UDK 664.8

BULG‘OR QALAMPIRIDAN GAZAKBOP KONSERVALAR ISHLAB CHIQARISHNING INNOVATSION TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH

Davronov Sherzod Husan o‘g‘li
Jizzax politexnika instituti magistranti

Annotatsiya: Ushbu maqolada muallif bulg‘or qalampiri (*Capsicum annuum* L.) sabzavotidan yuqori sifatli va raqobatbardosh gazakbop konserva mahsulotini ishlab chiqarishning innovatsion texnologik rejimlari tadqiq etilgan. An’anaviy konservalash uslublaridagi asosiy kamchiliklar tahlil qilinib, vitaminlar va pektin moddalarini maksimal saqlab qoluvchi qisqa muddatli bug‘li blanshirlash hamda avtoklav ichidagi differensial yuqori bosimli sterilizatsiya rejimini qo‘llashni taklif etilgan. Jarayonlarning moddiy, kinetik va issiqlik balanslari matematik modellar va amaliy masalalar yordamida asoslab berilgan, liniyaning iqtisodiy samaradorligi hisoblangan.

Kalit so‘zlar: Bulg‘or qalampiri, gazakbop konserva, bug‘li blanshirlash, avtoklav, differensial bosim, sterilizatsiya rejimi, askorbin kislotasi, pektin moddalari, moddiy balans, issiqlik balansi, iqtisodiy samaradorlik.

Аннотация: В данной статье исследуются инновационные технологические режимы производства высококачественных и конкурентоспособных консервированных закусочных продуктов из сладкого перца (Capsicum annuum L.). Проанализированы основные недостатки традиционных методов консервирования и предложено применение кратковременного парового бланширования, обеспечивающего максимальное сохранение витаминов и пектиновых веществ, а также дифференцированного режима высоконапорной стерилизации в автоклаве. Материальный, кинетический и тепловой балансы технологических процессов обоснованы с помощью математических моделей и практических расчётов. Проведена оценка экономической эффективности производственной линии.

Ключевые слова: сладкий перец, консервированная закуска, паровое бланширование, автоклав, дифференциальное давление, режим стерилизации, аскорбиновая кислота, пектиновые вещества, материальный баланс, тепловой баланс, экономическая эффективность.

Abstract: This article investigates innovative technological regimes for the production of high-quality and competitive canned snack products from sweet pepper (Capsicum annuum L.). The main limitations of traditional canning methods are analyzed. Short-term steam blanching, designed to maximize the retention of vitamins and pectin substances, and a differential high-pressure sterilization regime in an

autoclave are proposed. The material, kinetic, and heat balances of the technological processes are substantiated using mathematical models and practical calculations. The economic efficiency of the production line is also evaluated.

Keywords: sweet pepper, canned snack product, steam blanching, autoclave, differential pressure, sterilization regime, ascorbic acid, pectin substances, material balance, heat, balance, economic efficiency.balance, economic efficiency.

