab chiqarish jarayonlari iqtisodiy jihatdan samarali bo‘lishiga erishiladi.

Innovatsion jarayonlar: ultra-filtratsiya, mikrofiltratsiya, pastyorizatsiya va fermentatsiya usullari

Ultra-filtratsiya va mikrofiltratsiya

Ultra-filtratsiya (UF) va mikrofiltratsiya (MF) texnologiyalari sut mahsulotlarini tozalash, mikroorganizmlarni ajratib olish va sifatini oshirish uchun ishlatiladi.

ISSN 3030-3907

• Ultra-filtratsiya – yuqori bosim ostida membrana yordamida sut tarkibidan katta molekulalarni ajratib olish uchun qo‘llaniladi [11]. Ushbu jarayon pishloq, yogurt va quruq sut ishlab chiqarishda muhim ahamiyatga ega.

• Mikrofiltratsiya – mikroorganizmlarni sutdan ajratish va uning saqlash muddatini oshirish uchun ishlatiladi [12]. Yuqori sifatli pasterizatsiyalanmagan sut va uzoq saqlanadigan mahsulotlar ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladi.

Pastyerizatsiya

Pastyerizatsiya – bu sut tarkibidagi zararli mikroorganizmlarni yo‘qotish uchun issiqlik bilan ishlov berish usuli bo‘lib, uch asosiy turga bo‘linadi:

1. Past haroratli uzoq muddatli pastyerizatsiya (LTLT) – sutni 62-65°C da 30 daqiqa davomida qizdirish.
2. Yuqori haroratli qisqa muddatli pastyerizatsiya (HTST) – sutni 72-75°C da 15 soniya davomida qizdirish.
3. Ultra yuqori haroratli sterilizatsiya (UHT) – sutni 135-150°C da 2-5 soniya davomida qizdirish, bu esa mahsulotning saqlash muddatini keskin oshirish imkonini beradi [13].

Ushbu texnologiya sut mahsulotlarining xavfsizligini ta’minlaydi, lekin mikroelementlar va vitaminlarning buzilishiga olib kelishi mumkin, shuning uchun uni alternativ usullar bilan birlashtirish tavsiya etiladi.

Fermentatsiya

Fermentatsiya sut mahsulotlarini ishlab chiqarishda probiyotik va prebiotik mikroorganizmlar yordamida sifatni oshirish uchun ishlatiladigan biotexnologik jarayon hisoblanadi. Ushbu usul quyidagi afzalliklarga ega:

• Sutning biologik qiymatini oshirish – fermentatsiya davomida laktobakteriyalar va bifidobakteriyalar ko‘payib, foydali moddalarning hazm bo‘lishini yaxshilaydi.

• Saqlash muddatini uzaytirish – mikroorganizmlar tomonidan ishlab chiqarilgan organik kislotalar va antibakterial moddalari mahsulotning buzilish jarayonini sekinlashtiradi.

• Tuzilishi va ta’mini yaxshilash – fermentatsiya orqali yogurt, kefir va boshqa mahsulotlarning konsistensiyasi va ta’mi yaxshilanadi [14].

Fermentatsiya jarayoni probiyotik sut mahsulotlari, funksional yogurtlar va boshqa sog‘liq uchun foydali mahsulotlar ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladi.

Sut mahsulotlarini boyitish va biotexnologik yondashuvlar

Zamonaviy sut sanoati boyitish texnologiyalaridan foydalanib, mahsulotlarning oziqaviy qiymatini oshirishga qaratilgan. Quyidagi usullar keng tarqalgan:

ISSN 3030-3907

• Vitamin va mineral qo‘shish – D vitamini, kalsiy va temir kabi moddalar qo‘shish orqali mahsulotlar sifatini oshirish.

• Probiyotik va prebiotik qo‘shish – foydali mikroorganizmlar qo‘shib, ichak mikroflorasini yaxshilash va immunitetni oshirish.

• Biotexnologik modifikatsiya – fermentativ ishlov berish va genetik o‘zgartirilgan mikroorganizmlar yordamida mahsulotlarni yaxshilash [15].

