ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 4

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME - 4

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

TABIIY KONVEKSIYA ASOSIDAGI BEVOSITA QUYOSH QURITGICHLARNING OLMA QURITISH JARAYONIGA TA`SIRINI BAHOLASH

Ma`murova Dildora Ma`ruf qizi,
Buxoro davlat universiteti magistranti
E-mail: d.m.mamurova@buxdu.uz

Annotatsiya. Mazkur ilmiy maqolada global oziq-ovqat tizimida meva-sabzavot yetishtirish hajmining ortishi bilan birga yuzaga kelayotgan hosil yo‘qotishlari muammosi chuqur tahlil qilinadi. Dunyo miqyosida hosilning 30–50% gacha qismi saqlash, tashish va qayta ishlash bosqichlarida isrof bo‘layotgani, O‘zbekiston sharoitida esa bu ko‘rsatkich 20–25% atrofida ekanligi ilmiy manbalarda qayd etiladi. Ushbu muammoni bartaraf etishda bevosita quyosh quritgichlari samarali texnologik yechim sifatida ko‘rsatilib, ularning mahsulot sifatini saqlash, sanitariya-gigiyena talablariga moslikni ta’minlash hamda energiya tejamkorligini oshirishdagi afzalliklari yoritiladi. Tadqiqotda tabiiy konveksiya asosida ishlovchi bevosita quritgichlarning shishali issiqxona sharoitida olma mahsulotini quritish jarayoniga ta’siri matematik modellashtirish orqali baholangan. Quritish jarayonining issiqlik balansi, mahsulot va shisha haroratlarining vaqt bo‘yicha dinamikasi, shuningdek quyosh nurlanishining ta’siri differensial tenglamalar yordamida tahlil etilgan. Hisoblash natijalari mahsulot haroratining izchil oshishi, issiqxona shishasining issiqlikni yig‘ish va ushlab turish xususiyatlari hamda quritish jarayonida issiqlik inertsiya hodisasining muhimligini ko‘rsatadi. Olingan ilmiy natijalar shuni tasdiqlaydiki, shishali issiqxonada olma quritish jarayoni energiya samaradorligi yuqori bo‘lib, ishlab chiqilgan matematik model real fizik jarayonlarni yetarli aniqlikda tavsiflay oladi. Ushbu yondashuv quritish jarayonining optimal harorat rejimini tanlash, quritish vaqtini qisqartirish va mahsulot sifatini oshirish uchun amaliy ahamiyatga ega. Natijada, O‘zbekiston sharoitida meva-sabzavotlarni saqlashda isrof darajasini kamaytirish va barqaror texnologiyalarni joriy etishda istiqbolli yo‘nalish sifatida baholanadi.

Kalit so‘zlar. Bevosita quyosh quritgichlar, tabiiy konveksiya, Shishali issiqxona (greenhouse), matematik modellashtirish, olma.

Аннотация. В данной научной статье проводится глубокий анализ проблемы потерь урожая, возникающей в глобальной продовольственной системе в связи с увеличением объемов выращивания фруктов и овощей. В научных источниках отмечается, что в мировом масштабе до 30-50% урожая теряется на этапах хранения, транспортировки и переработки, а в условиях Узбекистана этот показатель составляет около 20-25%. Для устранения этой проблемы прямые солнечные сушилки показаны как эффективное

ISSN 3030-3907

технологическое решение, освещены их преимущества в сохранении качества продукции, обеспечении соответствия санитарно-гигиеническим требованиям и повышении энергоэффективности. В исследовании путем математического моделирования оценивалось влияние непосредственных сушилок, работающих на основе естественной конвекции, на процесс сушки яблочной продукции в условиях стеклянной теплицы. Тепловой баланс процесса сушки, динамика температур продукта и стекла во времени, а также влияние солнечного излучения проанализированы с помощью дифференциальных уравнений. Результаты расчетов показывают важность последовательного повышения температуры продукта, свойств теплосбора и удержания тепличного стекла, а также явления тепловой инерции в процессе сушки. Полученные научные результаты подтверждают, что процесс сушки яблок в стеклянной теплице обладает высокой энергоэффективностью, а разработанная математическая модель может с достаточной точностью описать реальные физические процессы. Такой подход имеет практическое значение для выбора оптимального температурного режима процесса сушки, сокращения времени сушки и повышения качества продукции. В результате это оценивается как перспективное направление в снижении уровня потерь при хранении плодоовощной продукции и внедрении устойчивых технологий в условиях Узбекистана.