KIRISH

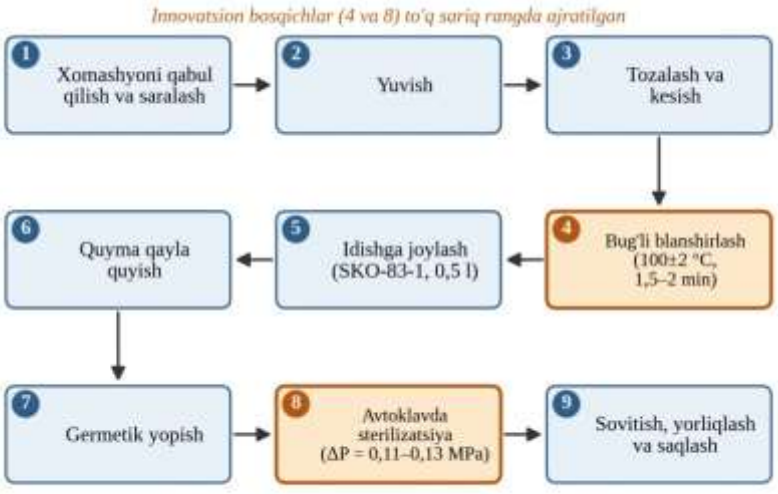
Bugungi kunda jahon miqyosida aholini sifatli va xavfsiz oziq-ovqat mahsulotlari bilan kafolatli ta’minlash, qishloq xo‘jaligi xomashyolarini chuqur qayta ishlashning energiya va resurs tejaydigan innovatsion texnologiyalarini yaratish dolzarb muammolardan biri bo‘lib qolmoqda. Birlashgan Millatlar Tashkilotining Barqaror rivojlanish maqsadlarida ham oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlash va barqaror qishloq xo‘jaligini rivojlantirish global vazifa sifatida belgilangan. Bu borada ozuqaviy qiymati yuqori bo‘lgan sabzavot xomashyolarini, xususan, vitamin va minerallarga boy bo‘lgan bulg‘or qalampirini (*Capsicum annuum* L.) qayta ishlash hamda undan raqobatbardosh, gazakbop konserva mahsulotlari ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish alohida ilmiy va amaliy ahamiyatga ega ekanligini e’tirof etish joiz. O‘zbekiston Respublikasida ham oziq-ovqat sanoatini jadal rivojlantirish va mahsulotlarning eksport salohiyatini oshirish davlat siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biri etib belgilangan. Xususan, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining «Respublikada oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlashning qo‘shimcha chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi hamda «Qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini qayta ishlash va sanoatlash darajasini oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi farmon va qarorlarida mahalliy xomashyo bazasidan samarali foydalanish, chuqur qayta ishlash klasterlarini tashkil etish hamda ishlab chiqarishga innovatsion texnologiyalarni joriy etish orqali import o‘rnini bosuvchi tayyor mahsulotlar hajmini oshirish vazifalari belgilangan. Ushbu ilmiy-huquqiy qarorlarning ijrosini ta’minlash bevosita oziq-ovqat muhandisligi sohasida yuqori texnologik rejimlar va matematik modellarni qo‘llashni taqozo etadi. Bugungi kunda konserva korxonalarida qo‘llanilayotgan an’anaviy texnologik jarayonlar zamon talablariga to‘liq javob bermaydi. Mavjud gidroblanshirlash (issiq suvda ishlov berish) va uzoq muddatli yuqori haroratli sterilizatsiya rejimlari bulg‘or qalampiri tarkibidagi termolabil biologik aktiv moddalarning, xususan, askorbin kislotasining (C vitamini) 50 % gacha parchalanishiga hamda pektin moddalarining destruksiyaga uchrab, tayyor mahsulot konsistensiyasining yumshab ketishiga (tovar ko‘rinishining buzilishiga) sabab bo‘lmoqda. Shuningdek, avtoklavlarda sterilizatsiya jarayonida shisha idish ichidagi va tashqarisidagi differensial (bosimlar farqi) bosimning to‘g‘ri boshqarilmasligi mahsulotning germetikligi buzilishiga va yaroqsiz (brak) bo‘lish darajasining ortishiga

olib keladi. Xorijiy va mahalliy olimlarning ilmiy tadqiqotlarida qayd etilishicha, diffuzion va gidrodinamik jarayonlarni jadallashtirish, termik ishlov berish davomiyligini qisqartirish hamda bug‘li blanshirlash texnologiyasini qo‘llash vitaminlarni maksimal saqlab qolish imkonini beradi. Ammo, bulg‘or qalampiridan gazakbop konservalar ishlab chiqarish liniyalari uchun ushbu innovatsion jarayonlarning moddiy, kinetik va issiqlik balanslarini kompleks ravishda matematik modellashtirish hamda differensial bosimli sterilizatsiya rejimlarining optimal parametrlarini ilmiy asoslash masalalari yetarlicha tadqiq etilmagan [1].

Tadqiqotning maqsadi-yuqoridagi davlat dasturlari va ilmiy qarorlarda belgilangan vazifalardan kelib chiqqan holda, bulg‘or qalampiridan yuqori sifatli va raqobatbardosh gazakbop konserva mahsulotlarini ishlab chiqarishning innovatsion texnologik rejimlarini (qisqa muddatli bug'li blanshirlash va differensial yuqori bosimli sterilizatsiya) takomillashtirish, jarayonlarning matematik modellarini ishlab chiqish hamda texnologik liniyaning iqtisodiy samaradorligini ilmiy asoslab berishdan iborat.

