

# ULTRA YUQORI CHASTOTALI ELEKTROMAGNIT TO'LQINLARINI QO'LLASH ORQALI SABZAVOTLARNI SUBLIMATSIYA QURITISHNI EKSPERIMENTAL O'RGANISH

Aripov Mirolim<sup>1</sup>

Kadirov Ulugbek<sup>2</sup>

Mamatov Sherzod<sup>3</sup>

Ziyoyev Axror<sup>4</sup>

*Toshkent kimyo-texnologiya instituti<sup>1</sup>*

*Toshkent kimyo-texnologiya instituti<sup>2</sup>*

*Toshkent Webster universiteti<sup>3</sup>*

*Toshkent kimyo-texnologiya instituti<sup>4</sup>*

## KEYWORDS

vitamin, quritish, sublimatsiya, oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash, meva va sabzavotlarni saqlash, ta'mi, rangi, shakar, sifati, texnologiyasi, oqsil, konvektiv, namlik, uglevod, askorbin kislata.

## ABSTRACT

sabzavotlarni yuqori chastotali elektromagnit to'lqinda sublimatsiya bilan quritish texnologiyasini ishlab chiqishdan iborat. Maqolada tadqiqot ob'ekti tavsifi, konvektiv va sublimatsiya qilingan quritish, dastlabki ishlov berish jarayoni rejimlari va quritish ob'ektlari uchun standart talablar vannada sublimatsiya qilingan quritish jarayoni amalga oshirilganda tadqiqotlar rejimlarida o'rganiladi. Quritilgan oziq-ovqat mahsulotlarining sifat ko'rsatkichlarini aniqlash usullari va o'rganilayotgan mahsulotlarning sifat ko'rsatkichlariga qo'yiladigan talablar organoleptik baholash, namlik, restavratsiya, quruq moddalar tarkibi, kislotalilik, bo'yoqlar miqdori, "C" vitamini miqdori va boshqa ko'rsatkichlardir. Organoleptik baholash tashqi ko'rinish, mustahkamlik, hid va rang ko'rsatkichlariga muvofiq amalga oshirildi. Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati shundaki, sabzavotlarning xususiyatlarini hisobga olgan holda quritish jarayonining rejim parametrlarini tanlash juda yuqori chastotali elektromagnit to'lqinlar oralig'ida oldindan ishlov berish bilan sublimatsiya quritishning takomillashtirilgan texnologiyasi tavsiya etiladi.

2181-2675/© 2025 in XALQARO TADQIQOT LLC.

DOI: **10.5281/zenodo.14888794**

This is an open access article under the Attribution 4.0 International (CC

<sup>1</sup> Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, (PhD), Toshkent kimyo-texnologiya instituti

<sup>2</sup> Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, (PhD), Toshkent kimyo-texnologiya instituti

<sup>3</sup> Texnika fanlari doktori, professor Toshkent Webster universiteti

<sup>4</sup> assistant, Toshkent kimyo-texnologiya instituti

Kirish. Dunyo bo'ylab tabiiy vitaminlarga boy quritilgan meva va sabzavotlarga talab yildan-yilga ortib bormoqda. Shu bilan birga, quritish davrini sifat, past harorat va chuqur vakuumda qisqartirish, konvektiv quritish namligini bug'lantirish, texnologiyani soddalashtirish, mahsuldorlikni oshirish bo'yicha olib borilayotgan islohotlar dolzarb bo'lib bormoqda.

Meva va sabzavotlarni sifatli va energiya tejaydigan texnologiyalar asosida quritish bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Konvektiv, past haroratli va quritishning chuqur vakuumiga ega yuqori sifatli mahsulotlar ishlab chiqarish, quritish jarayonini turli usullar bilan oldindan qayta ishlash, uning texnologiyalarini ishlab chiqish va sinovdan o'tkazishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Mamlakatimizda raqobatbardosh mahsulotlar assortimenti va hajmini kengaytirib, O'zbekistonda yetishtirilgan biologik faol moddalarning muhim manbai hisoblandi. Shu munosabat bilan mikro va makro elementlarga boy quritilgan sabzavotlarni ishlab chiqarish, konvektiv quritish jarayonining samaradorligini oshirish, quritish muddatini qisqartirish, dastlabki namlikni bug'lashda muzlatishdan foydalanish, energiya va kapital iste'moli xarajatlarini kamaytirish imkonini beruvchi quritishni joriy etish muhimdir.

