

## QISHLOQ XO‘JALIGI

**Egamberdiyev Azizbek Akramjon o‘g‘li**

Namangan muhandislik-texnologiya instituti tayanch doktoranti  
Namangan shahar Kosonsoy ko‘chasi 7-uy  
gmail: [egamberdiyevazizbek206@gmail.com](mailto:egamberdiyevazizbek206@gmail.com), tel: +998 93 496-28-13

**Ergashev Oybek Karimovich**

Namangan muhandislik-texnologiya instituti Ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo‘yicha  
prorektori, k.f.d., professor  
Namangan shahar Kosonsoy ko‘chasi 7-uy  
E-mail: [oybek\\_0701@bk.ru](mailto:oybek_0701@bk.ru), tel: +998 95 303-35-65

**Meliboyev Mirazam Foziljon o‘g‘li**

Namangan muhandislik-texnologiya instituti  
Oziq-ovqat texnologiyasi kafedrası katta o‘qituvchisi, PhD  
Namangan shahar Kosonsoy ko‘chasi 7-uy  
E-mail: [Meliboyevmirazam@gmail.com](mailto:Meliboyevmirazam@gmail.com), tel: +998 93 491-44-53

### MEVA VA SABZAVOTLARNI SUBLIMATSIYA USLUBIDA QURITISH JARAYONINI EKSPERIMENTAL TADQIQ ETISH

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ ФРУКТОВ И ОВОЩЕЙ МЕТОДОМ СУБЛИМАЦИИ

### EXPERIMENTAL STUDY OF THE DRYING PROCESS OF FRUITS AND VEGETABLES BY SUBLIMATION

#### Annotatsiya

Ushbu maqolada meva va sabzavotlarni quritish uchun takomillashtirilgan vakuum-sublimateion qurilmaning tasnifi va ishlash prinsipi to‘g‘risida ma‘lumotlar keltirib o‘tilgan, shuningdek olingan tadqiqot natijalari o‘z aksini topgan.

#### Аннотация

В данной статье приводятся данные о классификации и принципе работы усовершенствованного вакуумно-сублимационного устройства для сушки фруктов и овощей, а также результаты проведенного исследования.

#### Annotation

This article provides data on the classification and the principle of operation of an improved vacuum-sublimation device for drying fruits and vegetables, as well as the results of the study.

**Kalit so‘zlar:** vakuum, sublimatsiya, bosim, harorat, namlik, muzlatish kamerasi, anjir, qovun, xurmo.

**Ключевые слова:** вакуум, сублимация, давление, температура, влажность, морозильная камера, инжир, дыня, хурма.

**Keywords:** vacuum, sublimation, pressure, temperature, humidity, freezing chamber, fig, melon, persimmon.

**Kirish.** Meva-sabzavotlar va poliz mahsulotlarini uzoq muddat saqlash imkonini beruvchi usullar orasida quritish eng sodda, tannarxi arzon yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Quritishning zamonaviy va samarali usullaridan biri bu sublimatsion quritish usulidir. Sublimatsion usulda quritish ko‘pgina termolabil biologik materiallarni quruq ko‘rinishda olishning yagona maqbul usulidir, sababi bu holatda mahsulotni sifati yuqori bo‘lib, uni namlantirishda regeneratsiya oson kechadi. Quritilayotgan mahsulotning hidi, ma‘zasi, rangi, ozuqaviy va biologik qiymati kabi boshlang‘ich xususiyatlari saqlanib qoladi [1].

Mahsulotlar ushbu usulda quritilganda material tarkibidan namlikni chiqarib yuborish uch bosqichda amalga oshadi: 1) quritish kamerasida bosim kamayishi bilan namlikning o‘z-o‘zidan muzlashi sodir bo‘ladi va materialning o‘zidan chiqqan issiqlik hisobiga muzning bug‘ga aylanishi yuz beradi (bunda bor namlikning 15 foizga yaqini ajraladi); 2) namlik asosiy qismining sublimatsiya yo‘li bilan ajralishi, bu quritishning o‘zgarmas tezlik davriga to‘g‘ri keladi; 3) qolgan namlikni materialdan issiqlik ta‘sirida ajralishi. Sublimatsiyali quritish paytida namlikning material yuzasidan bug‘ holida tarqalishi effuziya (ya‘ni bug‘ molekularining bir-biri bilan o‘zaro to‘qnashmasdan erkin harakati) yo‘li bilan boradi [2, 3, 4].