Ключевые слова. Косвенные солнечные сушилки, естественная конвекция, стеклянная теплица (greenhouse), математическое моделирование, яблоко.

Abstract. This scientific article provides a profound analysis of the problem of crop losses arising from the increasing volume of fruit and vegetable production within the global food system. Scientific sources note that on a global scale, up to 30-50% of the harvest is lost during storage, transportation, and processing stages, while in Uzbekistan's conditions, this figure is around 20-25%. In addressing this problem, direct solar dryers are presented as an effective technological solution, highlighting their advantages in maintaining product quality, ensuring compliance with sanitary and hygienic requirements, and increasing energy efficiency. In the study, the influence of direct dryers based on natural convection on the process of drying apple products in glass greenhouses was evaluated through mathematical modeling. The heat balance of the drying process, the dynamics of product and glass temperatures over time, and the influence of solar radiation were analyzed using differential equations. The calculation results demonstrate the significance of the steady increase in product temperature, the heat-absorbing and retention properties of greenhouse glass, and the phenomenon of thermal inertia during the drying process. The obtained scientific results confirm that the energy efficiency

ISSN 3030-3907

of the apple drying process in a glass greenhouse is high, and the developed mathematical model can describe real physical processes with sufficient accuracy. This approach is of practical importance for selecting the optimal temperature regime of the drying process, reducing drying time, and improving product quality. As a result, it is considered a promising direction in reducing the level of waste in the storage of fruits and vegetables in the conditions of Uzbekistan and the introduction of sustainable technologies.

Keywords. Indirect solar dryers, natural convection, glass greenhouse, mathematical modeling, apple.

KIRISH.

Global oziq-ovqat tizimida meva-sabzavot ishlab chiqarish hajmi yildan-yilga ortib borayotgan bo‘lsa-da, hosilning muhim qismi iste’molchiga yetib bormasdan yo‘qotilmoqda. Ilmiy tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, dunyo miqyosida hosilning 30–50% gacha qismi saqlash, tashish, qayta ishlash va bozor zanjiridagi muammolar sababli isrof bo‘ladi [1–4]. Ushbu yo‘qotishlar oziq-ovqat xavfsizligi, iqtisodiy barqarorlik va ekologik muvozanatga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Shu bois, oziq-ovqatni saqlash va isrofning oldini olishga qaratilgan samarali texnologik yechimlarni ishlab chiqish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi [2,3,19].

O‘zbekiston sharoitida ham meva-sabzavot yetishtirish hajmi yuqori bo‘lib, statistik ma’lumotlarga ko‘ra, hosilning 20–25% gacha qismi saqlash va tashish jarayonida yo‘qotilmoqda. Bu ko‘rsatkich mamlakat iqtisodiyoti va aholining oziq-ovqat ta’minoti uchun jiddiy zarar keltiradi. Shu nuqtai nazardan, quyosh energiyasiga asoslangan quritish texnologiyalari, xususan bilvosita quritgichlar (indirect solar dryers), samarali yechim sifatida ko‘rilmoqda. Quritish jarayoni nafaqat hosilni uzoq muddat saqlash imkonini beradi, balki mahsulotning oziqaviy qiymatini, gigiyenik xavfsizligini va iste’molga yaroqliligini ham ta’minlaydi [5–8,10].

So‘nggi yillarda bevosita quritish usullari bo‘yicha ko‘plab ilmiy izlanishlar olib borilgan. Jumladan, tabiiy konveksiya asosidagi quritgichlar [5], majburiy konveksiya tizimlari [6], havo isitgich yuzasini takomillashtirish orqali samaradorlikni oshirish [13], hamda hibrid energiya manbalari bilan integratsiya qilingan quritgichlar [9] keng o‘rganilgan. Tadqiqotlar natijalari shuni ko‘rsatadiki, bevosita quritish usullari mahsulot sifatini yaxshiroq saqlash, gigiyenik xavfsizlikni ta’minlash va energiya samaradorligini oshirishda yuqori natija beradi [7,11,12,17]. Shuningdek, quyosh quritgichlarida mahsulot quritish jarayonini real vaqt rejimida kuzatish va boshqarish imkonini beradigan zamonaviy texnologik yechimlar [20], ijtimoiy-iqtisodiy samaradorlik tahlillari [16], hamda turli konstruktiv yechimlarning taqqoslamalari [18] ham o‘rganilgan.