O'zbekistonning rivojlanish strategiyasida "tarkibiy o'zgarishlarni chuqurlashtirish va qishloq xo'jaligini qayta ishlash salohiyatini izchil rivojlantirish, mamlakatning oziq-ovqat xavfsizligini yanada mustahkamlash, ekologik toza, sifatli mahsulotlar ishlab chiqarishni kengaytirish, agrar sohaning eksport salohiyatini sezilarli darajada oshirish bo'yicha muhim vazifalar belgilangan. "Ishning ilmiy ahamiyati quritilgan mahsulotni dastlabki qayta ishlash bilan tabiiy vitaminlar, mikro va makro elementlarga boy quritilgan sabzavotlarni olish jarayonlari uchun maqbul sharoitlar aniqlanganligi bilan izohlanadi.

Sabzavotlarning xususiyatlarini hisobga olgan holda quritish jarayoni rejim parametrlarini tanlash, oldindan qayta ishlash va quritishning takomillashtirilgan texnologiyasini tanlash tavsiya etilishi bilan izohlanadi. Konvektiv vannada sublimatsiya usulida quritishda muzlatish va vakuumli quritish birlashtiriladi, unda mahsulotlarning ozuqaviy qiymati, kimyoviy tarkibi va tuzilishi saqlanib qoladi. Quritilgan sabzavotlarda jahon bozorlarida talab yuqori bo'lganligi sababli bosh piyoz va sho'rva lavlagi tadqiqot ob'ekti sifatida tanlashga qaror qilindi.

Metodologiya va empirik tahlil. Sublimatsiya quritish jarayonidan oldin elektromagnit to'lqinlardan foydalanish quritish jarayonini tezlashtiradi. Bosimning tsiklik o'zgarishida quritish jarayoni quritilayotgan mahsulotning tabiati, holati va tebranish parametrlariga, shuningdek sovutish va vakuum tizimlarining samaradorligiga bog'liq.

Oziq-ovqat xom ashyosini quritish texnologiyasini takomillashtirish vazifasi ma'lum organoleptik, fizik-kimyoviy va tarkibiy-mexanik ko'rsatkichlarga ega yuqori sifatli mahsulotni olish uchun quritilishi kerak bo'lgan materialdagi kiruvchi jarayonlarni boshqarish algoritmi va metodologiyasini ishlab chiqish va amalga oshirishdan iborat. Materialdan namlikni olib tashlash muammosini hal qilish materialning xususiyatlarini o'rganishga va texnologik jarayon parametrlarini ilmiy asoslashga tayanishi kerak.

Energiya uzatish usuliga qarab, nam komponentlarni quritishning turli usullari mavjud. Quritish jarayoni rejimini tanlash va quritish uskunasiining konstruktiv xususiyatlari quritilayotgan materialning xususiyatlariga, shuningdek uni ishlab chiqarish texnologiyalariga bog'liq [1, 2, 3].

Oziq-ovqat ratsionining kuchi inson tanasi tomonidan iste'mol qilinadigan quvvatni qoplashi kerak. Iste'mol qilinadigan asosiy ozuqa moddalarining miqdori va nisbati bir-biriga ilmiy asoslangan fiziologik nisbatda bo'lishini ta'minlash kerak.

Ushbu vazifani hal qilishda asosiy to'siq qishloq xo'jaligi mahsulotlarini qayta ishlashning mavsumiy xususiyatidir. Mahsulotlarning qimmatli xususiyatlarini saqlab qolish uchun boshlang'ich xom ashyoda biologik faol moddalarni maksimal darajada saqlashga imkon beradigan jarayonni ta'minlash kerak.

Hozir mamlakatimizda o'simlik xom ashyosini past haroratlarda quritish uchun samarali texnologiyalar va maxsus uskunalar yetarli emas.

Quritish jarayonida sabzavotlarda shakarning samarasiz yo'qolishi melonoidin hosil bo'lishi va karamelizatsiya reaksiyalaridan kelib chiqadi.

