

OZIQ-OVQAT MAHSULOTLARINI QAYTA ISHLASHDA ELEKTR ENERGIYASIDAN FOYDALANISHNING FIZIK ASOSLARI

Shaxobiddinova Zulxumor Zuxriddin qizi

Andijon davlat texnika instituti

“Oziq-ovqat texnologiyasi” yo’nalishi 1-kurs talabasi

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19889240>

Mazkur ilmiy ishda oziq-ovqat sanoatida elektr energiyasidan foydalanishning fizik mexanizmlarini har tomonlama va chuqur yoritishga bag’ishlangan. Elektr tokining issiqlik hosil qilish qobiliyati, dielektrik materiallarning o’zgaruvchan elektr maydonida qizishi, impulsli elektr maydonining tirik hujayralarga ta’siri, elektromagnit induksiya hodisasi, gaz razryadi natijasida hosil bo’ladigan sovuq plazma hamda ultratovushning suyuq muhitda keltirib chiqaradigan kavitatsiya jarayonlari batafsil tahlil qilinadi.

Elektr energiyasidan foydalanish oziq-ovqat materiallariga to’g’ridan-to’g’ri yoki bilvosita ta’sir etuvchi turli xil fizik mexanizmlarni ishga solish imkonini beradi. Ba’zi usullarda elektr toki bevosita issiqlik manbai sifatida xizmat qilsa, boshqa usullarda elektr energiyasi mexanik tebranishlar, magnit maydon yoki plazma hosil qilish uchun ishlatiladi. Har bir bandeda fizik hodisaning mohiyati, uning oziq-ovqat sanoatidagi qo’llanilish sohalari, usulning afzalliklari va mavjud cheklovlari ilmiy-uslubiy jihatdan tahlil qilinadi. Ilmiy ishning oxirida barcha usullarning qiyosiy tahlili va kelajak istiqbollari haqida xulosalar keltiriladi.[1]

Elektr tokining issiqlik effekti – Joul issiqligi va ohmik qizdirish. Oziq-ovqat mahsulotlarining aksariyati, masalan, sut, meva sharbatlari, sabzavot pyuresi, tuxum aralashmasi, turli xil soslar va bulyonlar tarkibida erigan tuzlar, kislotalar va boshqa ionlar mavjud. Shu sababli, bu mahsulotlar elektr tokini ma’lum darajada o’tkazish qobiliyatiga ega. Ohmik qizdirish deb ataladigan usul aynan shu xususiyatga asoslangan. Bu usulda mahsulot ikki elektrod orasiga joylashtiriladi va elektrodlar orqali elektr toki o’tkaziladi. Bunda mahsulotning o’zi elektr zanjirining bir qismiga aylanadi va tok o’tganda issiqlik mahsulotning butun hajmi bo’ylab bir vaqtning o’zida ajrala boshlaydi.[2]

Ohmik qizdirish usulining eng muhim afzalliklaridan biri – bu uning juda yuqori tezligidir. Kerakli haroratga erishish uchun odatda bir necha sekunddan bir necha minutgacha vaqt yetarli. Bu, ayniqsa, tez buziladigan mahsulotlarni qayta ishlashda juda muhimdir. Misol uchun, sutni ohmik pasterizatsiya qilishda sut 72 darajaga bir necha sekund ichida isitiladi va shu haroratda ma’lum vaqt ushlanib turiladi, so’ngra tez sovi tiladi. Natijada sut tarkibidagi barcha patogen mikroorganizmlar nobud bo’ladi, ammo sutning ta’mi, rangi va vitamin tarkibi deyarli o’zgarmaydi.