ISSN 3030-3907

Bu yondashuvlar O‘zbekiston sharoitida meva-sabzavotlarni saqlashda isrofni kamaytirish va energiya tejamkor texnologiyalarni joriy etishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Yana bir muhim jihat shundaki, bevosita quritish texnologiyalari mahsulotning tabiiy rangini, ta’mini va oziqaviy tarkibini yaxshiroq saqlab qoladi. Bu esa iste’molchilar uchun yuqori sifatli mahsulot taqdim etish imkonini beradi. Shu bilan birga, energiya tejamkorligi va ekologik barqarorlik nuqtai nazaridan ham bevosita quritgichlar afzal hisoblanadi. Tadqiqotlar ko‘rsatadiki, quyosh energiyasidan foydalanish orqali quritish jarayonida karbon izini kamaytirish va barqaror ishlab chiqarish tizimini shakllantirish mumkin [9,10,18].

Xulosa sifatida, global miqyosda oziq-ovqat isrofi dolzarb muammo bo‘lib, O‘zbekistonda ham sezilarli darajada kuzatilmoqda. Bevosita quyosh quritgichlari bu muammoni hal etishda samarali texnologik yechim bo‘lib, ilmiy tadqiqotlar natijalari uning amaliy ahamiyatini tasdiqlamoqda. Shu munosabat bilan, ushbu ishda tabiiy konveksiyaga asoslangan bevosita quyosh quritgichlarning shishali issiqxona sharoitida olma mahsulotini quritish jarayoniga ta’siri matematik modellashtirish orqali baholanadi. Tadqiqotda quritish jarayonining issiqlik balansi, mahsulot va shisha haroratlarining vaqt bo‘yicha o‘zgarishi hamda quyosh nurlanishining ta’siri tahlil qilinib, olingan natijalar quritgich tizimlarini takomillashtirish uchun ilmiy asos sifatida taklif etiladi.

Matematik model. Mahsulot uchun issiqlik balansi tenglamasining differensial ko‘rinishi (1) tenglamada keltirilgan.

$$c_m m_m \frac{dT_m}{dt} = h_i F_m (T_{sh} - T_m) + U_b F_m (T_a - T_m) + \tau_{sh} \alpha_m I_T F_m \qquad (1)$$

bunda, c_m- mahsulotning solishtirma issiqligi ($\frac{J}{kg \cdot °C}$), m_m- mahsulot massasi (kg),

T_m-mahsulotning temperaturasi (℃), h_i- shaffof qoplamaning umumiy issiqlik uzatish koeffitsiyenti ($\frac{W}{m^2 \cdot °C}$), F_m- mahsulot yuzasi(m^2), T_{sh}- shaffof qoplamaning temperaturasi(℃), U_b- umumiy issiqlik uzatish koeffitsiyenti (pastki qatlam uchun) ($\frac{W}{m^2 \cdot K}$), T_a- tashqi harorat temperaturasi (℃), τ_{sh}- shaffof qoplamaning nur o`tkazish koeffitsiyenti, α_m- mahsulotning nur yutish koeffitsiyenti ($\frac{1}{m}$), I_T- umumiy radiatsiya ($\frac{W}{m^2}$) deb hisoblanadi.

Yuqoridagi (1) tenglamadagi koeffitsiyentlar esa (2) va (3) tenglamalar orqali aniqlanadi.

$$h_i = h_c + h_b + h_n \qquad (2)$$

ISSN 3030-3907

Bunda, h_i - shaffof qoplamaning umumiy issiqlik uzatish koeffitsiyenti ($\frac{W}{m^2 \cdot K}$), h_c – konvektiv issiqlik uzatish koeffitsiyenti ($\frac{W}{m^2 \cdot K}$), h_b – nurlanish orqali issiqlik uzatish koeffitsiyenti ($\frac{W}{m^2 \cdot K}$), h_n - bug‘lanish orqali issiqlik uzatish koeffitsiyenti ($\frac{W}{m^2 \cdot K}$) deb belgilashlar kiritildi.

$$U_b = (\frac{\delta}{k_b} + \frac{1}{h_a})^{-1} \quad (3)$$

bunda, U_b - umumiy issiqlik uzatish koeffitsiyenti (pastki qatlam uchun) ($\frac{W}{m^2 \cdot K}$),

δ - material qalinligi (m), k_b - materialning issiqlik o‘tkazuvchanligi ($\frac{W}{m \cdot K}$), h_a - tashqi konvektiv issiqlik uzatish koeffitsiyenti ($\frac{W}{m^2 \cdot K}$) deb kiritildi.

