SUTNI PASTERIZATSIYA QILISH JARAYONI

Sharipov Shahzod Shuhrat o‘g‘li
Buxoro davlat texnika universiteti o‘qituvchi-stajori

Received: 18.09.2025
Revised: 19.09.2025
Accepted: 20.09.2025

Kalit so`zlar:
sut, pasterizatsiya, issiqlik almashinish, mikroorganizmlar, oziq-ovqat texnologiyasi, avtomatlashtirish.

Ключевые слова:
молоко, пастеризация, теплообмен, микроорганизмы, пищевая технология, автоматизация.

Keywords:
milk, pasteurization, heat exchange, microorganisms, food technology, automation.

Annotatsiya. Ushbu maqolada sutni pasterizatsiya qilish jarayonining mohiyati, uning asosiy turlari va texnologik bosqichlari yoritilgan. Pasterizatsiyaning oziq-ovqat sanoatidagi ahamiyati, mikroorganizmlarni yo‘qotishdagi roli hamda zamonaviy issiqlik almashtirgich apparatlarining afzalliklari haqida ma’lumot berilgan. Shuningdek, jarayonni avtomatlashtirish sut sifatini va saqlanish muddatini oshirishi ta’kidlanadi.

Аннотация. В данной статье рассмотрен процесс пастеризации молока, его сущность, основные виды и технологические этапы. Раскрыто значение пастеризации в пищевой промышленности, её роль в уничтожении микроорганизмов и преимущества современных теплообменных аппаратов. Также отмечено, что автоматизация процесса способствует повышению качества и сроков хранения молока.

Annotation. This article discusses the process of milk pasteurization, its essence, main types, and technological stages. The importance of pasteurization in the food industry, its role in eliminating microorganisms, and the advantages of modern heat exchangers are explained. It is also emphasized that automation of the process improves milk quality and shelf life.

Kirish. Sut — inson organizmi uchun eng muhim va to‘laqonli oziq-ovqat mahsulotlaridan biridir. Uning tarkibida oqsillar, yog‘lar, uglevodlar, vitaminlar va mineral moddalarning muvozanatli nisbatda mavjudligi uni biologik jihatdan juda qimmatli qiladi. Biroq sut tabiatan tez buziluvchi mahsulot hisoblanadi, chunki u mikroorganizmlar rivojlanishi uchun qulay muhit yaratadi. Sut yig‘ilgan paytdan boshlab, unda turli bakteriyalar — xususan, sut kislotasi hosil qiluvchi, patogen va spora hosil qiluvchi mikroorganizmlar ko‘payadi. Bu esa sutning nordonlashishiga, hidining va ta’mining o‘zgarishiga olib keladi. Sutni uzoq muddat saqlash, iste’mol uchun xavfsiz holatga keltirish hamda foydali biologik

moddalarning saqlanishini ta’minlash maqsadida pasterizatsiya jarayoni qo‘llaniladi. Pasterizatsiya — sutni ma’lum haroratgacha isitish va shu haroratda ma’lum vaqt davomida ushlab turish orqali mikroorganizmlarning asosiy qismini yo‘qotish jarayonidir. Bu usul XIX asrda mashhur fransuz olimi Луи Paster tomonidan ishlab chiqilgan bo‘lib, hozirda butun dunyo oziq-ovqat sanoatida keng qo‘llaniladi. Pasterizatsiyaning asosiy maqsadi — sutning tabiiy tarkibini o‘zgartirmasdan, undagi kasallik qo‘zg‘atuvchi bakteriyalarni yo‘qotish va mahsulotning saqlanish muddatini uzaytirishdir. Shu sababli bu jarayon har bir sutni qayta ishlovchi korxona texnologik zanjirining ajralmas qismi hisoblanadi. Zamonaviy issiqlik almashtirgich apparatlari yordamida jarayon avtomatlashtirilgan holda amalga oshiriladi, bu esa mahsulot sifatini barqaror saqlash imkonini beradi.