Qishloq xo'jaligi mahsulotlarining sublimatsion quritish kinetikasini nazariy o'rganish asosida quritishning texnologik jarayoni ikki bosqichga bo'lingan:

- ultra yuqori chastota diapazonida oziq-ovqat tarkibidagi namlikni birlamchi qayta ishlash;

- sublimatsiyani quritish.

Sabzavotlarni sublimatsiya usulida quritish texnologiyasini takomillashtirish bo'yicha ekspert tadqiqotlari "EYELA FDU-2110" va "Kemolo FD-10" sublimatsiya usulida quritish laboratoriya qurilmalarida o'tkazildi.

Uskunalar mahsulotlarning kontaktli (o'tkazuvchan) issiqlik uzatish tizimi, palletlar va quyidagi tizimlarga ega vakuum-sublimatsiya kamerasidan iborat:

- vakuum nasosi, Vanalar va quvur tizimidan iborat vakuum tizimi;
- sublimatsiya, sovutish mashinasi va ulash quvurlaridan iborat sublimatsiya tizimi;
- vana, nasos, tuzoq.

Qurilmalar quyidagi afzalliklarga ega:

Kichik namunalarni muzlatish imkonini beradi, vakuum tezligi va ishlash vaqti bir vaqtning o'zida boshqaruv panelida aks etadi.

Avtomatik rejimda ishlaganda quritish kamerasining sovutish harorati, vakuum darajasi o'lchanadi va namunani quritish kamerasiga joylashtirish mumkin.

Bu oddiy ishlash printsipiga ega.

Nasos moyini o'z vaqtida almashtirishga tayyorgarlik ko'rish uchun taymer

funktsiyasida nasosning ish vaqtini qayd etish mumkin (quritish uchun energiya sarfini aniqlash uchun).

Uskunalar quyidagicha ishlaydi. Vakuum va sublimatsiya tizimlari boshqaruv pultidan o'rnatiladi, ular uskunani mustaqil ravishda ish holatiga keltiradi va sublimatsiyada bosim, ish haroratini ta'minlaydi. Shundan so'ng, xom ashyo quritish uchun sublimatsiya kamerasiga kiritiladi, muzlatilgan zarralar shaklida sovutiladi va sublimatsiya kamerasida quritiladi. Olingan namunalar har 3 soatda olinadi va vazni o'lchanadi. Bu holat kamida 4-5 ta tajribadan so'ng oraliq natijaga olib keladi. Bunday holda, jarayon rejalariga to'liq e'tibor berish talab etiladi.

Sublimatsiyani quritish texnologiyasi quyidagi jarayonlarni o'z ichiga oladi: avval ishlov berish diapazoni bilan ishlov beriladi, so'ngra namunalar sovutiladi va muzlatilgan namunalar vakuum-sublimatsiya kamerasiga o'tkaziladi. Kamera eshigi germetik yopiq va havo tortish tizimi vakuum yordamida ishga tushiriladi. Kameradagi bosim 10-15 Pa ga yaqin o'rnatiladi. Shundan so'ng, sublimatsiya quritish jarayoni palatasi [4, 5] ketadi.

Muayyan vaqt o'tgach, quritishga joylashtirilgan mahsulot massasiga qarab kameradagi bosim pasayishni boshlaydi. Bosim 10-15 Pa ga yetganda, vakuum tizimi o'chiriladi va kamera qurituvchi vosita bilan to'ldiriladi. Kamerada atmosfera bosimiga erishilganda, eshik ochiladi va patnisdagi mahsulotlar tadqiqot uchun chiqariladi.

1-jadvalda FDU-2110 va FD-10 sublimatsiya qurilmalarining to'liq xususiyatlari keltirilgan.