Shaffof qoplama uchun issiqlik balansi tenglamasining differensial ko‘rinishi (4) tenglamada keltirilgan.

$$c_{sh} m_{sh} \frac{dT_{sh}}{dt} = h_i F_{sh}(T_m - T_{sh}) + h_b F_{sh}(T_a - T_{sh}) + \alpha_{sh} I_T F_{sh} \quad (4)$$

bunda, c_{sh}- shaffof qoplamaning solishtirma issiqligi ($\frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$), m_{sh}- shaffof qoplamaning massasi (kg), T_{sh}- shaffof qoplamaning temperaturasi (℃), h_i- shaffof qoplamaning issiqlik uzatish koeffitsiyenti ($\frac{W}{m^{2 \cdot \circ}\mathrm{C}}$), F_{sh}- shaffof qoplamaning yuzasi(m^2), T_m- mahsulotning temperaturasi(℃), h_b – nurlanish orqali issiqlik uzatish koeffitsiyenti ($\frac{W}{m^2 \cdot K}$), T_a- tashqi harorat temperaturasi (℃); α_{sh}- shaffof qoplamaning nur o`tkazish koeffitsiyenti, I_T- umumiy adiatsiya ($\frac{W}{m^2}$) deb hisoblanadi.

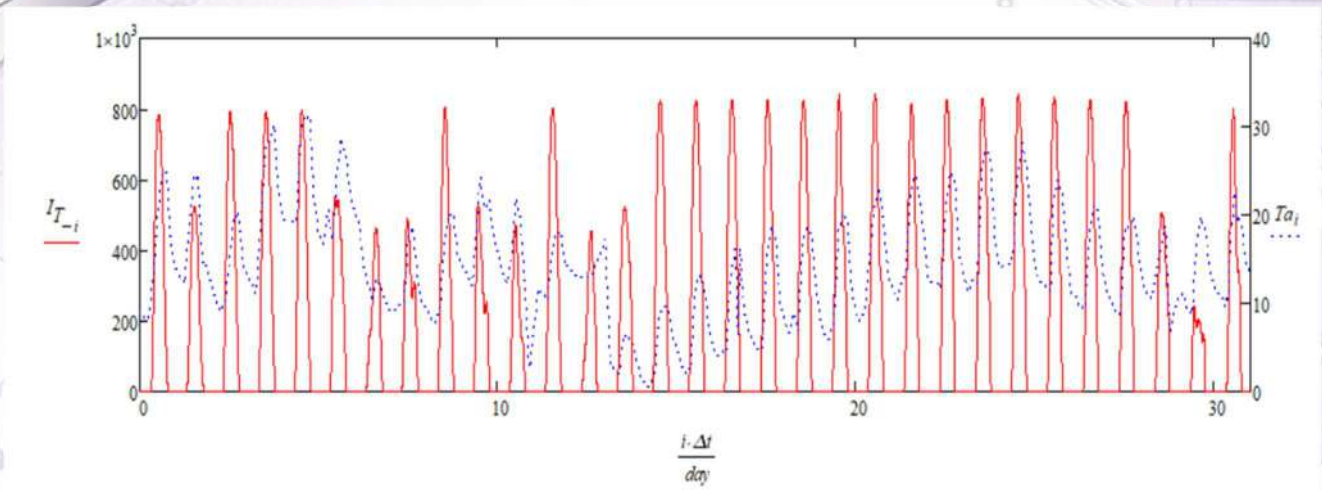
$$h_a = 5{,}7 + 3{,}8v \quad (5)$$

bunda, h_a - tashqi konvektiv issiqlik uzatish koeffitsiyenti ($\frac{W}{m^2 \cdot K}$), v – shamol tezligi ($\frac{m}{s}$) deb kiritiladi.

(1) va (4) tenglamalar oshkor ko‘rinishdagi chekli ayirmali usullardan foydalanib yechildi.

Hisoblash natijalari va tahlil.