Dielektrik qizdirish – mikroto’lqin va radiochastota usullari. Dielektrik qizdirish – bu elektr energiyasining yana bir muhim qo’llanilish shakli bo’lib, u asosan mikroto’lqinli pechlarda va radiochastotali qurilmalarda qo’llaniladi. Bu usulning fizik asosi o’zgaruvchan elektr maydonining qutbli molekulalarga ta’siriga asoslangan. Oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi suv molekulalari, shuningdek, boshqa qutbli molekulalar (masalan, shakar va tuz molekulalari) elektr maydonida o’zlarining musbat va manfiy zaryadlari maydon yo’nalishiga qarab orientatsiyalanishga intiladi. Agar elektr maydoni o’zgaruvchan bo’lsa, ya’ni uning yo’nalishi juda tez-tez o’zgarib tursa, bu molekulalar doimo maydonga moslashishga harakat qiladi, lekin ularning inertsiyasi va atrofdagi boshqa molekulalar bilan to’qnashuvi tufayli ular

bu harakatni bir zumda amalga oshira olmaydi. Natijada molekular orasida ishqalanish yuzaga keladi va bu ishqalanish issiqlik energiyasiga aylanadi.[3]

Mikroto‘lqinli qizdirishning an’anaviy isitish usullaridan eng muhim farqi shundaki, bu yerda issiqlik mahsulotning sirtidan emas, balki uning butun hajmi bo‘ylab bir vaqtning o‘zida hosil bo‘ladi. Mikroto‘lqinlar mahsulotga kirib boradi va uning ichki qatlamlaridagi suv molekularini ham tebranma harakatga keltiradi. Shuning uchun mikroto‘lqinli pechda mahsulotning tashqi tomoni qizarib, ichi esa xom bo‘lib qolishining oldi olinadi – aksincha, isitish butun hajm bo‘ylab nisbatan bir tekis sodir bo‘ladi.

Dielektrik qizdirishning asosiy kamchiliklari qatoriga mahsulotning geometriyasiga bog‘liqlikni keltirish mumkin. Agar mahsulot notekis shaklga ega bo‘lsa, ba’zi qismlar boshqalardan ko‘ra ko‘proq isib, issiq nuqtalar – "hot spots" – hosil bo‘lishi mumkin. Bu esa mahsulotning ba’zi qismlarining haddan tashqari qizib ketishiga va sifatining pasayishiga olib keladi. Shuningdek, qadoqlash materiallari mikroto‘lqinlarni o‘tkazmasligi yoki aks ettirishi mumkin, shuning uchun maxsus qadoqlash materiallaridan foydalanish talab etiladi. Biroq, ushbu kamchiliklarga qaramay, dielektrik qizdirish oziq-ovqat sanoatida mustahkam o‘rin egallagan. Uning tezligi, tanlanma isitish qobiliyati va energiya samaradorligi uni ko‘plab texnologik jarayonlar uchun ajralmas vositaga aylantirgan.

Impulsi elektr maydoni (PEF) va elektroporatsiya hodisasi .Impulsi elektr maydoni texnologiyasi – bu elektr energiyasini issiqlik hosil qilish uchun emas, balki to‘g‘ridan-to‘g‘ri tirik hujayralarga ta’sir etish uchun ishlatadigan innovatsion usuldir. Bu usulning fizik asosi elektroporatsiya deb ataladigan hodisadir. Elektroporatsiya – bu qisqa muddatli, lekin juda yuqori kuchlanishli elektr impulslari ta’sirida hujayra membranasida vaqtincha yoki doimiy g‘ovaklarning paydo bo‘lishidir.[4]

Hujayra membranasini – bu hujayraning ichki muhitini tashqi muhitdan ajratib turuvchi juda nozik (atigi 5-10 nanometr qalinlikda) va murakkab tuzilishga ega bo‘lgan qatlamdir. Membrananing asosini lipidlarning ikki qavati tashkil etadi va bu qavat dielektrik xususiyatga ega – ya’ni u elektr tokini yomon o‘tkazadi. Agar hujayra tashqi elektr maydoniga joylashtirilsa, membrananing ikki tomonida elektr potentsiallari farqi vujudga keladi. Bu potentsiallar farqi ma’lum bir kritik qiymatdan (taxminan 0,5-1 volt) oshib ketganda, membrananing tuzilishi o‘zgaradi va unda mikroskopik o‘lchamdagi teshikchalar – poralar – hosil bo‘la boshlaydi.