Jadval 1

Qurilmalarning texnik xususiyatlari

Qurulma:	FDU-2110	FD-10
Sovutish agregati harorati:	-80°C	-60°C
Quritish kamerasi hajmi:	3 l	10 l
Sozlash, displey funktsiyasi	Harorat, sozlash va tayinlash, vaqt davomiyligini kiritish belgisi mavjud	
Xavfsizlik funktsiyasi	Oqim uzatishdagi nosozliklarni normallashtirish uchun qurilma, avtomatik ishga tushirish xususiyati, sovutgich xavfsizligi sxemasi, o'z-o'zini diagnostika qilish boshqaruv paneli, vakuum sharoitidan avtomatik havo chiqarish panjarasi	
Qurilmaning ish kamerasi vakuumni tushirish funktsiyasi	Avtomatik vakuum chiqarish valfi	
Boshqa funktsiyalar	Avtomatik vakuum nasosini o'chirish funktsiyasi, vakuum kamerasi funktsiyasi va haroratni nazorat qilish kondensatsiya funktsiyasi muhim nazorat funktsiyasidir	
Sovutish agenti:	R404A freon	
Vakuumli displey:	Raqamli displey, 0,0 ~ 533,0 Pa	Raqamli displey, 10,0 ~ 100,0 Pa
Qurilmaning umumiy o'lchamlari (mm):	700W x 550D x 935H	1900L x 1000W x 1800H
Qurilmaning og'irligi:	140 k	1800 k
Quvvat sarfi:	2,4 kVt	6,6 kVt

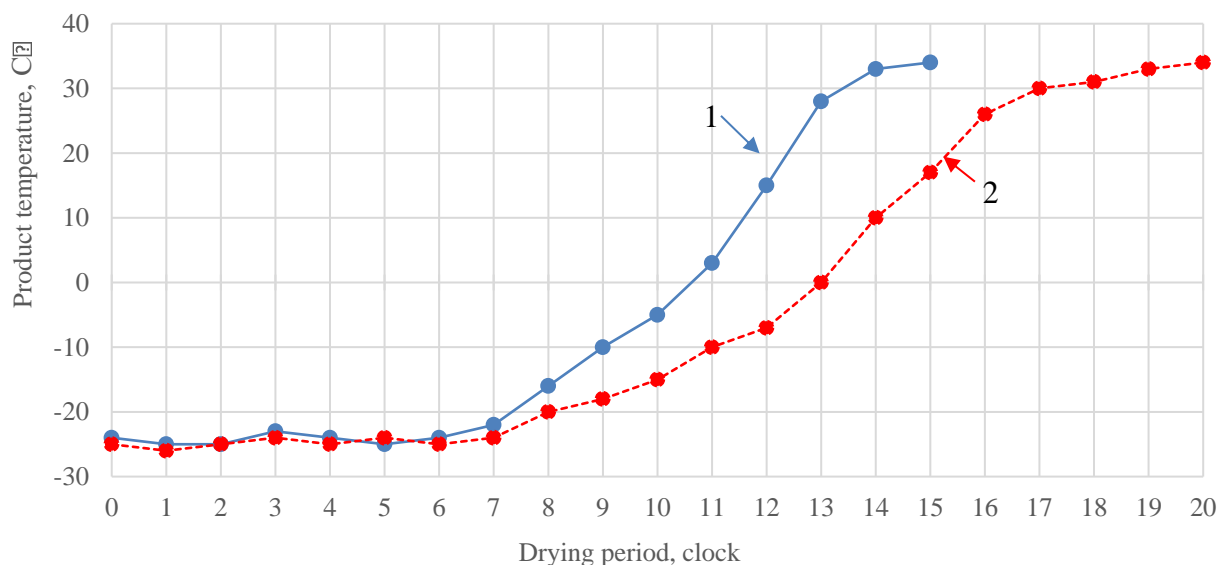
**Natijalar.** Mahsulotni ishlov berish oralig'ida tadqiq qilish uchun olingan piyoz namunalarini dastlabki qayta ishlashda, shuningdek, dastlabki ishlovsiz sublimatsiya bilan quritishda namunalarning harorat o'zgarishi o'rganildi (2-3-rasm). Bunday holda, namunalarni quritish kamerasiga joylashtirishda ularga maxsus haroratni uzatuvchi sensor simlari biriktiriladi va butun quritish jarayonida shikastlanish darajasini nazorat qilish mumkin bo'ladi. Ushbu jarayon mahsulotdagi haqiqiy haroratni ko'rsatishda jarayonni tezlashtirish uchun harorat rejimlarini tanlash imkonini beradi.