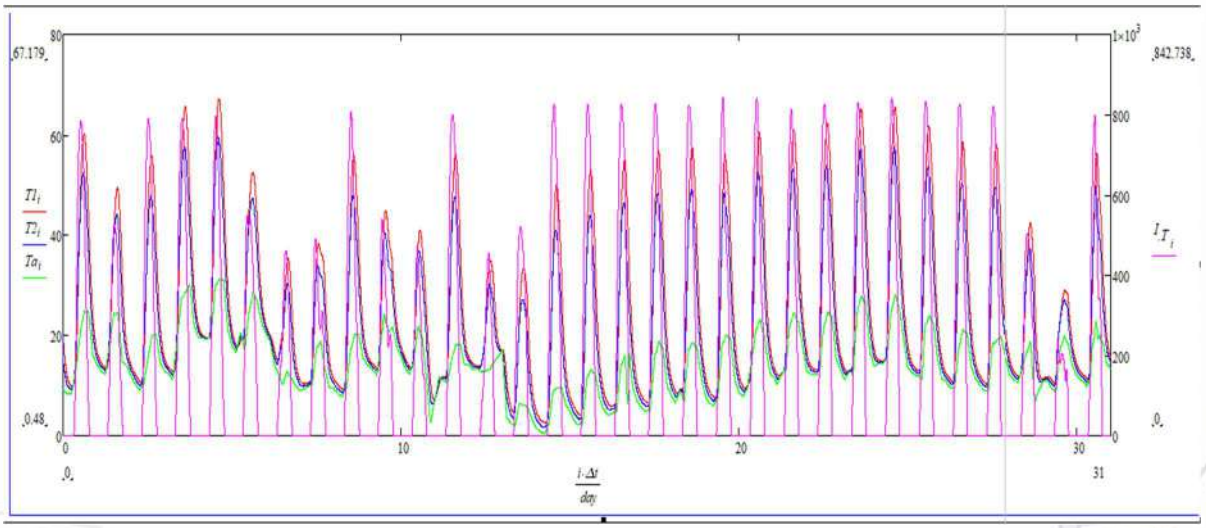
ISSN 3030-3907



2-rasm. Atrof temperaturasi va tushuvchi quyosh radiatsiyasi.

O‘tkazilgan matematik modellashtirish va Mathcad dasturida olingan grafik natijalari shishali quritgich ichida olma mahsulotini quritish jarayonining issiqlik rejimini chuqur tahlil qilish imkonini berdi. Birinchi grafikda quyosh nurlanishiga mos issiqlik oqimi I_T hamda tashqi havo harorati T_a ning vaqt bo‘yicha dinamikasi aks ettirilgan.

Natijalardan ko‘rinadiki, issiqlik oqimi kunduzgi soatlarda keskin ortib, kechki va tungi davrlarda minimal qiymatlarga tushadi. Bu holat issiqxona ichidagi energiya balansining asosan quyosh nurlanishi hisobiga shakllanishini tasdiqlaydi. Shunday qilib, grafik tahlili issiqxona sharoitida quritish jarayonining energiya manbai sifatida quyosh nurlanishining ustuvorligini ko‘rsatadi.



———	Mahsulotning temperaturasi
———	Shishaning harorati
———	Atrof muhit harorati

3-rasm. Hisoblash natijalari. Mahsulot, shaffof qoplama va atrof muhit haroratlari.

3-rasmdagi grafikda olma mahsulotining harorati T_m hamda issiqxona shishasining harorati T_2 ning tashqi havo harorati bilan birgalikda o‘zgarishi tahlil

ISSN 3030-3907

qilindi. Natijalarga ko‘ra, shisha harorati T_2 quyosh nurlanishiga tezkor javob berib, qisqa vaqt ichida yuqori qiymatlarga erishadi. Mahsulot harorati T_m esa shishaga nisbatan sekinroq qizib, maksimal qiymatga kechikish bilan yetadi. Bu holat olma mahsulotining issiqlik sig‘imi yuqori ekanligi va quritish jarayonida issiqlik inertsiya hodisasi muhim rol o‘ynashini ko‘rsatadi.

Grafik natijalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, shisha qoplama orqali quritgich ichiga uzatilayotgan issiqlik mahsulot haroratining izchil oshishini ta’minlaydi. Bu esa o‘rikni sifatli quritish uchun zarur bo‘lgan barqaror termik muhitni yaratadi. Tashqi havo harorati pasaygan taqdirda ham issiqxona ichida mahsulot haroratining ma’lum vaqt davomida saqlanib turishi shishali konstruksiyaning issiqlikni yig‘ish va ushlab qolish xususiyatini tasdiqlaydi.

