



UDK:637.133.7

SUT ZARDOBINI QAYTA ISHLASH, KONSENTRLASH VA QURITISH TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH

Ishniyazova Sh.A. Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va
biotexnologiyalar universiteti k.f.n., dotsent,
pochta : ishniyazova04@gmail.com

Boymirzaev H.X. Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va
biotexnologiyalar universiteti assistent
pochta : husniddin_boymirzayev@ssuv.uz

Annotatsiya: Ushbu maqolada sut va sut mahsulotlarini qayta ishlash jarayonida hosil bo'ladigan sut zardobidan samarali foydalanish, uning tarkibidagi qimmatli oziqaviy komponentlarni saqlab qolish hamda yuqori qo'shilgan qiymatga ega mahsulotlar olish imkoniyatlari tahlil qilingan. Sut zardobi tarkibida laktoza, zardob oqsillari, mineral moddalar, vitaminlar va biologik faol komponentlar mavjudligi sababli uni ikkilamchi xomashyo sifatida qayta ishlash muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Tadqiqot va adabiyotlar tahlili asosida zardobni dastlabki tozalash, membranali filtrlash, konsentrlash, laktozani kristallash hamda purkagichli quritish bosqichlarining mahsulot sifatiga ta'siri ko'rib chiqilgan. Ayniqsa, ultrafiltratsiya, nanofiltratsiya va teskari osmos usullaridan foydalanish orqali zardob tarkibiy qismlarini maqsadli ajratish va quritish jarayonining samaradorligini oshirish imkoniyatlari asoslangan. Quritishdan oldingi laktozani qisman kristallash kukunning yopishib qolishi va kesaklanishini kamaytirishda muhim texnologik bosqich ekanligi ko'rsatildi.

Kalit so'zlar: sut zardobi, zardob oqsili, laktoza, ultrafiltratsiya, nanofiltratsiya, teskari osmos, konsentrlash, purkagichli quritish, kristallash, quritilgan zardob kukuni.

Аннотация: В статье проанализированы возможности эффективного использования молочной сыворотки, образующейся в процессе переработки молока и молочных продуктов, сохранения содержащихся в ней ценных пищевых компонентов, а также получения продуктов с высокой добавленной стоимостью. Благодаря наличию в составе молочной сыворотки лактозы, сывороточных белков, минеральных веществ, витаминов и биологически активных компонентов её переработка в качестве вторичного сырья имеет важное научно-практическое значение. На основе анализа результатов исследований и литературных источников рассмотрено влияние этапов предварительной очистки сыворотки, мембранной фильтрации, концентрирования, кристаллизации лактозы и распылительной сушки на качество получаемого продукта. Особое внимание уделено возможности целенаправленного разделения компонентов сыворотки и



повышения эффективности процесса сушки посредством ультрафильтрации, нанофильтрации и обратного осмоса. Показано, что частичная кристаллизация лактозы перед сушкой является важным технологическим этапом, позволяющим снизить склонность порошка к налипанию и комкованию.

Ключевые слова: молочная сыворотка, сывороточные белки, лактоза, ультрафильтрация, нанофильтрация, обратный осмос, концентрирование, распылительная сушка, кристаллизация, сухой порошок сыворотки.

Abstract: This article analyzes the effective utilization of whey generated during the processing of milk and dairy products, the preservation of its valuable nutritional components, and the potential for producing high-value-added products. Due to the presence of lactose, whey proteins, minerals, vitamins, and biologically active compounds, the processing of whey as a secondary raw material is of significant scientific and practical importance. Based on a review of research findings and the relevant literature, the effects of preliminary whey purification, membrane filtration, concentration, lactose crystallization, and spray drying on product quality were examined. Particular attention was given to the potential of ultrafiltration, nanofiltration, and reverse osmosis for the targeted separation of whey components and improving the efficiency of the drying process. It was demonstrated that partial crystallization of lactose prior to drying is an important technological step that can reduce powder stickiness and caking, thereby improving the technological properties and quality of the resulting whey powder.

Keywords: whey, whey proteins, lactose, ultrafiltration, nanofiltration, reverse osmosis, concentration, spray drying, crystallization, dried whey powder.

Kirish. Sutni qayta ishlash sanoatida pishloq, tvorog, suzma va boshqa mahsulotlarni ishlab chiqarish jarayonida katta miqdorda sut zardobi hosil bo'ladi. Sut zardobi ilgari ko'p hollarda ikkilamchi yoki chiqindi mahsulot sifatida qaralgan bo'lsa-da, zamonaviy oziq-ovqat texnologiyalarining rivojlanishi natijasida uning tarkibidagi oqsil, laktoza va mineral moddalardan yuqori samaradorlik bilan foydalanish imkoniyatlari kengaymoqda.