Piyoz sovuq-qavrilgan harorat piyoz sovuq-qavrilgan harorat 8 soat -25 va C dimlash

harorati 35 va C qovurish harorati 35 va C qovurish harorati 10% qovurish harorati davom qovurish (2-Fig.).

Piyozi namunalarida, mahsulotni ishlov berish oralig'ida oldindan qayta ishlash orqali sublimatsiya quritish jarayoni quritilgan namunalarga qaraganda 5 soat tezroq quriydi. Buning sababi piyoz namunalariga ishlov berish oralig'ida mahsulotni dastlabki qayta ishlash paytida 25% gacha namlik yo'qolishi bilan izohlanadi [6, 7, 8].

Piyozi sovuq-qavrilgan harorat piyozi sovuq-qavrilgan harorat 8 soat -25 va C dimlash harorat 35 va C qovurish 10% qovurish harorat davom qovurish (2-rasm.).



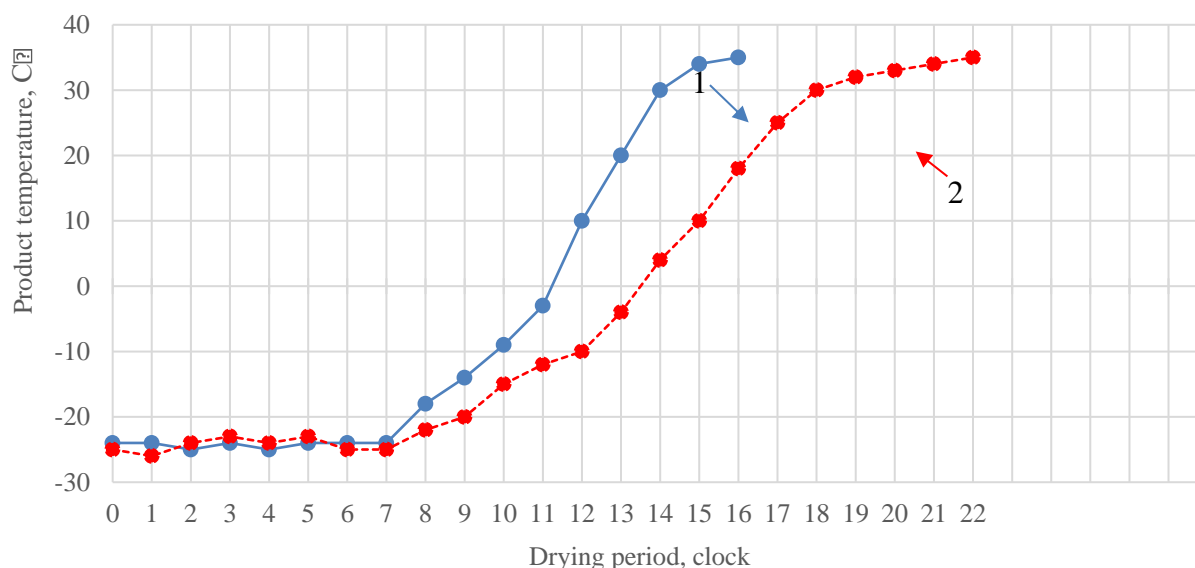
1-dastlabki ishlov berishda o'yma oralig'ida quritish

2-dastlabki ishlovsiz quritishda

Shakl 2. Birlamchi qayta ishlangan va ishlov berilmagan usulda sublimatsiya quritilgan piyoz namunalarida haroratning o'zgarishi.

Piyozi namunalarida, mahsulotni ishlov berish oralig'ida oldindan qayta ishlash orqali sublimatsiya quritish jarayoni quritilgan namunalarga qaraganda 5 soat tezroq quriydi. Buning sababi piyoz namunalariga ishlov berish oralig'ida mahsulotni dastlabki qayta ishlash paytida 25% gacha namlikni yo'qotish bilan izohlanadi [9, 10].

Xuddi shunday, lavlagi namunalarida namunalarni quritish darajasida o'zgarish yuz berdi, mahsulotni ishlov berish oralig'ida dastlabki qayta ishlash va sublimatsiya bilan dastlabki ishlovsiz quritish. Mahsulotni o'yma diapazonida dastlabki qayta ishlash bilan sublimatsiya quritish jarayonida lavlagi namunalarining harorati 25 soat ichida 8 bitkkk ga tushirildi, so'ngra harorat asta-sekin 35 °C ga ko'tarildi, jarayon 10% qoldiq namlik qolguncha davom etdi (3-rasm).