Ushbu yondashuvlar zamonaviy sut sanoatida sifatli va foydali mahsulotlar ishlab chiqarishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Sutni cho‘ktirishning zamonaviy usullari

Sutni qayta ishlash sanoatida cho‘ktirish muhim jarayon bo‘lib, u pishloq ishlab chiqarish, zardob ajratish va mikroorganizmlarni kamaytirish kabi jarayonlarda keng qo‘llaniladi. An’anaviy cho‘ktirish usullari issiqlik bilan ishlov berish va kislotalash jarayonlariga asoslangan bo‘lsa, zamonaviy texnologiyalar yuqori samaradorlikka ega va mahsulot sifati, mikrobiologik xavfsizlik hamda iqtisodiy samaradorlikni oshirishga qaratilgan. Quyida sutni cho‘ktirishning zamonaviy usullari keltirilgan:

1. Ultrafiltratsiya va mikrofiltratsiya yordamida cho‘ktirish

• Ushbu texnologiyalar membrana filtratsiyasi tamoyiliga asoslanadi va sutdagi katta oqsil molekulalari, yog‘lar va bakteriyalarni ajratib olish uchun qo‘llaniladi.

• Pishloq ishlab chiqarishda ultrafiltratsiya pishloqning tuzilishini yaxshilaydi va oziq-ovqat chiqindilarini kamaytirish imkonini beradi.

• Mikrofiltratsiya yordamida sut mikroorganizmlardan tozalanadi, bu esa pastyerizatsiya jarayonining samaradorligini oshiradi [16].

2. Enzimatik cho‘ktirish

• Fermentlar yordamida sutni cho‘ktirish tabiiy usullardan biri bo‘lib, kimozin (rennet) va proteolitik fermentlar orqali sut oqsillarini koagulyatsiya qilishga asoslanadi [19].

• Bu usul yumshoq va qattiq pishloq ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladi va mahsulotning ta’mi hamda tuzilishini yaxshilaydi [17].

3. Elektrokimyoviy cho‘ktirish

• Ushbu texnologiya elektr maydoni ta’sirida sut tarkibidagi zarrachalarni ajratish orqali ishlaydi.

• Pishloq ishlab chiqarishda barqaror tuzilmani ta’minlaydi va kimyoviy moddalar ishlatilishini kamaytiradi [18].

4. Ultratovush yordamida cho‘ktirish

• Yuqori intensivlikdagi ultratovush to‘lqinlari sutdagi oqsillar va yog‘larni tezroq cho‘ktirish imkonini beradi [19].

ISSN 3030-3907

• Ushbu usul sut mahsulotlarining tuzilishini yaxshilash, ishlab chiqarish vaqtini qisqartirish va yog‘ va oqsillarni bir xil taqsimlash imkonini beradi.

Ultratovushli cho‘ktirishning boshqa usullardan afzalliklari

Ultratovushli cho‘ktirish usuli an’anaviy va boshqa zamonaviy usullarga nisbatan bir qator muhim afzalliklarga ega. Quyida uning asosiy ustunliklari keltirilgan:

- Ultratovushli texnologiya sut oqsillari va yog‘larini tez va samarali koagulyatsiya qilish imkonini beradi.
- Pishloq ishlab chiqarish jarayoni tezlashadi, bu esa ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytiradi.
- Oddiy cho‘ktirish jarayonlarida ba’zan notekis tuzilish va ajralish muammolari kuzatilsa, ultratovush bir xil va barqaror tuzilmani ta’minlaydi.
- Pishloq va boshqa mahsulotlarda yumshoq va nozik tuzilish hosil bo‘ladi.
- Ultratovush bakteriyalarni mexanik zararlash va issiqlik ta’siri bilan yo‘q qilishga yordam beradi, bu esa mikroorganizmlar miqdorini kamaytiradi [20].
- Bu usul antiseptik vositalar va qo‘shimcha kimyoviy ishlov berish jarayonlarini kamaytirish imkonini beradi.
- An’anaviy cho‘ktirish usullari ko‘p miqdorda kimyoviy moddalar ishlatilishini talab qilsa, ultratovush ekologik xavfsiz usul hisoblanadi.
- Ishlab chiqarish jarayonida kamroq chiqindi va ifloslantiruvchi moddalarning hosil bo‘lishi kuzatiladi.
- Ultrafiltratsiya va mikrofiltratsiya usullari bilan taqqoslaganda ultratovush kamroq energiya sarflaydi va mahsulot ishlab chiqarish jarayoni arzonroq bo‘ladi.
- An’anaviy issiqlik bilan ishlov berish jarayonlari ko‘proq energiya talab qiladi, ultratovush esa energiya tejamkor texnologiya hisoblanadi [21].
-