Sut zardobi tarkibining asosiy qismini laktoza tashkil etadi. Quruq moddalarning katta qismi laktozadan iborat bo'lib, zardob oqsillari esa yuqori biologik va oziqaviy qiymatga ega. Zamonaviy membranali texnologiyalar yordamida zardob oqsillarini laktoza va mineral moddalardan qisman ajratish, ularni konsentrlash va alohida oziq-ovqat ingredientlari sifatida foydalanish mumkin.

Sut zardobidan foydalanishning yana bir muhim jihati ekologik muammolarni kamaytirish bilan bog'liq. Zardob tarkibidagi organik moddalar yuqori bo'lganligi sababli uni to'g'ridan-to'g'ri atrof-muhitga chiqarish suv havzalariga tushadigan biologik va kimyoviy yuklamani oshirishi mumkin. Shu sababli zardobni chiqindi emas, balki qayta ishlanadigan ikkilamchi xomashyo sifatida ko'rib chiqish maqsadga muvofiq.



Ilmiy manbalarda zardob tarkibidagi oqsillarni ultrafiltratsiya yordamida konsentrlash, laktozani esa membranali ajratish, bug'latish, kristallash va quritish orqali qayta ishlash imkoniyatlari ko'rsatilgan.

Shu sababli sut zardobini qayta ishlashning energiya va resurslarni tejaydigan, mahsulot sifatini saqlab qoladigan hamda iqtisodiy jihatdan samarali texnologiyasini ishlab chiqish dolzarb ilmiy-amaliy masalalardan biridir.

TADQIQOTNING MAQSADI

Tadqiqotning asosiy maqsadi sut zardobini qayta ishlash, tarkibiy qismlarini konsentrlash va quritish jarayonlarini takomillashtirish orqali oziqaviy qiymati yuqori, saqlashga chidamli va texnologik xususiyatlari yaxshilangan zardob mahsulotini olishning samarali texnologik sxemasini asoslashdan iborat.

Ushbu maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi:

- sut zardobining asosiy fizik-kimyoviy xususiyatlarini o'rganish;
- zardobni dastlabki tozalash va tayyorlash bosqichlarini tahlil qilish;
- membranali filtrlash usullarining samaradorligini baholash;
- zardobni konsentrlash imkoniyatlarini aniqlash;
- laktozaning kristallanish jarayonini o'rganish;
- purkagichli quritish jarayonining asosiy texnologik parametrlarini tahlil qilish;
- quritilgan zardob kukunining namligi, eruvchanligi va saqlanish xususiyatlarini baholash;
- qayta ishlashning chiqindisiz yoki kam chiqindili texnologik sxemasini taklif qilish.

MATERIALLAR VA TADQIQOT USULLARI

Tadqiqot obyekti sifatida pishloq va boshqa sut mahsulotlarini ishlab chiqarish jarayonida hosil bo'ladigan sut zardobi qabul qilinadi.

Zardobni qayta ishlashning texnologik jarayoni quyidagi asosiy bosqichlarni o'z ichiga oladi:

sut zardobi, dastlabki tozalash, yog'sizlantirish, mikrofiltratsiya, ultrafiltratsiya, konsentrlash, laktozani kristallash, purkagichli quritish, sovitish, qadoqlash, saqlash.

Zardobning sifat ko'rsatkichlarini baholashda quyidagi fizik-kimyoviy ko'rsatkichlardan foydalanish mumkin:

- namlik;
- quruq moddalar miqdori;
- oqsil miqdori;
- laktoza miqdori;
- yog' miqdori;
- kul miqdori;
- titrlanadigan kislotalik;



- faol kislotalik (pH);
- zichlik;
- eruvchanlik;
- gigroskopiklik.

Namlik va quruq moddalar miqdorini aniqlash quritish usuli asosida, pH ko'rsatkichini potensiometrlik usulda, titrlanadigan kislotalikni titrometrlik usulda aniqlash mumkin.

Zardob oqsillarini konsentrlashda membranali texnologiyalardan foydalanish maqsadga muvofiq. Xususan, ultrafiltratsiya yordamida oqsillar membranada ushlanib, laktoza va ayrim mineral komponentlar permeat tarkibiga o'tadi. Bunday usul zardob oqsillarining oziqaviy va funksional xususiyatlarini saqlab qolish imkonini beradi.

Konsentrlangan zardobni quritishdan oldin laktozaning kristallanish jarayonini boshqarish muhim hisoblanadi. Chunki amorf holatdagi laktoza quritish vaqtida yopishqoq holatga o'tib, quritish qurilmasi devorlariga yopishish va tayyor kukunning kesaklanishiga olib kelishi mumkin.