MATERIALLAR VA METODLAR

Tadqiqot ishi O‘zbekiston sharoitida yetishtirilgan, texnik pishib yetilish davridagi bulg‘or qalampirining (*Capsicum annuum* L.) «Nafis» va «Zaryad» navlari hamda ulardan tayyorlangan gazakbop konserva namunalari ustida olib borildi. Saralangan xomashyolar O‘zRT dST 936:2012 «Yangi uzilgan shirin qalampir. Texnikaviy shartlar» standarti talablariga muvofiq qabul qilindi. Yordamchi xomashyo sifatida O‘simlik yog‘i (GOST 1129), osh tuzi (GOST R 51574), shakar (GOST 33222) va ziravorlardan foydalanildi. Konservalash uchun SKO-83-1 (sig‘imi 0,5 l) rusumli shisha idishlar va metall qopqoqlar qo‘llanildi.



1-rasm.

Bulg‘or qalampiridan gazakbop konserva ishlab chiqarishning texnologik sxemasi

Innovatsion texnologik rejimlarni tadqiq etish maqsadida laboratoriya sharoitida maxsus modernizatsiya qilingan bug‘li blanshirlash qurilmasi hamda differensial bosimni avtomatik boshqarish tizimiga ega bo‘lgan vertikal avtoklav (A2-KVA rusumli) ishlatildi. Bug‘li blanshirlash jarayonida harorat 100±2 °C va bug‘ bosimi 0,12-0,15 MPa oralig‘ida nazorat qilindi. Avtoklavda sterilizatsiya jarayonining differensial bosimi datchiklar (manovakuummetrlar) yordamida uzluksiz qayd etib borildi va quyidagicha ifodalandi:

$$\Delta P = P_{idish} - P_{avtoklav} \quad (1)$$

bunda P_{idish}-idish ichidagi bosim, $P_{avtoklav}$-avtoklavdagi bosim, MPa.

Xomashyo va tayyor mahsulot tarkibidagi biologik faol moddalarning miqdori quyidagi standartlashtirilgan usullar yordamida aniqlandi- askorbin kislotasi (C vitamini)-Tilmans reaktivi (2,6-dixlorfenolindofenol) yordamida vizual va fotometrik titrlash usulida (GOST 24556); pektin moddalari miqdori-karbazol usulida, kislotali gidroliz yordamida spektrofotometrda (λ = 520 nm) kalsiy pektat ko‘rinishida og‘irlik (gravimetrik) usulida; quruq moddalar miqdori-raqamli refraktometr (PAL-1, ATAGO) yordamida 20 °C haroratda (GOST ISO 2173); konsistensiya va struktura-mexanik xususiyatlar-qalampir to‘qimalarining mustahkamligi penetrometr qurilmasida kesish kuchi (N) bo‘yicha aniqlandi.

Blanshirlash va sterilizatsiya jarayonlarining kinetik qonuniyatlari hamda moddiy-issiqlik balanslarini aniqlashda issiqlik va massa almashinuvi nazariyasi qonunlaridan foydalanildi. Jarayonning umumiy moddiy balansi quyidagi tenglama yordamida ifodalangan:

$$G_{xomashyo} = G_{mahsulot} + G_{chiqindi} + G_{yo'qotish} \quad (2)$$

bunda G-massa, kg.

Issiqlik balansi avtoklav va blanshirlagichga berilgan issiqlik (Q_{kelgan}) va jarayondan chiqib ketgan issiqlik (Q_{ketgan}) miqdorlarining tengligi (termodinamikaning birinchi qonuni) asosida hisoblandi:

$$Q_{bug'} = Q_{mahsulot} + Q_{idish} + Q_{apparat} + Q_{atrof-muhit} \quad (3)$$

bunda Q-issiqlik miqdori.

Askorbin kislotasining termik parchalanish kinetikasi birinchi tartibli kimyoviy reaksiya tenglamasi bilan tavsiflandi:

$$C_\tau = C_0 \cdot e^{-k\tau} \quad (4)$$

bunda C_0 va C_τ-askorbin kislotasining dastlabki va τ vaqtdagi miqdori, k -parchalanish tezligi doimiysi, τ-termik ishlov berish davomiyligi. Moddalarning saqlanish darajasi (η) quyidagicha hisoblandi:

$$\eta = \frac{C_\tau}{C_0} \cdot 100\% \quad (5)$$

Barcha laboratoriya va sanoat tajribalari kamida 3-5 martalik takroriylikda bajarildi [2].