Xususiyatlar	Ultratovushli cho'ktirish	Issiqlik bilan cho'ktirish	Kimyoviy cho'ktirish	Fermentativ cho'ktirish
Ishlab chiqarish samaradorligi	Yuqori - sut oqsillarini tez va samarali koagulyatsiya qiladi	O'rtacha - uzoq jarayon talab qiladi	O'rtacha samaradorlik	Yuqori - fermentlar tabiiy koagulyatsiyani ta'minlaydi

ISSN 3030-3907

Sut mahsulotlarining tuzilishi	Bargavor va nozik tuzilish hosil qiladi	Ba'zan notekis tuzilish yuzaga kelishi mumkin	Ba'zan ko'proq mo'rt tuzilish kuzatilishi mumkin	Tabiiy va yumshoq tuzilish
Mikrobiologik xavfsizlik	Bakteriyalarni mexanik zararlash va issiqlik bilan yo'q qilish orqali xavfsizlikni oshiradi	Mikroblarni yo'qotish samarali, ammo ba'zan past haroratli yuz beradi	Kimyoviy reagentlar mikrofloraga ta'sir qiladi, lekin ba'zan qoldiqlar qolishi mumkin	Mikrobiologik xavfsizlik yuqori, ammo ferment qoldiqlari qolishi mumkin
Atrof-muhitga ta'siri	Kimyoviy moddalarsiz, ekologik xavfsiz	Ko'p energiya talab qiladi, ko'proq chiqindi	Kimyoviy moddalar foydali emas, ekologik xavfsiz emas	Ekologik xavfsiz, lekin maxsus sharoit talab qiladi
Energiyaning sarfi	Kam energiya talab qiladi, yuqori samaradorlik	Yuqori energiya sarfi	O'rtacha energiya sarfi	O'rtacha energiya sarfi
Mahsulot sifatiga ta'siri	Mahsulot sifatini saqlaydi, yog' va oqsillar bir xil taqsimlanadi	Ba'zi oziq moddalar buziladi, lazzat o'zgarishi mumkin	Kimyoviy qoldiqlar tufayli ba'zi mahsulotlar sifati pasayishi mumkin	Yaxshi lazzat va sifat saqlanadi
Texnologiyaning iqtisodiy samaradorligi	Past xarajatli, ishlab chiqarish jarayoni qisqa	Ishlab chiqarish xarajati yuqori	Ba'zan qimmat reagentlar talab qilinadi	O'rtacha narx talab qiladi, ba'zan fermentlar qimmat bo'lishi mumkin
Mahsulotning saqlash muddati	Saqlash muddati uzoq	O'rtacha - past temperaturali usullar uzoqroq	O'rtacha - ba'zan uzoqroq	Saqlash muddati uzaytirilishi mumkin

ISSN 3030-3907

		saqlash imkonini beradi	saqlash mumkin	
Qayta ishlash jarayonining davomiyligi	Qisqa - jarayon tez va samarali	Uzoq - jarayon davomiyligi katta	O'rtacha davomiylik	O'rtacha davomiylik
Sanoat miqyosida qo'llash qulayligi	Sanoat miqyosida qo'llash qulay va oson avtomatlashtiriladi	Sanoat miqyosida keng tarqalgan, lekin energiya talab yuqori	Sanoat miqyosida qo'llaniladi, lekin ekologik talablar cheklaydi	Sanoat miqyosida qo'llash oson, lekin ferment etkazib berish talab etiladi

