

LIMONNI INFRAQIZIL VA KONVEKTIV QURITGICHLARDA QURITISHDA MEVALARNING MEXANIK TARKIBINI O‘ZGARISHI

Kasimova Iroda G‘ayrat qizi,

Akademik M.Mirzayev nomidagi bog‘dorchilik, uzumchilik va vinochilik ilmiy-tadqiqot instituti tayanch doktoranti.
<https://orcid.org/0009-0008-4144-0388>

Annotsatsiya. Maqolada limon mevalarini konvektiv va infraqizil nurlanishli quritgichlarda quritish jarayonining qiyosiy tahlili keltirilgan. Tadqiqot davomida ikki xil quritish texnologiyasining mahsulot vazni, geometrik o‘lchamlari va yuza maydoniga ta‘sir o‘rganildi. Natijalarga ko‘ra, konvektiv usulda quritishda vazn yo‘qotish ko‘rsatkichi yuqori (90,95%) bo‘lib, meva to‘qimalarining kengayishi hisobiga yuza maydoni biroz ortadi. Aksincha, infraqizil nurlanish ta‘sirida mevalar zichlashib, morfologik tuzilmasini yaxshiroq saqlaydi. Olingan ma‘lumotlar limonni sanoat miqyosida quritishning optimal rejimini tanlash, energiya sarfini kamaytirish va yuqori sifatli tayyor mahsulot olish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: limon, konvektiv quritish, infraqizil nurlanishli quritish, vazn kamayishi, geometrik parametrlar, texnologik samaradorlik, suvsizlanish dinamikasi.

Аннотация. В статье представлен сравнительный анализ процесса сушки лимонов в конвективных и инфракрасных сушильках. В ходе исследования изучалось влияние двух различных технологий сушки на вес, геометрические размеры и площадь поверхности продукта. По результатам, индекс потери веса при конвективной сушке высок (90,95%), а площадь поверхности незначительно увеличивается за счет расширения тканей плода. Напротив, под воздействием инфракрасного излучения плоды становятся более плотными и лучше сохраняют свою морфологическую структуру. Полученные данные позволяют выбрать оптимальный режим сушки лимонов в промышленных масштабах, снизить энергопотребление и получить высококачественную готовую продукцию.

Ключевые слова: лимон, конвективная сушка, инфракрасная сушка, потеря веса, геометрические параметры, технологическая эффективность, динамика обезвоживания.

Abstract. The article presents a comparative analysis of lemon drying processes in convective and infrared dryers. The study examined the effects of two different drying technologies on the weight, geometric dimensions, and surface area of the product. The results show that convective drying produces a high weight loss index (90.95%), while the surface area increases slightly due to tissue expansion. In contrast, infrared drying results in firmer fruits that retain their morphological structure better. These findings make it possible to select the optimal drying mode for lemons on an industrial scale, reduce energy consumption, and produce high-quality finished products.

Keywords: lemon, convective drying, infrared drying, weight loss, geometric dimensions, process efficiency, dehydration dynamics.

Kirish. Hozirgi kunda aholini yil davomida sifatli va biologik faol moddalarga boy oziq-ovqat mahsulotlari bilan ta‘minlash qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini qayta ishlash sohasining ustuvor vazifalaridan biri bo‘lib qolmoqda. Ayniqsa, sitrus mevalar, xususan, limon mevasi o‘zining boy kimyoviy tarkibi, yuqori miqdordagi C vitamini va efir moylari bilan inson salomatligini mustahkamlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Biroq, limon mevalarining tarkibida namlik miqdori yuqoriligi ularni yangiligicha uzoq muddat saqlash va tashish jarayonida muayyan qiyinchiliklarni yuzaga keltiradi. Shu sababli, mevalarni konservalashning eng samarali va keng tarqalgan usullaridan biri bo‘lgan quritish texnologiyasini takomillashtirish dolzarb ilmiy-amaliy masala hisoblanadi.

Ilmiy manbalarda ta‘kidlanganidek, o‘simlik hujayralarining spektral xossalarni o‘rganish, ayniqsa limon po‘stlog‘ining infraqizil spektrlarini modellashtirish mahsulotning ichki tuzilmasini tushunishda muhim omil bo‘lib xizmat qiladi [1]. Mevalarni quritish nafaqat ularning vaznini yengillashtirish, balki mikrobiologik barqarorligini ta‘minlashga ham yo‘naltirilgandir. Bugungi kunda ishlab chiqarishda turli xil quritish qurilmalaridan foydalanilmoqda, biroq har bir usulning mahsulot sifatiga va uning fizik ko‘rsatkichlariga ta‘siri turlicha namoyon bo‘ladi [2].