**Asosiy qism.** Tanlab olingan tadqiqot obyektlari: xurmoning “*Zenju-maru*”, anjirning “*Kadota*” va qovunning “*Shakarpalak*” navlarining sublimatsiya jarayonini tadqiq qilish uchun tajriba uskunasi yig‘ildi. Tajriba uskunasi mevalarni sublimatsion usulda quritish jarayoni 3 bosqichda amalga oshirildi [5].

*Birinchi bosqich – mevalarni quritishga tayyorlash.* Quritishdan oldin mevalarni pishib o‘tib ketmaganligi, zararkunandalar bilan zararlanmaganligi, nuqsonlardan xoli bo‘lishi va toza holatda bo‘lishi uchun saralandi va yuvildi.

*Ikkinchi bosqich – tadqiqot obyekti sifatida tanlab olingan meva va poliz mahsulotlarini quritkich padnoslariga joylandi va “Arctiko” rusumli laboratoriya muzlatish kamerasiga solib, -30° C haroratgacha 4-6 soat davomida muzlatildi.*

*Uchinchi bosqich – mahsulotni muzlatish kamerasidan olindi va quritish kamerasiga joylandi.*

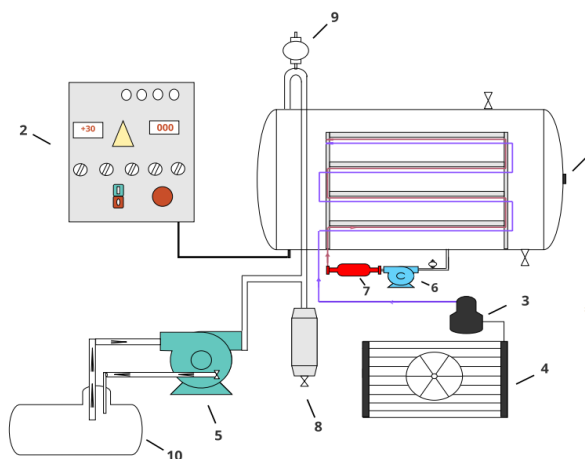
Takomillashgan vakuum-sublimatsion quritish qurilmasining prinsipial sxemasi 1.1-rasmda keltirilgan. 1-quritish kamerasi;

2-boshqaruv paneli; 3-kondensator;

4-muzlatkich; 5-vakuum nasos;

6-suv nasosi; 7-isitkich;

8-kondensator (quritish kamerasidan ajralib chiqqan namlik to‘planish joyi); 9-vakuum manometr; 10-suv manbai.



### 1.1-rasm. Vakuum sublimatsion qurilmasining prinsipial sxemasi

Quritish padnosiga terilib -30° C haroratgacha muzlatilgan mevalar quritish kamerasiga joylanadi. So‘ngra boshqaruv paneli yordamida suv nasos 6 va isitkich 7 yoqiladi. Sirkulyatsiya quvuridagi haroratni boshqaruv panelidagi indikator yordamida 30 °S haroratda ko‘tarildi hamda vakuum-nasos 6 yoqiladi. Jarayon davomida quritish kamerasi ichidagi harorat sozlab turiladi hamda vakuum-o‘lchagich 9 yordamida quritish kamerasi ichidagi

bosim nazorat qilib turiladi. Quritish kamerasi ichidagi ishchi bosim 100÷150 Pa ni tashkil etadi. Vakuum-nasos 9 ishlash davomida vakuum hosil qilishi uchun suv manbai 10 ga ulanadi. Quritish jarayonida mahsulotdan ajralib chiqqan namlik kondensator (quritish kamerasidan ajralib chiqqan namlik to‘planish joyi) 8 ga to‘planadi.

Mahsulotlarni sublimatsion quritish qurilmasida quritish o‘zida uch bosqichni mujassamlaydi: muzlatish, muzni eritish va ortiqcha namlikni olib tashlash. Birinchi jarayon uchun umumiy ish vaqtining 12-18 % miqdori sarf etiladi. Ikkinchi jarayon uchun 50-65 % va uchinchi jarayon uchun 30-35 % vaqt sarflanadi [6, 7, 8]. Jarayon yakunida mahsulot takibidagi boshlang‘ich namlikdan kelib chiqqan holda oxirgi namlik miqdori 5 % dan ortmasligi ta‘minlanadi. Namlikning ushbu ko‘rsatkichi meva va sabzavotlarni uzoq vaqt saqlash imkonini beradi. Sublimatsiya jarayonining birinchi bosqichi uchun “Arctiko” rusumli laboratoriya muzlatish kamerasi (1.2-rasm) va uning texnik tavsiflari (1.1-jadval) keltirilgan.