NATIJA

Sutni qayta ishlash sanoati samaradorlik, mahsulot sifati va ekologik xavfsizlikni ta’minlash maqsadida turli xil zamonaviy cho‘ktirish texnologiyalarini joriy qilmoqda. Ultratovushli cho‘ktirish an’anaviy va zamonaviy boshqa usullarga qaraganda ko‘proq afzalliklarga ega bo‘lib, tezroq va samaraliroq cho‘ktirish, yuqori sifat, past energiya sarfi va ekologik xavfsizlik bilan ajralib turadi. Ushbu usul yordamida sut mahsulotlarini tezroq ishlab chiqarish, yuqori sifat va barqaror tuzilish hosil qilish hamda mikroorganizmlar sonini kamaytirish imkoniyati mavjud.

Zamonaviy sut sanoatida ultratovush texnologiyasi qo‘llanilishi ishlab chiqarish samaradorligini oshirib, yuqori sifatli mahsulotlarni ta’minlashga yordam beradi. Bu esa iste’molchilar talabiga javob beradigan sog‘lom va ekologik xavfsiz sut mahsulotlari ishlab chiqarishga yo‘l ochadi.

XULOSA

Sut mahsulotlarini qayta ishlash sanoati innovatsion texnologiyalarni joriy etish orqali jadal rivojlanmoqda. Zamonaviy usullar orasida ultratovushli cho‘ktirish texnologiyasi eng samarali va istiqbolli yo‘nalishlardan biri sifatida ajralib turadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, ushbu usul sut mahsulotlarining sifatini oshirish, mikrobiologik xavfsizlikni ta’minlash va ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirishda sezilarli ustunliklarga ega.

An’anaviy cho‘ktirish usullari, jumladan, issiqlik bilan ishlov berish, fermentativ va kimyoviy cho‘ktirish usullari ba’zan mahsulotning fizik-kimyoviy xususiyatlariga salbiy ta’sir ko‘rsatishi, energiya sarfini oshirishi va ishlab chiqarish xarajatlarini ko‘paytirishi mumkin. Ultratovushli texnologiya esa yuqori

ISSN 3030-3907

chastotali to‘lqinlar yordamida sut tarkibidagi oqsillar va yog‘larning tezroq koagulyatsiyasini ta’minlaydi. Natijada mahsulot tuzilishi yaxshilanadi, ishlab chiqarish jarayoni qisqaradi, hamda mahsulot sifatini saqlab qolgan holda uzoq muddat saqlash imkoniyati yaratiladi.

Bundan tashqari, ultratovushli cho‘ktirish usuli ekologik xavfsizlik jihatidan ham an’anaviy usullardan ustun turadi. Kimyoviy moddalar yoki qo‘shimcha konservantlardan foydalanishga ehtiyoj kamayib, chiqindilar miqdori minimallashtiriladi. Shuningdek, bu usul kam energiya talab qilishi sababli iqtisodiy samaradorlikni oshiradi. Ishlab chiqarish jarayonining avtomatlashtirilgan tizimlarga mosligi esa uni keng miqyosda qo‘llash imkoniyatini kengaytiradi.

Umuman olganda, ultratovushli cho‘ktirish texnologiyasining sut mahsulotlari sanoatida qo‘llanishi sohaning yanada innovatsion rivojlanishiga xizmat qiladi. Bu texnologiya yordamida ishlab chiqaruvchilar iste’molchilarga yuqori sifatli, xavfsiz va uzoq muddat saqlanadigan mahsulotlar etkazib bera olishadi. Kelajakda ushbu usulning kengroq tatbiq etilishi sut sanoatining ekologik, iqtisodiy va texnologik samaradorligini oshirishda muhim omil bo‘lishi kutilmoqda.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Givens D.I. MILK Symposium review: The importance of milk and dairy foods in the diets of infants, adolescents, pregnant women, adults, and the elderly // Journal of Dairy Science. 2020. Vol. 103, № 11. P. 9681–9699.