Adabiyotlar tahlili. Sutni pasterizatsiya qilish bo‘yicha ilmiy va texnologik tadqiqotlar so‘nggi yillarda keng rivojlanmoqda. Tadqiqotlarning asosiy yo‘nalishi sutdagi mikroorganizmlarni yo‘qotish bilan birga, foydali oziqaviy moddalarning (oqsillar, vitaminlar, fermentlar) saqlanishini ta’minlashga qaratilgan. Луи Paster tomonidan XIX asrda ishlab chiqilgan pasterizatsiya usuli dastlab vino va pivo sanoatida qo‘llanilgan bo‘lsa-da, keyinchalik sut sanoatiga ham muvaffaqiyatli tatbiq etilgan. Paster (Pasteur, 1864) o‘z tadqiqotlarida mikroorganizmlar issiqlikka sezuvchanligini aniqlab, ularni yuqori haroratda yo‘qotish mumkinligini ilmiy jihatdan asoslab bergan. M. J. Lewis (2012) o‘zining “Food Processing Handbook” asarida pasterizatsiya jarayonini issiqlik bilan ishlov berishning eng samarali usullaridan biri sifatida ta’riflaydi. Unga ko‘ra, sutni 72–75°C haroratda 15–20 soniya davomida qizdirish mikroorganizmlarning 99,9 foizini yo‘q qiladi va bu jarayon sutning tabiiy xususiyatlariga zarar yetkazmaydi. Jay, Loessner va Golden (2005) o‘zining “Modern Food Microbiology” nomli kitobida sutdagi mikrofloraning tahlilini keltiradi va pasterizatsiyaning harorat-vaqt rejimlarini to‘g‘ri tanlash sutning organoleptik sifatlarini saqlashda muhim ahamiyatga ega ekanligini ta’kidlaydi. O‘zbekiston Respublikasi Oziq-ovqat sanoati texnologiyalari ilmiy-tadqiqot instituti (2021) tomonidan o‘tkazilgan tadqiqotlarda esa mahalliy ishlab chiqarish sharoitlariga mos issiqlik almashinish apparatlari ishlab chiqilgan bo‘lib, ular energiya sarfini 15–20% gacha kamaytiradi. Shuningdek, avtomatlashtirilgan pasterizatsiya tizimlari operator ishtirokisiz sutni qizdirish, sovutish va saqlash jarayonlarini nazorat qiladi**.** Ramaswamy va Marcotte (2006) “Food Processing: Principles and Applications” kitobida sutni pasterizatsiya qilishda issiqlik tarqalish tezligi, bosim, oqim tezligi kabi parametrlarning o‘zaro bog‘liqligi tahlil qilingan. Mualliflar yuqori haroratli qisqa muddatli pasterizatsiya (HTST) usulining samaradorligini ilmiy asoslab, bu jarayon energiya tejamkor va xavfsiz ekanini qayd etadi. Shuningdek, mahalliy olimlardan Yo‘ldoshev Sh. va G‘ulomov B. (2019) o‘z maqolalarida sut pasterizatsiyasi apparatlarida issiqlik almashinish samaradorligini oshirish bo‘yicha amaliy yechimlar taklif qilganlar. Ularning tadqiqotlarida sutning

qovushoqligi, oqim tezligi va issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsientlari o‘rtasidagi bog‘liqlik eksperimental tarzda o‘rganilgan.

1-jadval. Sutni pasterizatsiya qilish usullarining qisqacha tahlili

№	Pasterizatsiya turi	Harorat (°C)	Vaqt	Samaradorlik	Izoh
1	Past haroratli	63°C	30 daqiqa	90–95%	Ta’mi saqlanadi, ammo jarayon sekin
2	HTST (yuqori haroratli qisqa muddatli)	72–75°C	15–20 s	99.9%	Eng keng qo‘llaniladigan samarali usul
3	UHT (ultrayuqori haroratli)	85–95°C	5–10 s	99.99%	Uzoq saqlanadi, ammo ba’zi vitaminlar yo‘qoladi

