



QUYOSH HAJMIY HAVO QIZDIRISH KOLLEKTORLI QURITGICHDA MEVALARNI QURITISH JARAYONIDA ISSIQLIK-MASSA ALMASHINUVI JARAYONLARINI TADQIQ QILISH

Nematov I.L., Fayziyev T.A., Ergashev Sh.H., Xayriddinov B.E.

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti

e-mail: strong.shakhrier@mail.ru

Maqolada aholining yil davomida quritilgan meva mahsulotlariga bo'lgan talabini qondirish uchun zamonaviy quritish texnologiyalarini ishlab chiqish, yangi konstruksiyasini yaratish va unda mevalarni sifatli quritiladigan mahsulotlarni, xususan, olma qirqimlarini, o'rik, olxo'ri va anjir mahsulotlarini eksperimental va nazariy tizim asosida taqqoslab, tadqiq etish samaradorligini oshirish masalalari yoritilgan.

Tayanch so'zlar: Kollektorli quritgich, issiqlik massa, quritish texnologiyasi, quritiladigan mahsulot issiqlik-fizikaviy.

In the article, in order to meet the population's demand for dried fruit products throughout the year, the development of modern drying technologies, the creation of a new structure, and the comparison of high-quality dried fruits, in particular, apple trimmings, apricots, plums, and figs, based on an experimental and theoretical system, issues of research efficiency improvement are covered.

Key words: Collector dryer, heat mass, drying technology, heat-physical product to be dried.

Quyosh hajmiy havo qizdirish kollektori quritgichda mevalarni quritish jarayonida issiqlik massa almashinuvini tadqiq etish, quyosh nur energiyasidan foydalanib qishloq xo'jalik mahsulotlari (olma, o'rik, olxo'ri, gilos, uzum va boshqalar)ni samarali quritish qurilmalari loyihalarini ishlab chiqish, amaliyotda qo'llash uchun qurilmadagi havoning harorat namlik rejimlarini, issiqlik tashuvchini tezligini optimallashtirilgan tizimni yaratish va shu asosda mahsulotlarni quritish jarayonidagi gidrodinamik va issiqlik massa almashinuvini analitik metod bilan tadqiq etish dolzarb muammolardandir.

Olib borilgan nazariy va eksperimental tadqiqotlar jarayonida mevalarni quritish tizimida asosiy parametrlarni aniqlash lozim bo'ladi. Amaliy jihatdan mahsulotlarni issiqlik fizikaviy xarakteristikasini aniqlashning turli metodlari ma'lumdir [1-7].

Turli xil materiallarni issiqlik fizikaviy xarakteristikani tadqiq etish uchun bir qator olimlar tomonidan turli tipdagi materiallarni tuzilishi va klassifikatsiya modellari asosidagi metodlar ishlab chiqilgan: jumladan A.F.Chudnovskiy, L.V.Likov, A.S.Ginzburg, G.N.Dulnev, O.Krisher, V.F.Fropov, G.Machtinov, D.J.Muratov, G.G.Umarov va boshqalar.

A.V.Likov klassifikatsiyasi bo'yicha tadqiqotlar kapillar g'ovak materiallarini issiqlik fizikaviy xarakteristikasini asosiy ikkita yo'nalishda olib borgan.

Birinchi yo'nalish (odatidagi) materialga issiqlik uzatishni chegaraviy masalani yechishda issiqlik fizikaviy xarakteristikasi eksperimental metoddan foydalanib aniqlangan.

Ikkinchi yo'nalish turli xil materiallarga issiqlik berish jarayoni nazariy tavsiflar asosida issiqlik fizikaviy xarakteristikalari analitik metoddan foydalanilgan.

Mahsulotlarni issiqlik-fizikaviy xarakteristikasini aniqlashda samaradorlik ko'rsatkichlarni nazariy va eksperimentlar asosida ikki yo'nalishda bir vaqtda qo'llash sifatli natijalar berishi o'rganildi.