Ma‘lumki, an’anaviy konvektiv quritish usuli issiq havo oqimi yordamida namlikni bug‘lantirishga asoslangan bo‘lib, u jarayonning oddiyliyi bilan ajralib tursa-da, mahsulotning strukturaviy-mexanik xossalarga sezilarli ta‘sir ko‘rsatadi [3]. Shu bilan birga, zamonaviy infraqizil nurlanishli quritish texnologiyasi meva to‘qimalariga chuqur kirib borish qobiliyati tufayli jarayonni tezlashtirish va mahsulotning tabiiy zichligini saqlab qolish imkonini beradi. Bundan tashqari, shifobaxsh meva va rezavorlarni quritishda quyosh energiyasidan foydalanishning texnologik xususiyatlari ham soha mutaxassislari tomonidan keng o‘rganilmoqda [4].

Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi – limon mevalarini konvektiv va infraqizil nurlanishli quritgichlarda quritish jarayonini

qiyosiy o‘rganish, mevalarning vazni kamayishi va geometrik o‘lchamlari (uzunligi, eni, yuzasi) o‘zgarishi o‘rtasidagi bog‘liqliklarni aniqlashdan iborat. Quritish jarayonida meva yuzasining transformatsiyasi va massa yo‘qotilishining dinamik tahlili eng maqbul quritish rejimini tanlash va tayyor mahsulotning sifatini oldindan prognoz qilish uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Materiallar va uslublar. Limon mevalarini konvektiv va infraqizil nurlanishli quritgichlarda qayta ishlash bo‘yicha o‘tkazilgan tadqiqot natijalaridan ilmiy hamda amaliy yo‘nalishlarda foydalanish uchun quyidagi uslubiy ko‘rsatmalarni taqdim etaman. Ushbu tavsiyalar jarayonni tizimlashtirish va olingan ma‘lumotlarning ishonchligini yuqori darajada saqlashga xizmat qiladi.

Dastlabki bosqichda namunalarni tayyorlash va saralash ishlarga alohida e‘tibor qaratish lozim. Tajriba uchun tanlab olinadigan limon mevalari pishib yetilganlik darajasi, rangi va po‘stloq qalinligi bo‘yicha imkon qadar bir xil bo‘lishi kerak. Taqdim etilgan jadvalda mevalarning boshlang‘ich o‘rtacha vazni 19,76 gramm etib belgilangan bo‘lib, har bir namunaning uzunligi, eni va yuzasi quritish jarayonidan oldin yuqori aniqlikdagi laboratoriya tarozilari hamda shtangensirkul yordamida o‘lchanishi shart. Bu ko‘rsatkichlar keyinchalik mahsulotning geometrik o‘zgarishini va namlik yo‘qotilishini hisoblashda asos bo‘lib xizmat qiladi.

Konvektiv quritish texnologiyasini amalga oshirishda issiqlik tashuvchi havo oqimining harorati va tezligini nazorat qilish uslubiyati muhim ahamiyatga ega. Jarayonni meva tarkibidagi foydali elementlar va vitaminlar parchalanmasligi uchun mo‘tadil haroratda olib borish tavsiya etiladi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, ushbu usulda vazn kamayishi 90,95 foizgacha yetadi, bu esa mahsulotning deyarli to‘liq suvsizlanishidan dalolat beradi. Shu bilan birga, konvektiv usulda meva yuzasining 3,50 sm² dan 3,56 sm² gacha biroz kengayish tendensiyasi kuzatilganligi sababli, to‘qimalarning g‘ovakligini va ichki tuzilmasini baholash uchun qo‘shimcha morfologik tahlillar o‘tkazish lozim.