1.2-rasm. Laboratoriya muzlatish kamerasi

1.1 – jadval

Laboratoriya muzlatish kamerasing texnik tasnifi

№	Texnik va konstruktiv ko‘rsatkichlar	
1	Rusumi	Arctico
2	Jihoz ishlab chiqarilgan davlat	Germaniya
3	Harorat diapazoni ( $^{\circ}\text{C}$ )	minus 10÷40
4	Maksimal atrof-muhit harorati ( $^{\circ}\text{C}$ )	25
5	Sig‘imi (litr)	618
6	Tashqi o‘lchamlar WxDxH (mm)	740x870x2017
7	Ichki o‘lchamlar WxDxH (mm)	600x685x1505
8	Quvvat (vatt)	735
9	Massasi (kg)	138

Tajriba davomida tadqiqot obyektlarining issiqlik-fizik ko‘rsatkichlarini ham o‘rganildi. Odatda, oziq-ovqat mahsulotlari ular uchun ishlatiladigan xomashyolarni issiqlik-fizik ko‘rsatkichlariga: issiqlik o‘tkazuvchanlik; solishtirma issiqlik sig‘imi; harorat o‘tkazuvchanlik kabi bir qator ko‘rsatkichlar kiradi. Ushbu xossalar eksperimental va analitik usullar yordamida aniqlandi [9, 10].

Tadqiqot ishi davomida texnologik rejimlarni jarayon samaradorligiga ta'siri ham o'rganib borildi. Quritish obyekti sifatida tanlangan anjir, xurmo va qovun bo'laklarga bo'linib quritish padnosiga bir qator terilib, muzlatish kamerasida muzatildi. Muzlash haroratini sublimatsion quritish jarayoni davomiyligiga ta'sirini o'rganish maqsadida muzlatish minus 15, 20, 25, 30 °C haroratlarda olib borildi. Muzlatish jarayoni yakunidan so'ng xomashyolar sublimatsion quritish kamerasiga joylandi. Sublimatsiya bosqichida quritish jarayoni har bir eksperiment uchun -15÷ -35 °C haroratlar oralig'ida, quritish jarayonida esa 35-40 °C haroratda olib boriladi. Kameradagi vakuum 50÷150 Pa oralig'ida har bir tajriba uchun alohida hosil qilinadi. Jarayon uchun sarflangan vaqt aniqlab boriladi.

**1.2 - jadval**

**Xurmo mevasining minus 20÷40 °C muzlash haroratlari oralig'ida vakuum quvvati va jarayon davomiyligini mahsulot oxirgi namlik miqdoriga ta'siri**

Boshlang'ich namlik miqdori, %	Issiqliq oqimi, °C	Vakuum quvvati, Pa	Jarayon uchun sarflangan vaqt, soat	Oxirgi namlik miqdori, %
- 20°C				
64,8	30	150	26	2,6
64,8	30	125	28	2,9
64,8	30	100	31	3,1
- 30°C				
64,8	30	150	27	2,2
64,8	30	125	30	2,6
64,8	30	100	32	2,9
- 40°C				
64,8	30	150	29	2,3
64,8	30	125	32	2,8
64,8	30	100	35	3,0

**1.3 - jadval**

**Anjir mevasining minus 20÷40 °C muzlash haroratlari oralig'ida vakuum quvvati va jarayon davomiyligini mahsulot oxirgi namlik miqdoriga ta'siri**

Boshlang'ich namlik miqdori, %	Issiqliq oqimi, °C	Vakuum quvvati, Pa	Jarayon uchun sarflangan vaqt, soat	Oxirgi namlik miqdori, %
- 20°C				
78,8	30	150	26	2,7
78,8	30	125	27	2,9
78,8	30	100	31	3,3
- 30°C				
78,8	30	150	27	2,4
78,8	30	125	30	2,8
78,8	30	100	32	3,1
- 40°C				