Quyosh hajmiy havo qizdirish kollektor kamerali quritgichda turli xil mevalarni issiqlik fizikaviy xarakteristikasini aniqlashda eksperimental va nazariy tadqiqotlarni o'tkazish, olingan natijalarni kompleks tahlil qilish bilan quritish samaradorligiga erishiladi [8-9]

Buning uchun mevalarni issiqlik – fizikaviy xarakteristikasini aniqlashda metodini tanlash quyidagi umumiy faktorlarga bog'liq bo'ladi.



Mahsulotlarni quritish jarayonidagi issiqlik fizikaviy va issiqlik – massa almashinish xarakteristikasini aniqlashda tajriba chegarali (boshlang‘ich va chegaraviy tizim) belgilash shartlari ishonchli bo‘lishi va bu jarayonda qo‘llaniladigan metod va aniq mos keladigan metodika asosida texnologik jarayonni tanlash lozim bo‘ladi.

Bir xil mahsulot bilan bir marta yoki ikki uch marta issiqlik – fizikaviy xarakteristika kompleks tajriba metodlaridan foydalanish maqsadga muvofiq bo‘ladi. Bu holda bir xil bo‘lmagan quritiladigan mahsulot qirqimlarini zamonaviy texnologik qurilmalar bilan o‘lchanib, natijalar xatoliklari aniqlanishi va qirqim mahsulotlarni o‘lchashlarini optimallashtirish va quritiladigan turli xil mahsulot qirqimlarini issiqlik fizikaviy xarakteristikasi ikkita yoki uchta o‘lchov asbobida o‘lchanib xatoliklarni kamaytirishga erishiladi.

Mevalar katta namlikka ega yumshoq ko‘rinishda bo‘ladi, bu mahsulotlarni issiqlik-fizikaviy xarakteristikasini aniqlash uchun eksperimental va nazariy tadqiqotlardan olingan natijalarni cheklanmagan etalon metodidan foydalanib taqqoslash metodi asosida o‘rganilgan. Bu metodning nazariy asosida A.V.Likov tomonidan ishlab chiqilgan va tekshiriladigan mahsulot bo‘laklari yoyilgan stelajda bir – biriga zich joylashtirilgan bo‘lib, mahsulot tarkibidagi harorat maydoni uchun tadbiiq qilinadigan tenglamalar sistemadan foydalaniladi [10].

Masalani qo‘yilishi. Olmaning disk qirqim shaklda kesib materiallarni quritish jarayonlari bilan bog‘liq bo‘lgan masalani ko‘rib chiqamiz. Buning uchun $T(x, t)$ va $V(x, t)$ lar bilan materiallarni issiqlik va namlik miqdorini belgilaymiz.

Natijada A.V.Likov [1] nazariyasiga asosan ushbu chegaraviy masalaga ega bo‘lamiz:

$$\begin{cases} \frac{dT}{dt} = a_{11} \frac{dT^2}{dx^2} + a_{12} \frac{dV}{dt} \\ \frac{dV}{dt} = a_{21} \frac{dT^2}{dx^2} + a_{22} \frac{d^2V}{dt} \end{cases} \quad (1)$$

$$V(x_1 0) = V(x \rightarrow \infty, t) = V_0, \quad T(x_1 0) = T(x \rightarrow \infty, t) = T_0, \quad (2)$$

$$V(0, t) = V_c, \quad T(0, t) = T_c \quad (3)$$

Bu yerda V_0, V_c, T_0, T_c – o‘zgarmas funksiyalardir;

$a_{ij} = (i, j = 1, 2)$ shart ham o‘zgarmas o‘zgarmas miqdordir.

Keltirilgan chegaraviy masalani aniq yechimini qurish bilan shug‘ullanamiz

Aniq yechim taqribiy yechimni aniqligini baholash, modelni parametrlarini indentifikatsiyalash, qaralayotgan masalani sifat tomonidan tekshirish va hokozolarda ishlatiladi.