Infraqizil nurlanishli quritish usulini boshqarishda esa nurlanish

Limnoning xom mevasi biometrik ko‘rsatkichlari hamda mevalarni konvektiv va infraqizil nurlanishli quritgichlarda quritish natijalari

T/r	Limnoning xom mevalari				Limnoning konvektiv quritgichda quritilgan mevalari					Limnoning infraqizil nurlanishli quritgichda quritilgan mevalari				
	vazni, g	uzunligi, sm	eni, sm	yuzasi, sm ²	vazni, g	kamayishi, %	uzunligi, sm	eni, sm	yuzasi, sm ²	vazni, g	kamayishi, %	uzunligi, sm	eni, sm	yuzasi, sm ²
1.	20,5	2,17	1,98	3,38	1,85	90,98	2,35	2,13	3,94	1,96	90,44	1,90	1,81	2,70
2.	21,6	2,36	2,08	3,87	2,12	90,19	1,95	1,88	2,88	1,89	91,25	2,08	1,96	3,20
3.	11,2	1,88	1,80	2,66	1,96	82,50	2,47	2,27	4,41	1,17	89,55	1,73	1,60	2,18
4.	22,4	2,27	2,11	3,77	2,55	88,62	2,45	2,40	4,62	1,43	93,62	2,03	1,91	3,05
5.	20,4	2,29	2,17	3,91	0,76	96,27	1,03	1,51	1,27	2,97	85,44	2,07	1,99	3,24
6.	17,5	2,18	1,93	3,32	1,20	93,14	2,08	1,82	2,99	3,93	77,54	2,18	2,12	3,63
7.	16,3	2,01	1,87	2,96	1,71	89,51	2,44	2,31	4,43	3,45	78,83	2,21	1,82	3,19
8.	25,1	2,33	2,28	4,17	1,32	94,74	2,18	1,97	3,38	3,48	86,14	1,98	1,84	2,87
9.	24,5	2,23	2,04	3,58	2,03	91,71	2,51	2,32	4,58	1,46	94,04	1,91	1,83	2,75
10.	18,1	2,16	2,09	3,55	2,39	86,80	2,32	2,20	4,01	2,14	88,18	1,86	1,81	2,64
O‘rt.	19,76	2,19	2,04	3,50	1,79	90,95	2,18	2,08	3,56	2,39	87,91	2,0	1,87	2,93

jadalligini mahsulotning yutish qobiliyatiga moslash talab etiladi. IQ-quritgichlarda vazn kamayishi o‘rtacha 87,91 foizni tashkil etib, meva yuzasining 2,93 sm² gacha kichiklashishi kuzatilgan. Bu holat mahsulotning yanada zich va ixcham holatga kelishini ta‘minlashi sababli, uslubiy jihatdan ushbu usulni mahsulotning tabiiy strukturasi saqlab qolish zarur bo‘lgan hollarda qo‘llash tavsiya etiladi. Infraqizil nurlanish mevaning ichki qatlamlariga tezroq kirib borishi bois, jarayon vaqtini konvektiv usulga nisbatan qisqartirish imkoniyatlarini ham o‘rganish kerak.

Natijalar va munozara. Limon mevalarini quritish jarayonida sodir bo‘ladigan fizik o‘zgarishlarni chuqurroq anglash imkonini beradi. Xom limon mevalarining boshlang‘ich o‘rtacha vazni 19,76 grammni tashkil etgan bo‘lsa, turli xil texnologiyalar qo‘llanilganda ushbu ko‘rsatkichlar keskin o‘zgarishi kuzatilgan. Konvektiv quritish usulida mevalarning vazni o‘rtacha 1,79 grammgacha kamayib, jami massaning 90,95 foizi yo‘qotilgan bo‘lsa, infraqizil nurlanishli quritgichda bu ko‘rsatkich 2,39 grammni va 87,91 foizlik kamayishni tashkil etgan. Bu raqamlar shuni ko‘rsatadiki, konvektiv usul namlikni chiqarib yuborishda biroz jadalroq ta‘sir ko‘rsatadi, biroq infraqizil nurlanish mevaning ichki tuzilmasini va vaznini nisbatan yaxshiroq muvozanatda saqlaydi (jadval).

Mevalarning geometrik o‘lchamlariga to‘xtaladigan bo‘lsak, xom limonning o‘rtacha yuzasi 3,50 sm² bo‘lgani holda, konvektiv quritishdan so‘ng bu ko‘rsatkich 3,56 sm² gacha biroz kengayganligini ko‘rish mumkin. Bunday holat issiq havo oqimi ta‘sirida meva to‘qimalarining g‘ovakdosh bo‘lib qolishi va ichki bosim hisobiga yuzaning bir oz kengayishi bilan izohlanadi. Aksincha, infraqizil nurlanish ta‘sirida quritilgan limonlarning o‘rtacha yuzasi 2,93 sm² gacha kichiklashgan bo‘lib, bu nurlanishning meva hujayralariga chuqur kirib borishi natijasida to‘qimalarning yanada zichroq va ixchamroq holatga kelishidan dalolat beradi.