NATIJALAR VA ULARNING TAHLILI

Sut zardobini qayta ishlashda texnologik jarayonning har bir bosqichi yakuniy mahsulot sifatiga ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli qayta ishlash texnologiyasini alohida operatsiyalar yig'indisi sifatida emas, balki o'zaro bog'langan yagona tizim sifatida ko'rib chiqish zarur.

Zardobni dastlabki tayyorlash

Yangi olingan zardob tarkibida kazein zarrachalari, yog' tomchilari va boshqa mexanik aralashmalar bo'lishi mumkin. Shu sababli qayta ishlashning dastlabki bosqichida zardobni mexanik aralashmalardan ajratish va yog' miqdorini kamaytirish maqsadga muvofiq.

Dastlabki tozalash membranalar yuzasida ifloslanish va tiqilib qolish jarayonlarini kamaytiradi. Bu esa keyingi membranali jarayonlarning barqarorligini oshirishga xizmat qiladi.

Membranali konsentrlash

Zardobni qayta ishlashda membranali texnologiyalar alohida ahamiyatga ega. Ultrafiltratsiya yordamida oqsil fraksiyasini konsentrlash mumkin. Nanofiltratsiya va teskari osmos esa suv va ayrim erigan komponentlarni kamaytirish hamda keyingi quritish jarayoniga tayyorlashda qo'llanilishi mumkin.

Membranali ajratishning muhim afzalligi shundaki, jarayon nisbatan past haroratlarda amalga oshirilishi mumkin. Bu esa issiqlikka sezgir zardob oqsillarining funksional xususiyatlarini saqlash uchun muhimdir.

Ilmiy adabiyotlarda ultrafiltratsiya orqali zardob oqsillarini konsentrlash va keyinchalik quritish oziq-ovqat sanoatida keng qo'llaniladigan texnologik yo'nalishlardan biri sifatida ko'rsatilgan.

Laktozani kristallash



Zardob tarkibidagi laktoza quritilgan mahsulotning fizik xususiyatlarini belgilovchi asosiy komponentlardan biridir. Laktozaning amorf holatda yuqori miqdorda qolishi kukunning gigroskopikligini oshirishi va saqlash vaqtida kesaklanishiga sabab bo'lishi mumkin.

Shuning uchun konsentrlashdan keyingi bosqichda laktozaning nazorat qilinadigan kristallanishini amalga oshirish muhim hisoblanadi.

Laktozani oldindan kristallash quritish jarayonida yopishish muammolarini kamaytirib, kukunning saqlanish barqarorligini yaxshilashi mumkin.

Purkagichli quritish

Zardobni kukun holiga keltirishda purkagichli quritish eng muhim sanoat texnologiyalaridan biridir. Ushbu jarayonda konsentrlangan zardob mayda tomchilar holida quritish kamerasiga purkaladi va issiq havo ta'sirida namlik tez bug'lanadi.

Quritish jarayonida quyidagi parametrlarni nazorat qilish talab etiladi:

- kiruvchi havo harorati;
- chiqayotgan havo harorati;
- konsentratning quruq modda miqdori;
- purkash tezligi;
- havo oqimining tezligi;
- tomchi zarrachalarining o'lchami;
- quritish vaqti;
- tayyor kukunning namligi.

Purkagichli quritishning asosiy muammolaridan biri zardob kukunining quritish kamerasiga yopishishi va tayyor mahsulotning kesaklanishidir. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, bu jarayonda laktozaning holati, namlik, harorat va saqlash sharoitlari muhim rol o'ynaydi.

Qurtilgan zardob kukunining sifat ko'rsatkichlari

Tayyor mahsulot sifatini baholashda uning namligi, eruvchanligi, ranggi, hidi, ta'mi, zarracha tuzilishi va saqlash davridagi barqarorligi hisobga olinadi.

Yuqori sifatli zardob kukuni:

- bir xil rangga;
- o'ziga xos sut mahsulotlariga xos hid va ta'mga;
- yaxshi eruvchanlikka;
- past namlikka;
- kam gigroskopiklikka;
- saqlash davomida kam kesaklanishga ega bo'lishi kerak.

Zardob kukunining fizik xususiyatlariga oqsil, laktoza va mineral moddalar nisbati bilan birga zarracha o'lchami, morfologiyasi va g'ovakligi ham ta'sir ko'rsatadi. Zamonaviy



tadqiqotlarda aynan ushbu omillar kukunning qayta eritilish xususiyatlarini yaxshilashda muhimligi qayd etilgan.