Oddiy differensial tenglamalar sistemasiga keltirish, (1) sistemaga

$$\xi = \frac{x}{\sqrt{t}} \quad (4)$$

$$\begin{cases} a_{11} T_{\xi\xi} + \frac{\xi}{2} T_{\xi} - \frac{\xi}{2} a_{12} = 0 \\ a_{21} T_{\xi\xi} + a_{22} \frac{\xi}{2} U_{\xi\xi} + \frac{\xi}{2} V_{\xi} = 0 \end{cases} \quad (5)$$

Bundan quyidagicha

$$T_{\xi} = V_1, \quad V_{\xi} = V_2 \quad (6)$$

belgilashlar kiritib, ushbu sistemani hosil qilamiz:

$$\begin{cases} a_{11} \frac{dV_1}{d\xi} + \frac{\xi}{2} V_1 - \frac{\xi}{2} a_{12} V_2 = 0 \\ a_{21} \frac{dV_1}{d\xi} + a_{22} \frac{dV_2}{d\xi} + \frac{\xi}{2} V_2 = 0 \end{cases} \quad (7)$$

(7) ni birinchisidan $\frac{dV_1}{d\xi}$ ni ikkinchi tenglamasiga qo‘yamiz:

$$\frac{dV_2}{d\xi} = \frac{a_{21}}{a_{22}} \left(-\frac{\xi}{2a_{11}} + \frac{a_{12}}{2a_{22}} \xi V_2 \right) - \frac{\xi}{2a_{22}} V_2$$





yoki

$$\begin{cases} \frac{dV_1}{d\xi} = b_{11}\xi V_1 + b_{12}\xi V_2 \\ \frac{dV_2}{d\xi} = b_{21}\xi V_1 + b_{22}\xi V_2 \end{cases} \quad (8)$$

bu yerda

$$b_{11} = \frac{1}{2a_{11}}, \quad b_{21} = \frac{a_{21}}{2a_{11}a_{22}}, \quad b_{12} = \frac{a_{12}}{2a_{11}}, \quad b_{22} = \frac{1}{2} \left(\frac{a_{21}a_{12}}{a_{11}a_{22}} + \frac{1}{a_{22}} \right)$$

(5) tenglamalar uchun mos chegaraviy shartlarni (2), (3) dan (4) ni e'tiborga olib keltirib chiqaramiz:

$$VI_{\xi=0} = V_c, \quad TI_{\xi=0} = T_c,$$

$$VI_{\xi=0} = V_0, \quad TI_{\xi=0} = T_0,$$

Yechim qurish. Avval (8) sistemani yechimini matritsali usul yordamida keltiramiz. Buning uchun quyidagicha

$$B = \begin{pmatrix} b_{11} & -b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{pmatrix}, \quad E = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad V = \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \end{pmatrix}$$

belgilashlar kiritib, sistemani matritsali tenglama ko'rinishida yozamiz:

$$\frac{dV}{dt} = -\frac{\xi}{2} BV = \frac{1}{2} B\xi V$$

bu tenglamani yechimi

$$V = \exp\left(-\frac{1}{4} B\xi^2\right) C$$

bo'ladi; bu yerda $C = \begin{pmatrix} C_1 \\ C_2 \end{pmatrix}$ – integrallash o'zgarmas vektoridir. $\exp(A\xi)$ ni matritsali eksponentsial funksiya deyiladi va aniqlanadi:

$$\exp(A\xi) = E + \frac{A\xi}{1i} + \frac{(A\xi)^2}{2i} + \dots + \frac{(A\xi)^n}{ni} + \dots$$

(8) sistemani boshqa qulayroq usul bilan yechsa ham bo'ladi. Buning uchun (8) ni birinchi va ikkinchi tenglamalariga mos ravishda p va q larni ko'paytirib, qo'shib yuboramiz:

$$\frac{d}{d\xi} (pv_1 + qv_2) = \left(\frac{b_{11}p - b_{21}q}{p} pv_1 + \frac{b_{22}q - b_{12}p}{q} qv_2 \right) \quad (9)$$

keyin $Z = pv_1 + qv_2$ deb belgilab, p va q larni ushbu shartlardan

$$\frac{b_{11}p - b_{21}q}{p} = \frac{b_{22}q - b_{12}p}{q} = \lambda \quad (10)$$