Umuman olganda, olingan natijalar shishali quritgichda olma quritish jarayoni energiya samaradorligi yuqori ekanligini ko‘rsatadi. Ishlab chiqilgan matematik model fizik jarayonlarni yetarli aniqlikda tavsiflab, quritish jarayonining optimal harorat rejimini tanlash, quritish vaqtini qisqartirish va mahsulot sifatini oshirish uchun amaliy ahamiyatga ega ekanligini tasdiqlaydi.

Xulosa. Mazkur tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, tabiiy konveksiya asosida ishlovchi bevosita quyosh quritgichlari, ayniqsa shishali issiqxona tipidagi konstruksiyalar, olma mahsulotini samarali quritishda yuqori energiya tejamkorlikka ega. Matematik modellashtirish orqali quritish jarayonining issiqlik balansi, mahsulot va shaffof qoplama haroratlarining vaqt bo‘yicha o‘zgarishi hamda quyosh nurlanishining ta’siri tahlil qilindi.

Olingan ilmiy natijalar issiqxona tipidagi quritgich ichida issiqlikning yig‘ilishi va saqlanishi mahsulot haroratining barqaror oshishini ta’minlashini ko‘rsatdi. Bu esa quritish jarayonining samaradorligini oshiradi. Shuningdek, issiqlik inertsiya hodisasi mahsulotning sekin va bir maromda qurishiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi.

Tadqiqot natijalariga asoslanib aytish mumkinki, ushbu turdagi quritgichlar quritish vaqtini qisqartirish, mahsulot sifatini saqlash va energiya sarfini kamaytirish imkonini beradi. Ushbu yondashuv O‘zbekiston sharoitida meva-sabzavotlarni saqlashdagi yo‘qotishlarni kamaytirish hamda ekologik va iqtisodiy jihatdan barqaror texnologiyalarni joriy etishda muhim amaliy ahamiyat kasb etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. S. F. dos Santos et al., “Post-harvest losses of fruits and vegetables in supply chains: A review”, ScienceDirect, 2020.
2. S. Schudel et al., “Solution roadmap to reduce food loss along your supply chain”, ScienceDirect, 2023.

ISSN 3030-3907

3. E. M. Karoney et al., “Global research network analysis of fresh produce postharvest losses”, ScienceDirect, 2024.
4. M. J. Gidado et al., “Challenges of postharvest water loss in fruits: Mechanisms and mitigation”, ScienceDirect, 2024.
5. D. Chaatouf et al., “Experimental and numerical study of a natural convection solar dryer”, ScienceDirect, 2023.
6. M. C. Gilago et al., “Performance evaluation of natural and forced convection indirect solar dryers”, ScienceDirect, 2022.
7. G. D. Shekata et al., “Recent advancements in indirect solar dryer performance”, ScienceDirect, 2024.
8. O. A. Nnamchi et al., “Solar dryers: A review of mechanism, methods and critical factors”, ScienceDirect, 2025.
9. D. Kong et al., “A comprehensive review of hybrid solar dryers integrated with storage”, ScienceDirect, 2024.
10. R. K. Saini et al., “Technological development in solar dryers from 2016 to 2023: A review”, ScienceDirect, 2023.
11. V. S. Vigneswaran et al., “Comparative assessment of indirect cabinet solar dryers in terms of performance and cost”, ScienceDirect, 2024.
12. M. Salhi et al., “Experimental investigation and performance evaluation of an indirect solar dryer”, ScienceDirect, 2024.
13. P. GaneshKumar et al., “Exploring the performance of an indirect solar dryer by surface improvements of the solar air heater”, ScienceDirect, 2024.
14. M. A. Kherrafi et al., “Experimental and numerical study of performance enhancements in direct solar dryers”, ScienceDirect, 2025.
15. S. Yematawu et al., “Experimental testing on the performance of solar dryer with evacuated tube collector”, ScienceDirect, 2024.
16. D. Kimaro et al., “Uncovering socioeconomic insights of solar dryers for smallholder farmers”, ScienceDirect, 2024.
17. S. Madhankumar et al., “Analysis of thermal performance and drying kinetics of indirect solar dryers”, ScienceDirect, 2025.
18. W. Hao et al., “Research on the performance and life cycle assessment of direct vs mixed-mode solar dryers”, ScienceDirect, 2025.
19. P. Rajapakshe et al., “Strategies to minimize post-harvest waste of fruits and vegetables”, ScienceDirect, 2025.
20. M. Naniwadekar et al., “Solar drier with IoT and advanced monitoring for potato slices”, ScienceDirect, 2025.

ISSN 3030-3907