Impulsi elektr maydoni texnologiyasining afzalliklari juda ko‘p. Eng muhimi – bu issiqlik ta’sirining deyarli yo‘qligi, shuning uchun mahsulotning barcha organoleptik va biologik xususiyatlari saqlanadi. Ikkinchidan, energiya sarfi an’anaviy pasterizatsiyaga nisbatan ancha past, chunki mahsulotni isitish va undan keyin sovitish kerak emas. Uchinchidan, jarayon juda tez – bir necha mikrosekunddan bir necha millisekundgacha davom etadi, bu esa ishlab chiqarish unumdorligini keskin oshiradi.

Induksion isitish – elektromagnit induksiya hodisasi asosida isitish: Induksion isitish – bu elektr energiyasini issiqlik energiyasiga aylantirishning yana bir usuli bo‘lib, u elektromagnit induksiya hodisasiga asoslangan. Elektromagnit induksiya – bu o‘zgaruvchan magnit maydonining elektr o‘tkazgich materiallarda elektr toki (uyurma toklar yoki Fuko toklari deb ataladi) hosil qilish qobiliyatidir. Ushbu uyurma toklar, boshqa har qanday elektr toki kabi, o‘tkazgich materialning qarshiligiga duch keladi va natijada Joule issiqligi ajraladi.

Induksion isitishning asosiy elementi – bu induksion g'altak (bobin) bo'lib, u o'zgaruvchan tok manbaiga ulangan. G'altakdan o'zgaruvchan tok o'tganda, uning atrofiga o'zgaruvchan magnit maydon hosil bo'ladi.

Elektr plazmasi – sovuq plazma texnologiyasi: Plazma – bu moddaning to'rtinchi holati bo'lib, u gazning shu darajada kuchli ionlanishiki, natijada gaz musbat va manfiy zaryadlangan zarralar – ionlar va erkin elektronlar – hamda neytral zarralardan tashkil topgan aralashmaga aylanadi. Oziq-ovqat sanoatida ishlatiladigan plazma odatda "sovuq plazma" yoki "termal muvozanatsiz plazma" deb ataladi, chunki unda gazning umumiy harorati nisbatan past (30-60 daraja) bo'lishiga qaramay, erkin elektronlarning energiyasi va harorati juda yuqori bo'lishi mumkin.

Oziq-ovqat mahsulotlarini qayta ishlashda sovuq plazma asosan sirtni sterilizatsiya qilish va mikroorganizmlarni yo'q qilish uchun qo'llaniladi. Plazma mahsulot yuzasiga ta'sir etganda, undagi reaktiv zarralar mikroorganizmlarning hujayra devori va membranasini oksidlab, ularning tuzilishini buzadi.

Birinchi bandeda tahlil qilingan ohmik qizdirish usuli Joul issiqligiga asoslangan bo'lib, mahsulotning butun hajmi bo'ylab bir vaqtning o'zida issiqlik ajralishini ta'minlaydi. Bu usulning eng muhim afzalliklari – isitish tezligining yuqoriligi, mahsulotning sirt qismlarida yonib qolish xavfining yo'qligi va energiya samaradorligidir.

Ikkinchi bandeda yoritilgan dielektrik qizdirish – mikroto'lqin va radiochastotali isitish – o'zgaruvchan elektr maydonida qutbli molekullarning tebranma harakatiga asoslangan. Bu usulning eng katta afzalligi – isitishning hajmiy va selektiv xususiyatiga ega ekanligidir.