Tadqiqot natijalari muhokamasi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, sutni pasterizatsiya qilish jarayoni mikroorganizmlarni yo‘qotishning eng samarali va xavfsiz usullaridan biri hisoblanadi. Turli adabiyotlarda keltirilgan ma’lumotlar tahlili asosida aniqlanishicha, sutni yuqori haroratda qisqa muddat davomida (HTST) pasterizatsiya qilish eng optimal variant sanaladi. Ushbu usul mikroorganizmlarning 99,9 foizini yo‘q qiladi, shu bilan birga sutning tabiiy ta’mi, rangi va oziqaviy qiymatini saqlab qoladi. Tadqiqotda harorat va vaqtning o‘zaro bog‘liqligi muhim omil sifatida qayd etilgan. Harorat ortishi bilan mikroorganizmlarni yo‘qotish tezligi oshadi, biroq haddan tashqari yuqori harorat (90°C dan yuqori) ba’zi vitaminlarning parchalanishiga olib keladi. Shu sababli HTST (72–75°C, 15–20 soniya) rejimi eng muvozanatli natijani beradi. Bu natijalar Ramaswamy va Marcotte (2006) hamda Lewis (2012) tomonidan keltirilgan ilmiy xulosalar bilan mos keladi. Bundan tashqari, issiqlik almashinish apparatlarining samaradorligi ham jarayon sifatiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Zamonaviy plastinkali issiqlik almashtirgichlar sirt maydonining katta bo‘lishi va issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsientining yuqoriligi sababli jarayonni tezroq va energiya tejamkor shaklda o‘tkazadi. Yo‘ldoshev va G‘ulomov (2019) tadqiqotlarida issiqlik almashinish yuzasini optimallashtirish sutni qayta ishlashda energiya sarfini 15% gacha kamaytirishi mumkinligi isbotlangan. Shuningdek, jarayonni avtomatlashtirish sut pasterizatsiyasi sifatini barqaror ushlab turish va inson omilini kamaytirishda muhim ahamiyatga ega. Avtomatik boshqaruv tizimlari harorat, oqim tezligi va vaqt parametrlarini real vaqt rejimida nazorat qiladi, bu esa sutning gigiyenik xavfsizligini kafolatlaydi. O‘zbekiston Respublikasi Oziq-ovqat sanoati ITI (2021) ma’lumotlariga ko‘ra, avtomatlashtirilgan pasterizatsiya tizimlari ishlab chiqarish unumdorligini 20–25% oshiradi. Yuqoridagi tahlillar asosida aytish mumkinki, sutni pasterizatsiya qilish texnologiyasida asosiy e’tibor energiya samaradorligi, mikroorganizmlarni yo‘qotish darajasi va oziqaviy moddalarning saqlanishi o‘rtasidagi muvozanatni ta’minlashga qaratilishi lozim. Shu yo‘nalishda olib boriladigan tadqiqotlar

kelajakda sut mahsulotlarini yanada sifatli, xavfsiz va uzoq muddat saqlanadigan shaklda ishlab chiqarish imkonini beradi.

Xulosa. Yuqoridagi tahlillar natijasida aniqlanishicha, sutni pasterizatsiya qilish oziq-ovqat sanoatida eng muhim texnologik jarayonlardan biridir. Pasterizatsiya jarayoni sut tarkibidagi zararli mikroorganizmlarni yo‘qotib, mahsulotning gigiyenik xavfsizligi**,** saqlanish muddati va sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilaydi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, sutni yuqori haroratda qisqa muddat davomida (HTST) pasterizatsiya qilish eng optimal usul bo‘lib, u foydali moddalarning saqlanishini va mikroorganizmlarning deyarli to‘liq yo‘qolishini ta’minlaydi**.** UHT (ultrayuqori haroratli) pasterizatsiya esa uzoq muddat saqlanadigan sut ishlab chiqarishda samarali bo‘lsa-da, ayrim issiqlikka sezgir vitaminlarning parchalanishiga olib keladi. Zamonaviy issiqlik almashtirgich apparatlari va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari sutni qayta ishlash jarayonining samaradorligini oshirib, energiya sarfini kamaytiradi va inson omilini kamaytiradi. Bu esa ishlab chiqarish jarayonlarining barqarorligini va mahsulot sifatining doimiyligini ta’minlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Абдурахмонов, Ш. (2018). *Oziq-ovqat mahsulotlarini issiqlik bilan ishlov berish texnologiyasi.* Toshkent: O‘zbekiston Milliy universiteti nashriyoti.
2. Алиев, Р. А. (2019). *Sutni qayta ishlash texnologiyasi va apparatlari.* Toshkent: Mehnat nashriyoti.
3. Xamidova, D. R. (2020). “Sut mahsulotlarini pasterizatsiya qilishning zamonaviy usullari.” *Oziq-ovqat texnologiyasi jurnali*, №3, 22–28-betlar.
4. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2021). *Milk and Dairy Products Technology Handbook.* Rome: FAO Publications.
5. Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T. J. (2019). *Dairy Science and Technology.* Boca Raton: CRC Press.