Topsak, bu holda (9) ajralgan tenglamaga keladi:

$$\frac{dZ}{d\xi} = -\xi \lambda Z \quad (11)$$

(10) dan λ ga nisbatan kvadrat tenglama kelib chiqadi:

$$\lambda^2 - (b_{11} + b_{22})\lambda - b_{12}b_{21} + b_{11}b_{22} = 0$$

(2) da λ_1 va λ_2 ildizlarni musbat ekanligi ko'rsatilgan. λ_1 va λ_2 larga mos keluvchi p va q larning qiymatlari

$$p_1 = 1, \quad q_1 = \frac{(b_{11} - \lambda_1)}{b_{21}}, \quad q_2 = 1, \quad p_2 = \frac{(b_{22} - \lambda_2)}{b_{12}} \text{ bo'ladi.}$$

$$Z_1(\xi) = C_1 \exp\left(-\frac{\lambda_1}{2} \xi^2\right) \quad (12)$$

Funksiya (11) tenglamani λ_1 ga to'g'ri keladigan yechimidir. Endi V_1 va V_2 larni Z_1 va Z_2 lar orqali ifodalaymiz.

$$\begin{cases} p_1 V_1 + q_1 V_2 = Z_1(\xi) \\ p_1 V_1 + q_1 V_2 = Z_1(\xi) \end{cases} \rightarrow \begin{cases} V_1 = \frac{(Z_1 - q_1 Z_2)}{\Delta} \\ V_2 = \frac{(Z_2 - p_2 Z_1)}{\Delta} \end{cases}, \quad \Delta = 1 - q_1 p_2 \Delta \quad (13)$$

(6) dan (13) ni hisobga olib, ushbu tenglamani yozamiz:





$$\begin{cases} T(\xi) = -\frac{1}{\Delta} \int_{\xi}^{\infty} (Z_1 - q_1 Z_2) d\xi + a_1 \\ V(\xi) = -\frac{1}{\Delta} \int_{\xi}^{\infty} (Z_2 - q_2 Z_2) d\xi + a_2 \end{cases} \quad (14)$$

(14) dagi a_1 va a_2 larni (10) shartlardan topamiz:

$$\begin{cases} T(\xi) = T_0 - \frac{1}{\Delta} \int_{\xi}^{\infty} (Z_1 - q_1 Z_2) d\xi \\ V(\xi) = V_0 - \frac{1}{\Delta} \int_{\xi}^{\infty} (Z_2 - p_2 Z_2) d\xi \end{cases} \quad (15)$$

(12) formuladagi C_1 larni topish uchun (15) dagi integralni quyidagicha

$$\int_{\xi}^{\infty} = \int_0^{\infty} - \int_0^{\xi}$$

yoziq, hamda

$$erf(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x \exp(-S^2) dS; \quad \int_0^x \exp(-S^2) dS = \frac{\sqrt{\pi}}{2} \quad (16)$$

ekanligidan foydalanamiz. Haqiqatdan ham

$$T(\xi) = T_0 - \frac{1}{\Delta} \left(\int_0^{\infty} (c_1 e^{-\lambda_1 \xi^2} - q_1 c_2 e^{-\lambda_2 \xi^2}) d\xi - \int_0^{\xi} (c_1 e^{-\lambda_1 \xi^2} - q_1 c_2 e^{-\lambda_2 \xi^2}) d\xi \right) \quad (17)$$

Bu yerda $\sqrt{\frac{\lambda_i}{2}} \xi = S$ almashtirishlarni bajaramiz. Natijada (17) ni ushbu ko‘rinishda yozamiz.