Uchinchi bandeda batafsil tahlil qilingan impulsli elektr maydoni (PEF) texnologiyasi butunlay boshqa fizik printsip – elektroporatsiyaga asoslangan. Bu usulda qisqa muddatli yuqori kuchlanishli elektr impulslari tirik hujayralar membranasida vaqtincha yoki doimiy g'ovaklar hosil qiladi. Irreversibil elektroporatsiya orqali mikroorganizmlar deyarli hech qanday issiqlik ta'sirisiz yo'q qilinadi, bu esa mahsulotning barcha organoleptik va biologik qimmatli xususiyatlarini to'liq saqlash imkonini beradi. Reversibil elektroporatsiya esa hujayra ichidagi qimmatli moddalarni – sharbatlar, efir moylari, vitaminlar – ajratib olishni osonlashtiradi. PEF texnologiyasining asosiy cheklovi – faqat suyuq va bir hil tarkibli mahsulotlar uchun samarali ekanligi, shuningdek jihozlarning nisbatan murakkab va qimmatligidir.

To'rtinchi bandeda ko'rib chiqilgan induksion isitish elektromagnit induksiya hodisasiga asoslangan bo'lib, o'zgaruvchan magnit maydonida metall materiallarda uyurma toklar hosil bo'lishi va ularning issiqlik ajratishi natijasida isitish amalga oshiriladi. Bu usulning eng muhim afzalliklari – juda yuqori samaradorlik (FIK 90% gacha), isitish tezligi va xavfsizlikdir. Oziq-ovqat sanoatida induksion isitish asosan konservalarni sterilizatsiya qilish va suyuq mahsulotlarni isitishda qo'llaniladi.

Xulosa qilib aytganda, elektr energiyasidan oziq-ovqat mahsulotlarini qayta ishlashda foydalanish fizikaning fundamental qonunlari – Joul-Lens qonuni, elektromagnit induksiya, dielektrik relaksatsiya, elektroporatsiya, gaz razryadi plazmasi va kavitatsiyaga tayanadi. Ushbu fizik asoslarni chuqur tushunish va ulardan samarali foydalanish oziq-ovqat sanoatida energiya tejash, mahsulot sifatini oshirish, saqlash muddatini uzaytirish va ekologik tozalikni ta'minlash kabi muhim vazifalarni hal qilish imkonini beradi.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Barbosa-Cánovas G.V., Góngora-Nieto M.M., Pothakamury U.R., Swanson B.G. *Preservation of Foods with Pulsed Electric Fields*. Academic Press, London, 1999. – Ushbu kitob impulsli elektr maydoni (PEF) texnologiyasining fizik asoslari, oziq-ovqat mahsulotlarini konservalashdagi qo'llanilishi va mikrobiologik samaradorligi haqida batafsil ma'lumot beradi.
2. Fellows P.J. *Food Processing Technology: Principles and Practice*. Woodhead Publishing, Cambridge, 4th edition, 2016. – Mazkur qo'llanmada oziq-ovqat sanoatida qo'llaniladigan barcha asosiy va zamonaviy texnologiyalar, jumladan elektr energiyasiga asoslangan usullarning fizik printsiplari keng yoritilgan.
3. Jamshed Alam, Feroz Ahmad, Shahnaz Mufti. *Ohmic Heating in Food Processing*. CRC Press, Boca Raton, 2019. – Kitob ohmik qizdirish usulining nazariy asoslari, jihozlar konstruksiyasi va turli xil oziq-ovqat mahsulotlarini qayta ishlashdagi amaliy natijalariga bag'ishlangan.
4. Knoerzer K., Juliano P., Roupas P., Versteeg C. *Innovative Food Processing Technologies: Advances in Multiphysics Simulation*. Wiley-Blackwell, Oxford, 2011. – Ushbu asarda zamonaviy oziq-ovqat texnologiyalarida kompyuter modellashtirish va ko'p fizikali simulyatsiyalar, jumladan elektr, termal va mexanik maydonlarning o'zaro ta'siri tahlil qilingan.