TAKLIF ETILAYOTGAN TEXNOLOGIK SXEMA

Tahlil qilingan ma'lumotlar asosida sut zardobini qayta ishlash uchun quyidagi texnologik ketma-ketlikni tavsiya etish mumkin:

Sut zardobi

Dastlabki filtrlash

Sovitish va vaqtinchalik saqlash

Separatsiyalash

Mikrofiltratsiya

Ultrafiltratsiya

Zardob oqsili konsentrati + laktozaga boy permeat

Teskari osmos/nanofiltratsiya orqali konsentrlash

Laktozani kristallash

Purkagichli quritish

Sovitish va elash

Qadoqlash

Tayyor zardob kukuni

Bunday yondashuv zardobning alohida komponentlarini maqsadli ravishda ajratib olish va ulardan bir nechta qo'shimcha mahsulotlar ishlab chiqarish imkonini beradi.

TEXNOLOGIYANING ILMIY-AMALIY AHAMIYATI

Taklif etilayotgan texnologiyaning muhim jihati zardobni oddiy chiqindi sifatida utilitatsiya qilish o'rniga undan yuqori qo'shilgan qiymatga ega oziq-ovqat ingredientlarini olish imkoniyatidir.

Zardob oqsili konsentratlari funksional oziq-ovqat mahsulotlari, oqsilga boy ichimliklar va boshqa oziq-ovqat mahsulotlarida qo'llanishi mumkin. Laktozaga boy fraksiyadan esa laktoza olish, fermentatsiya jarayonlarida foydalanish yoki boshqa texnologik mahsulotlar ishlab chiqarish imkoniyati mavjud.

Bunday kompleks qayta ishlash yondashuvi chiqindilar miqdorini kamaytirish bilan birga xomashyodan foydalanish samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

XULOSA

Olib borilgan adabiyotlar tahlili va texnologik yondashuvlar asosida quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

1. Sut zardobi tarkibidagi oqsil, laktoza va mineral moddalar sababli yuqori potensialga ega ikkilamchi sut xomashyosi hisoblanadi.



2. Zardobni qayta ishlash uning atrof-muhitga tushadigan organik yuklamasini kamaytirish va qo'shimcha oziq-ovqat mahsulotlari olish imkonini beradi.
3. Ultrafiltratsiya zardob oqsillarini konsentrlash uchun samarali membranali texnologiyalardan biri bo'lib, oqsil fraksiyasini maqsadli ajratish imkonini beradi.
4. Teskari osmos va nanofiltratsiyadan foydalanish zardobni quritishdan oldin konsentrlash va energiya sarfini kamaytirish imkoniyatini beradi.
5. Laktozani quritishdan oldin nazorat qilinadigan kristallash tayyor kukunning yopishib qolishi va kesaklanishini kamaytirish uchun muhim texnologik bosqich hisoblanadi.
6. Purkagichli quritishda harorat, konsentratning quruq modda miqdori, purkash tezligi va namlikni boshqarish tayyor mahsulot sifatiga bevosita ta'sir qiladi.
7. Sut zardobini oqsil va laktoza fraksiyalariga kompleks qayta ishlash chiqindisiz yoki kam chiqindili oziq-ovqat texnologiyasini shakllantirish uchun istiqbolli yo'nalish hisoblanadi.
8. Keyingi tadqiqotlarda zardobning optimal konsentratsiyasi, membrana bosimi, harorat, laktozani kristallash sharoitlari va purkagichli quritish parametrlarini eksperimental ravishda aniqlash zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ozel B., McClements D.J., Arkan C., Kaner O., Oztop M.H. Challenges in dried whey powder production: Quality problems. *Food Research International*. 2022. Vol. 160. Article 111682.
2. Paterson A.H.J. Lactose processing: From fundamental understanding to industrial application. *International Dairy Journal*. 2017. Vol. 67. P. 80–90.
3. Neville J. Developments in whey protein and lactose permeate production processes and their relationship to specific product attributes. *International Journal of Dairy Technology*. 2006. Vol. 59. P. 67–69.
4. A review on approaches for efficient recovery of whey proteins from dairy industry effluents. *Journal of Food Engineering*. 2018.
5. Separation Technologies for Whey Protein Fractionation. *Food Engineering Reviews*. 2023.
6. Buchanan P. et al. Recent advances in whey processing and valorisation: Technological and environmental perspectives. *International Journal of Dairy Technology*. 2023.
7. Lactose in dairy ingredients: Effect on processing and storage stability. *Journal of Dairy Science*.
8. Ren J. et al. Toward improving the rehydration of dairy powders: A comprehensive review of applying physical technologies. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2025.



9. Fayziev J.S., Qurbonov J.M. Oziq-ovqat mahsulotlari tadqiqotining fizik-kimyoviy uslublari. O'quv qo'llanma. Toshkent: Ilm-ziyo, 2009.
10. Mo'minov N.N., Fayziyev J.S., Ishniyazova Sh.A. Pishloq tayyorlash texnologiyasi. O'quv qo'llanma. Toshkent, 2022.