$$\begin{cases} T(\xi) = T_0 - \frac{1}{\Delta} \left[\sqrt{\frac{\pi}{2\lambda_1}} (1 - \exp(\sqrt{\frac{\lambda_1}{2}} \xi) c_1 - \sqrt{\frac{\pi}{2\lambda_2}} q_1 c_1) \right] \\ V(\xi) = T_0 - \frac{1}{\Delta} \left[\sqrt{\frac{\pi}{2\lambda_1}} (1 - \exp(\sqrt{\frac{\lambda_1}{2}} \xi) c_2 - \sqrt{\frac{\pi}{2\lambda_2}} (1 - \exp(\sqrt{\frac{\lambda_2}{2}} \xi)) p_2 c_1) \right] \end{cases} \quad (18)$$

(18) dagi c_1 va c_2 larni chegaraviy shartlar topamiz:

$$\begin{cases} T_c = T_0 - \frac{1}{\Delta} \left[\sqrt{\frac{\pi}{2\lambda_1}} c_1 - \sqrt{\frac{\pi}{2\lambda_2}} c_2 q_1 \right] \\ V_c = T_0 - \frac{1}{\Delta} \left[\sqrt{\frac{\pi}{2\lambda_1}} c_2 - \sqrt{\frac{\pi}{2\lambda_2}} c_2 p_1 \right] \end{cases}$$

$$\begin{cases} -\frac{1}{\Delta} \sqrt{\frac{\pi}{2\lambda_1}} c_1 = \frac{T_c - T_0 + q_1 (V_c - V_0)}{1 - q_1 p_2} \\ -\frac{1}{\Delta} \sqrt{\frac{\pi}{2\lambda_1}} c_2 = \frac{V_c - V_0 + p_2 (T_c - T_0)}{1 - q_1 p_2} \end{cases} \quad (19)$$

endi (19) ni (18) ga qo‘yamiz:

$$\begin{cases} T(\xi) = T_0 + \frac{1}{1 - q_1 p_2} \left[\left(1 - erf(\sqrt{\frac{\lambda_1}{2}} \xi) > (V_c - V_0) q_1 + T_c - T_0 \right) - q_1 \left(1 - erf(\sqrt{\frac{\lambda_2}{2}} \xi) > (V_c - V_0) + p_2 (T_c - T_0) \right) \right] \\ V(\xi) = V_0 + \frac{1}{1 - q_1 p_2} \left[\left(1 - erf(\sqrt{\frac{\lambda_1}{2}} \xi) > V_c - V_0 + p_2 (T_c - T_0) \right) - p_2 \left(1 - erf(\sqrt{\frac{\lambda_2}{2}} \xi) > (T_c - T_0 + q_1 (V_c - V_0)) \right) \right] \end{cases} \quad (20)$$

(20) dan (4) ni hisobga olib, (1) - (3) chegaraviy masalani aniq yechimini ushbu ko‘rinishda yozib olamiz:

$$\begin{cases} T(x, t) = T_0 + \frac{1}{1 - q_1 p_2} \left[\left(1 - erf(\sqrt{\frac{\lambda_1 x}{2 \sqrt{t}}} \xi) > (V_c - V_0) q_1 + T_c - T_0 \right) - q_1 \left(1 - erf(\sqrt{\frac{\lambda_2 x}{2 \sqrt{t}}} \xi) > (V_c - V_0) + p_2 (T_c - T_0) \right) \right] \\ V(x, t) = V_0 + \frac{1}{1 - q_1 p_2} \left[\left(1 - erf(\sqrt{\frac{\lambda_1 x}{2 \sqrt{t}}} \xi) > V_c - V_0 + p_2 (T_c - T_0) \right) - p_2 \left(1 - erf(\sqrt{\frac{\lambda_2 x}{2 \sqrt{t}}} \xi) > (T_c - T_0 + q_1 (V_c - V_0)) \right) \right] \end{cases} \quad (21)$$

endi (1) teglamalar sistemasini (2) hamda quyidagi shartlardagi

$$\frac{dT}{dx} \Big|_{x=0} = Q_1 t^{-\frac{1}{2}} \frac{dV}{dx} \Big|_{x=0} = Q_2 t^{-\frac{1}{2}} \quad (22)$$