1-dastlabki ishlov berishda o'yma oralig'ida quritish

2-dastlabki ishlovsiz quritishda

Shakl 3. Sublimatsiyani quritishda lavlagi namunalarida harorat o'zgarishi birlamchi qayta ishlangan va davolanmagan usulda

### Xulosalar

28% gacha kamaiganliga o'z ichiga olgan muzlatilgan quritilgan tovuq pastasi-bu 6 soatlik interval bilan tovuq pastasini pishirishning keng tarqalgan muzlatilgan quritilgan usuli. Bunda qo'lda yasalgan Mangal kun davomida 0-5°C haroratli chekish kamerasini chekadi. Asosiy kameraning harorati 10-15 Pa. Otish harorati mahsulotning otish kinetikasi har 3 soatda tahlil qilinadi. Misol uchun, bizga sitrin kabi 10% mog'or miqdori kerak.

Sublimatsiya-piyoz va pita nonining sublimatsiya namunalarini mahsulotning chastota diapazonida 20-25% yarim umr bilan olish mumkin.

### Adabiyotlar

1. Рущиц А.А. Применение СВЧ-нагрева в пищевой промышленности и общественном питании / А.А. Рущиц, Е.И. Щербакова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. - Челябинск: ЮУрГУ. - 2014. - №1. - Том 2. - С.9-13.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov H.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. – T.: «Fan va texnologiya», 2015, 848 b.
3. Антипов С.Т. Исследование процесса вакуум-сублимационного обезвоживания пищевых продуктов при различных способах энергоподвода / С.Т. Антипов, А.А. Воронин, А.С. Кумицкий и др. // Вестник Международной академии холода. – СПб.- М. – 2007. – Вып. 2. – С. 44-47.
4. Кадиров У.Р., Арипов М.М., Маматов Ш.М., Туробжонов С.М. Экспериментальные исследования сублимационной сушки // Universum: технические науки: научный журнал. – № 9(66). М., Изд. «МЦНО», 2019. – 88 с. Москва-2019г. – С. 36-38



5. Mamatov Sh., Aripov M., Meliboyev M., Kadirov U., Turobdjonov S. Improving of quick-freezing of cherry // Journal of Critical Reviews. Kuala Lumpur, Malaysia. issue 15, volume 7, published June 17, 2020, pp.1749–1752 (Scopus).
6. Кадиров У.Р., Арипов М.М., Маматов Ш.М. Влияние импульсно-прерывного режима на качество продукта при ИК-вакуумной сушки овощей // Научный журнал «Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук». – Москва, 2018. - №10 (116). - С.18–21
7. Кумицкий, А.С. Совершенствование процесса вакуум-сублимационной сушки экстракта каркаде в поле СВЧ с комплексным использованием азота: дис. канд тех наук. – Воронеж: ВГТА. – 2007. – 176 с.
8. Кокаева М. Г., Паючек В. Г., Тедтов И. Э. Изучение химического состава и микробиологических свойств свекольного порошка сублимационной сушки //Теоретические и практические аспекты развития научной мысли в современном мире. – 2018. – С. 68–70.
9. Антипов С. Т., Шахов А. С. Моделирование процесса вакуум-сублимационной сушки гранулированных продуктов //Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2016. – №. 3. – С. 56–60.
10. Guo Y., Liu L., Liang L. Effects of physical parameters on the heat and mass transfer characteristics in freeze-drying processes of fruits and vegetables. Brazil: N. p., 2008. Web.
11. Dzung N. T. Building a Mathematical Model To Determine the Relationship between Heat Emission Coefficient and Pressure of the Freeze Drying Environment of Solid Materials //2018 4th International Conference on Green Technology and Sustainable Development (GTSD). – IEEE, 2018. – С. 566–572.
12. Nail S. L. et al. Fundamentals of freeze-drying //Development and manufacture of protein pharmaceuticals. – 2002. – С. 281–360.