78,8	30	150	29	2,4
78,8	30	125	32	3,0
78,8	30	100	35	3,2

1.4 - jadval

Qovunning minus 20÷40 °C muzlash haroratlari oralig'ida vakuum quvvati va jarayon davomiyligini mahsulot oxirgi namlik miqdoriga ta'siri

Boshlang'ich namlik miqdori, %	Issiqliq oqimi, °C	Vakumm quvvati, Pa	Jarayon uchun sarflangan vaqt, soat	Oxirgi namlik miqdori, %
- 20°C				
90,1	30	150	27	2,6
90,1	30	125	28	2,8
90,1	30	100	33	3,1
- 30°C				
90,1	30	150	28	2,1
90,1	30	125	31	2,5
90,1	30	100	34	2,8
- 40°C				
90,1	30	150	30	2,1
90,1	30	125	33	2,4
90,1	30	100	36	2,7

Tajriba jarayonida suvlmatsion quritkichdagi issiqlik oqimini quritish samaradorligiga ta'siri o'rganildi va quyidagi natijalar olindi. Olingan natijalar 1.5 – jadvalda o'z aksini topgan.

1.5 - jadval

Xurmoning “Zenju-maru”, Anjirning “Kadota” va Qovunning “Shakarpalak” navlarining vakuum sublimatsiya jarayonida issiqlik oqimini quritish jarayoni davomiyligiga ta'siri

(Minus 30 °C gacha muzlatilgan holatda)

Boshlang'ich namlik miqdori, %	Issiqlik oqimi, °S	Vakumm quvvati, Pa	Jarayon uchun sarflangan vaqt, soat	Oxirgi namlik miqdori, %
Xurmo				
64,8	20	150	25	2,6
64,8	25	150	26	2,4
64,8	30	150	27	2,2
64,8	35	150	25	2,2
64,8	40	150	22	2,1
Anjir				

78,8	20	125	33	3,1
78,8	25	125	31	2,8
78,8	30	125	30	2,8
78,8	35	125	28	2,7
78,8	40	125	27	2,5
Qovun				
90,1	20	125	34	3,0
90,1	25	125	33	2,8
90,1	30	125	31	2,5
90,1	35	125	30	2,3
90,1	40	125	28	2,1

### Xulosa.

1. Vakuum-sublimatsion qurilmasida, mahsulotning oxirgi namligi, ishchi bosimi, muzlatish haroratini quritish jarayoni davomiyligiga ta'sirini o'rganish uchun sublimatsion quritish qurilmasi yaratildi.

2. Xurmo, anjir va qovunning 20÷70 °C haroratlar oralig'idagi issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti hisoblandi. Xurmoning issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti anjirga qaraganda 8,4 % ga, qovunga qaraganda 35,2 % ga yuqori ekanligini ko'rsatadi.

3. Issiqlik sig'imini  $C$ , kDj/(kg·K) tadqiq qilish borasida olib borilgan hisoblash natijalaridan 20 °C haroratda xurmoning "Zenju-maru" navining issiqlik sig'imi 3,08, anjirning "Kadota" navida 3,45 va qovunning "Shakarpalak" navida 3,92 kDj/(kg·K) ekanligi aniqlandi. Haroratning 20 °C dan 70 °C gacha ko'tarilishi natijasida xurmoning issiqlik sig'imi 4,6 % ga, anjirda 5,2 % ga qovunda 7,5 % ga ortishi aniqlandi.

4. Harorat o'tkazuvchanlikni hisoblash bo'yicha olib borilgan hisoblash ishlari asosida, eng yuqori harorat o'tkazuvchanlik xurmoda bo'lib,  $1,79 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s tashkil etishi aniqlandi. Anjirda bu 26,2 % ga, qovunda 48,8 % pastligi aniqlandi. Tanlangan obyektlarni - 20°C haroratgacha muzlatilganda uning harorat o'tkazuvchanlik ko'rsatkichi xurmoda 4 marotabaga, anjirda 4,25 marotabaga, qovunda 4,42 marotabaga ortishi aniqlandi.

5. Sublimatsiya qurilmasida quritish jarayonida quritish vaqti va vakuum quvvatini oxirgi namlik miqdoriga bog'liqligi aniqlandi. Muzlatish haroratini minus 30°C ga ortishi va vakuumni 100 Pa ko'rsatkichida namlik 3,1 %, sarflangan vaqt 32 soatni tashkil etgan bo'lsa, vakuum ko'rsatkichini 125 ortishi bilan sarflangan vaqt 2 soatga, namlik 0,3 % ga kamaydi. Vakuumni 150 Pa ortishi bilan jarayon uchun kerakli vaqt 5 soatga, namlik esa 0,7 % kamayishi kuzatildi.