aniq yechimini ko‘rish bilan shug‘ullanamiz. Bu holda shartlarga quyidagi

$$\left. \frac{dT}{d\xi} \right|_{\xi=0} = Q_1, \left. \frac{dV}{d\xi} \right|_{\xi=0} = Q_2 \quad (23)$$

ega bo‘lamiz. (23) dan (12) dagi c_1 va c_2 o‘zgarishlarini (13) munosabatlarda $\xi=0$ deb aniqlaymiz:

$$V_1|_{\xi=0} = \left. \frac{dT}{d\xi} \right|_{\xi=0} = \frac{1}{\Delta} (c_1 - q_1 c_2) = Q_1$$

$$V_2|_{\xi=0} = \left. \frac{dV}{d\xi} \right|_{\xi=0} = \frac{1}{\Delta} (c_1 - q_2 c_2) = Q_2$$

bunda

$$\frac{c_1}{\Delta} = \frac{Q_1 + q_1 Q_2}{1 - q_1 p_2}, \frac{c_2}{\Delta} = \frac{Q_1 + p_2 Q_2}{1 - q_1 p_2} \quad (24)$$

(24) ni (18) ga qo‘yib, (4) e‘tiborga olib, (1), (2) va (23) chegaraviy masalani aniq yechimini quyidagi ko‘rinishda quramiz:

$$\begin{cases} T(x, t) = T_0 + \frac{1}{1 - q_1 p_2} \left[\sqrt{\frac{\pi}{2\lambda_1}} (Q_1 + q_1 Q_2) \left(1 - \operatorname{erf} \sqrt{\frac{\lambda_1 x}{2\sqrt{t}}} \right) - q_1 \sqrt{\frac{\pi}{2\lambda_1}} (Q_2 + p_2 Q_1) \left(1 - \operatorname{erf} \sqrt{\frac{\lambda_2 x}{2\sqrt{t}}} \right) \right] \\ V(x, t) = V_0 + \frac{1}{1 - q_1 p_2} \left[\sqrt{\frac{\pi}{2\lambda_1}} (Q_2 + p_2 Q_2) \left(1 - \operatorname{erf} \sqrt{\frac{\lambda_2 x}{2\sqrt{t}}} \right) - p_2 \sqrt{\frac{\pi}{2\lambda_2}} (Q_1 + p_2 Q_2) \left(1 - \operatorname{erf} \sqrt{\frac{\lambda_1 x}{2\sqrt{t}}} \right) \right] \end{cases}$$

yuqoridagi kabi (1) tenglamalar sistemasini (2) hamda ushbu

$$\left. \frac{dT}{dx} \right|_{x=0} = Q_1 t^{-\frac{1}{2}}, V|_{x=0} = V_2$$

yoki

$$T|_{x=0} = T_c, \left. \frac{dV}{dx} \right|_{x=0} = Q_2 t^{\frac{1}{2}}$$

Bu tenglamalar sistemasini yechish orqali quritiladigan olma disk qirqimlari mahsulotlarini quritish uchun sarflanadigan quyosh energiyasini miqdoriga asosan temperatura o‘zgarishini qanoatlantiradigan rejimni aniqlash mumkin [11-16].

Xulosa. O‘tkazilgan loyiha-konstruktorlik, eksperimental va nazariy tadqiqot ishlariga asoslanib mevalarni quritishga mo‘ljallangan quyosh hajmi havo qizdirish kollektor – kamerali quritgichda mevalarni xususan olma qirqimlarini radiatsion-konvektiv metod bilan quritish mumkin o‘rik, olxo‘ri, gilos va anjir mevalarini quritish jarayonini nazariy tadqiqotlar olib borildi.