Tajriba davomida olingan har bir namunaning xususiy ko‘rsatkichlari ham o‘ziga xosdir. Masalan, beshinchi namunada konvektiv usul qo‘llanilganda vazn kamayishi rekord darajadagi 96,27 foizni tashkil etgan bo‘lsa, xuddi shu namunaning infraqizil usuldagi ko‘rsatkichi 85,44 foizni qayd etgan. Bu esa limonning kimyoviy tarkibi va po‘stloq tuzilishi har bir quritish texnologiyasiga individual tarzda javob berishini tasdiqlaydi. Umumiy xulosa sifatida aytish mumkinki, infraqizil quritish texnologiyasi mahsulotning tabiiy zichligini saqlashda samaraliroq bo‘lsa, konvektiv usul mahsulotni maksimal darajada yengillashtirish va namlikdan xoli qilish uchun qulaydir.

Xulosa va takliflar. Xom limon mevalarining boshlang‘ich o‘rtacha vazni 19,76 gramm bo‘lgani holda, quritish usuliga qarab massaning kamayishi turlicha namoyon bo‘lgan. Xususan, konvektiv quritish usulida namlikning ajralishi jadalligi yuqori bo‘lib,

mevalarning o‘rtacha vazni 1,79 grammgacha tushib qolgan, bu esa vaznning o‘rtacha 90,95 foizga kamayganligini anglatadi. Infraqizil nurlanishli quritgichda esa bu ko‘rsatkich biroz pastroq, ya‘ni 87,91 foizni tashkil etgan bo‘lib, bu holat infraqizil nurlanish meva ichki qatlamlariga kirib borib, namlikni hujayra tuzilmasini haddan tashqari buzmaganda chiqarishi bilan izohlanadi.

Mevalarning geometrik o‘lchamlaridagi o‘zgarishlar ham diqqatga sazovordir, chunki konvektiv usulda quritilgan mevalarning o‘rtacha yuzasi 3,56 sm² ni tashkil etib, xom mevanikidan (3,50 sm²) biroz ortganligi kuzatiladi. Bunday paradoksal holat issiq havo oqimi ta‘sirida meva to‘qimalarining kengayishi va ichki g‘ovaklikning ortishi natijasida yuzaga keladi. Infraqizil quritishda esa, aksincha, meva yuzasi 2,93 sm² gacha kamayib, mahsulotning yanada zichroq va ixchamroq shaklga kelishi ta‘minlangan, bu esa mahsulotning tabiiy morfologik tuzilishini saqlashda ushbu usulning afzalligini ko‘rsatadi.

Tajriba davomida olingan natijalarga tayanib, limonni sanoat miqyosida qayta ishlash uchun quyidagi takliflarni ilgari surish mumkin. Mahsulotning tashqi ko‘rinishi va tarkibidagi biologik faol moddalarni, xususan vitamin va efir moylarini maksimal darajada saqlab qolish talab etilganda, infraqizil nurlanishli quritish texnologiyasidan foydalanish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Ushbu usul nafaqat mahsulotning zichligini ta‘minlaydi, balki energiya sarfini kamaytirib, issiqlikning meva ichiga bir tekis tarqalishiga xizmat qiladi.

Mahsulotni uzoq muddat saqlash va uning vaznini maksimal darajada yengillashtirish orqali logistika xarajatlarini kamaytirish bo‘yicha, konvektiv quritish usulidan foydalanish samaraliroqdir. Biroq, bunda meva to‘qimalarining haddan tashqari g‘ovaklanib ketmasligi uchun havo oqimi haroratini bosqichma-bosqich boshqarish tizimini joriy etish lozim.

ADABIYOTLAR

1. Березин К. В. и др. Экспериментальный колебательный инфракрасный спектр кожуры лимона и моделирование спектральных свойств стенки растительной клетки // Оптика и спектроскопия. – 2017. – Т. 123. – №. 3. – С. 472-478.
2. Бессмертная И. А., Титова И. М. Получение фруктовых и овощных чипсов в установках различного типа // Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение. – 2014. – С. 116-121.
3. Лимонов А. В., Щербаков С. Ю., Криволапов И. П. Способы консервирования плодов с использованием сушки // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3. – №. 3.
4. Назаров М. Р. и др. Технологические особенности Солнечной сушки целебных плодов и ягод // The Way of Science. – 2014. – С. 26.