6. Sublimatsiya jarayonidagi issiqlik oqimini 20÷40°C haroratlarda o'zgarishi bilan xurmoning namligi 2,6 % dan 2,1 % gacha kamayadi. Anjirning oxirgi namligini 3,1 % dan 2,5 % gacha pastladi. Qovunning namlik ko'rsatkichi esa haroratni ortishi bilan 3,0 % dan 2,1 % gacha kamayishi aniqlandi.

7. Sublimatsiya jarayonini minus 30°C va 150 Pa vakuum bosimida olib borish orqali jarayon uchun sarflangan vaqtni o'rtacha 3 soatga va oxirgi namlik 10-12 % gacha kamayishiga erishiladi.

8. Quritilayotgan mahsulot qalinligini 2 mm dan 5 mm gacha ortishi bilan xurmoning quritish vaqti 7 soatga, anjirning quritish vaqti 8 soatga, qovunning quritish vaqti 8 soatga ortishi aniqlandi. Shu sababdan sublimatsion quritish davomida xurmo, anjir va qovunning

qalinligini 4 mm oshirmasdan kesib quritish eng maqbul variant hisoblanib, jarayon uchun oʻrtacha 27 soat sarf etiladi.

### Foydalanilgan adabiyotlar roʻyxati

1. Oʻzbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-sonli “2022-2026 yillarga moʻljallangan yangi Oʻzbekistonning taraqqiyot strategiyasi toʻgʻrisida”gi Farmoni. Elektron manba: <https://lex.uz/uz/docs/5841063>.
2. Xudayberdiyev T.L. Qishloq xoʻjaligi mahsulotlarini quritish texnologiyasi va jihozlari, darslik. - Toshkent: “Muxr press” nashriyoti, 2022 yil, - 232 b.
3. M.Gʻ. Vasiyev, Q.O. Dadayev, I.B. Isaboyev, Z.Sh. Sapayeva, Z.J. Gʻulomova. Oziq-ovqat texnologiyasi asoslari, darslik. –T: “Voriz-nashriyot”, 2012. – 400 b.
4. Salimov Z. Kimyoviy texnologiyaning asosiy jarayonlari va qurilmalari, T.2. Modda almashinish jarayonlari: Oliy oʻquv yurtlari uchun darslik. - T: Oʻzbekiston, 1995. - 238 b.
5. Поспелова И.Г. Разработка технологии сублимационной сушки фруктов и овощей с использованием СВЧ- и УЗ. //Автореф. ... канд. техн. наук. – Ижевск, 2009. - 20 с.
6. N.R. Yusupbekov, X.S. Nurmuhamedov, S.G. Zokirov. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. –T.: “Fan va texnologiya”, 2015, 848 b.
7. Schneid S. Rational approaches and transfer strategies for the scale-up of freeze-drying cycles / S. Schneid, H. Gieseler // Chimica Oggi/Chemistry Today, 2011. - 29(1). - pp. 10-13.
8. Семенов Г.В. Сушка сырья: мясо, рыба, овощи, фрукты, молоко / Г.В. Семенов, Г.И. Касьянов. - Ростов н/Д: Издательский центр "МарТ", 2012. – 112 с.
9. Семенов, Г.В. Сушка сырья: мясо, рыба, овощи, фрукты, молоко / Г.В. Семенов, Г.И. Касьянов. – Ростов н/Д: Изд. Центр МарТ, 2002. – 112 с. 11. Франко, Е.П. Особенности процесса сушки плодов и овощей / Е.П. Франко, Г.И. Касьянов // В мире научных открытий. – 2010. – № 4.– С. 176–177.
10. Патент 2486419, МКИ F26B9 / 06, F26B5 / 06 Многосекционная вакуум-сублимационная сушилка поточно-циклического действия С. Т. Антипов, Г. И. Мосолов, А. С. Шахов, Т. И. Некрылова, Тарик Джуахра, Р. А. Барыкин, В. Н. Санин — Заявл. 30.12.2011, 2011154705 / 06, опубл. 27.06.2013 Бюл. № 18.