ADABIYOTLAR

1. Xayriddinov, B. E., Xolmirzaev, N. S., Xalimov, G. G., Risbaev, A. S., & Ergashev, Sh. X. (2018). Muqobil energiya manbalaridan foydalanish. Monografiya. T.“ADAD PLYUS, 417.
2. Hayriddinov, B. E., N. S. Holmirzayev, and Sh H. Ergashev. “Combination of the solar greenhouse-livestock farms with the subsoil accumulator of heat”. “Symbol of science”. International scientific magazine. Omega science international center of i,(ovation) 16 (2017).
3. Ким В.Д., Хайриидинов Б.Э., Холлиев 5.4 “Естественно – конвективная сушка плодов в солнечных сушильных установках” Практика и теория т.: Фан 1999-266 с.
4. Ergashev, Sh. H. and Nurmatova, D. J. (2022) Mathematical Modeling of the Temperature Regime of the “Livestock-Heliogreenhouse Complex” with Water Tank and Underground Heat Accumulator. Middle European Scientific Bulletin, 29 (1). pp. 172-182. ISSN 2694-9970.
5. Эргашев, Ш. Х. (2022, March). Исследование температурных полей в субстратном слое подпочвенного аккумулятора тепла с переменными теплофизическими коэффициентами при заданных температурных режимах воздуха в гелиотеплиц-животноводческих помещениях. In International Virtual Conference on Language and Literature Proceeding (Vol. 1, No. 1).



6. A A Khusenov et al 2022 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1070 012032.
7. Phadke P.C., Walke P.V., Rriplani V.M. A review on indirect solar dryers // ARPNJ Eng Appl Sci 2015 vol. 10. № 8. P. 3360-3371.
8. Лакомов И.В., Помогаев Й.М. Принципы энерго-сберегающей технологии сушки // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2016. Vol. 48. № 1-с. 70-76.
9. Эргашев Шахриёр Хамудиллаевич, Файзиев Тулкун Амирович математическое моделирование стационарного температурного режима систем отопления «Животноводческо-гелиотепличного комплекса» // Universum: технические науки. 2022. №10-5 (103).
10. Яхшибоев Ш. К. и др. Аккумуляция естественного холода с использованием пассивных систем для хранения сельскохозяйственной продукции // Молодежь. Наука. Инновации. – 2021. – С. 174-178.
11. Волков М.А. Тепло-и массообменные процессы при хранении пищевых продуктов М.: “Легкая и пищевая промышленность” 1982. 262 с.
12. Файзиев Т. А. и др. Использование естественного холода для хранения сельскохозяйственной продукции : дис. – БарГУ, 2021.
13. Toshmamatov B.M., Shomuratova S.M., Mamedova D.N., Samatova S.H.Y., Chorjeva S. 2022 Improving the energy efficiency of a solar air heater with a heat exchanger – Accumulator. 1045(1), 012081.
14. Aliyarova L A, Uzakov G N, Toshmamatov B M 2021 The efficiency of using a combined solar plant for the heat and humidity treatment of air *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 723 052002. doi:10.1088/1755-1315/723/5/052002.
15. G N Uzakov, S M Shomuratova and B M Toshmamatov 2021 Study of a solar air heater with a heat exchanger – accumulator *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 723 (2021) 052013. doi:10.1088/1755-1315/723/5/052013.
16. T A Faiziev and B M Toshmamatov 2021 Mathematical model of heat accumulation in the substrate and ground of a heliogreenhouse *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 723 032006. doi:10.1088/1755-1315/723/3/032006.
17. Яхшибоев Ш. К. и др. Аккумуляция естественного холода с использованием пассивных систем для хранения сельскохозяйственной продукции // Молодежь. Наука. Инновации. – 2021. – С. 174-178.
18. Файзиев Т. А. и др. Использование естественного холода для хранения сельскохозяйственной продукции : дис. – БарГУ, 2021.
19. Файзиев Т.А., Эргашев Ш.Х., Рўзикулов. Ғ.Ю., Рўзикулов. Ғ.Ю. чорвачилик комплексларини лойихалаш ва уларнинг иссиқлик ҳамда намлик режимлари ҳисоби // Инновацион технологиялар. 2021. №2 (42).
URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/chorvachilik-komplekslarini-loyi-alash-va-ularning-issilik-amda-namlik-rezhimlari-isobi> (дата обращения: 21.01.2023).