2. Rektor A., Vatai G. Application of membrane filtration methods for must processing and preservation // Desalination. 2004. Vol. 162. P. 271–277.

3. https://www.oecd.org/en/publications/2019/07/oecd-fao-agricultural-outlook-2019-2028_g1g9f52f.html?utm_source=chatgpt.com.

4. O‘zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo‘mitasi. O‘zbekiston Respublikasida sut ishlab chiqarish ko‘rsatkichlari, 2023-yil. [Elektron resurs]. URL: https://api.siat.stat.uz/media/uploads/sdmx/sdmx_data_1453.pdf.

5. OECD, Food and Agriculture Organization of the United Nations. OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028. OECD, 2019.

6. Barman S.R. et al. Membrane processes for removal of polyaromatic hydrocarbons from wastewater // Green Chemistry and Water Remediation: Research and Applications. Elsevier, 2021. P. 189–207.

ISSN 3030-3907

7. Dash K.K. et al. A comprehensive review on heat treatments and related impact on the quality and microbial safety of milk and milk-based products // Food Chemistry Advances. 2022. Vol. 1. P. 100041.

8. El Jeni R. et al. Invited review: “Probiotic” approaches to improving dairy production: Reassessing “magic foo-foo dust” // Journal of Dairy Science. 2024. Vol. 107, № 4. P. 1832–1856.

9. Ye A. et al. Effect of homogenization and heat treatment on the behavior of protein and fat globules during gastric digestion of milk // Journal of Dairy Science. 2017. Vol. 100, № 1. P. 36–47.

10. Baldelli A. et al. Spray freeze drying of dairy products: Effect of formulation on dispersibility // Journal of Food Engineering. 2022. Vol. 335. P. 111191.

11. Al-Akoum O., Ding L.H., Jaffrin M.Y. Microfiltration and ultrafiltration of UHT skim milk with a vibrating membrane module // Separation and Purification Technology. 2002. Vol. 28, № 3. P. 219–234.

12. Fernández García L., Álvarez Blanco S., Riera Rodríguez F.A. Microfiltration applied to dairy streams: removal of bacteria // J Sci Food Agric. 2013. Vol. 93, № 2. P. 187–196.

13. Melini F. et al. Raw and Heat-Treated Milk: From Public Health Risks to Nutritional Quality // Beverages. 2017. Vol. 3, № 4. P. 54.

14. García-Burgos M. et al. New perspectives in fermented dairy products and their health relevance // Journal of Functional Foods. 2020. Vol. 72. P. 104059.

15. Adinepour F. et al. Fortification/enrichment of milk and dairy products by encapsulated bioactive ingredients // Food Research International. 2022. Vol. 157. P. 111212.

16. Xu Z. et al. Chemical precipitation enabled UF and MF filtration for lead removal // Journal of Water Process Engineering. 2021. Vol. 41. P. 101987.

17. Rastmanesh S. et al. Enzymatically and chemically starch nanoparticles preparation using ultrasonication, precipitation and lyophilization post-treatments: Screening and characterization // International Journal of Biological Macromolecules. 2024. Vol. 277. P. 134506.

18. Brincoveanu O. et al. Prussian blue nanocubes growth by electrochemical deposition on sulfur-doped graphene as nanozyme: Optimization

ISSN 3030-3907

and application in the field of environmental sensors // Applied Surface Science Advances. 2025. Vol. 26. P. 100716.

19. Chen X. et al. A Comparative Study of Ultrasound and Thermal Processing: Effects on Stability and Protein Structure in Goat Milk // Journal of Dairy Science. 2025. P. S0022030225000487.

20. Piyasena P., Mohareb E., McKellar R.C. Inactivation of microbes using ultrasound: a review // International Journal of Food Microbiology. 2003. Vol. 87, № 3. P. 207–216.

21. Chen F., Zhang M., Yang C. Application of ultrasound technology in processing of ready-to-eat fresh food: A review // Ultrasonics Sonochemistry. 2020. Vol. 63. P. 104953.

ISSN 3030-3907