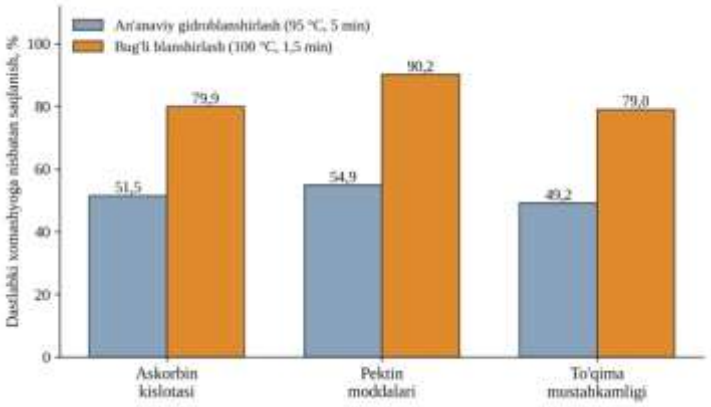
NATIJALAR

Olib borilgan tadqiqotlarda an'anaviy gidroblanshirlash (95 °C haroratda, 5 min) va tavsiya etilayotgan qisqa muddatli bug'li blanshirlash (100 °C haroratda, 1,5-2 min) jarayonlarining bulg‘or qalampiri tarkibidagi ozuqaviy moddalarga ta’siri solishtirma tahlil qilindi. 1-jadval ma’lumotlaridan ko‘rinishicha, qisqa muddatli bug‘li blanshirlash qo‘llanilganda askorbin kislotasining saqlanish darajasi an’anaviy usulga nisbatan 28,4 foiz bandga yuqori bo‘lgan (dastlabki xomashyodagi miqdorga nisbatan 79,9 % va 51,5 %).

1-jadval. Blanshirlash usullarining bulg‘or qalampiri kimyoviy ko‘rsatkichlariga ta’siri

№	Ko‘rsatkichlar	Dastlabki xomashyoda	Gidroblanshirlash (95 °C, 5 min)	Bug‘li blanshirlash (100 °C, 1,5 min)
1	Askorbin kislotasi, mg/100 g	165,4 ± 4,2	85,2 ± 3,1	132,1 ± 3,8
2	Pektin moddalari, %	0,82 ± 0,03	0,45 ± 0,02	0,74 ± 0,02
3	To‘qima mustahkamligi, N	12,4 ± 0,5	6,1 ± 0,4	9,8 ± 0,3

Blanshirlash usullarining biologik faol moddalar va to‘qima mustahkamligining saqlanishiga ta'siri 2-rasmda ko‘rsatilgan: bug‘li blanshirlashda barcha ko‘rsatkichlar gidroblanshirlashga nisbatan yuqori saqlanib qoladi.



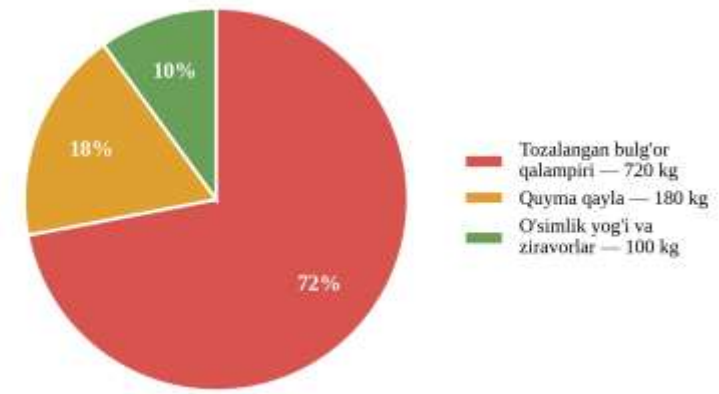
2-rasm. Blanshirlash usullarining biologik faol moddalar va to‘qima mustahkamligining saqlanishiga ta’siri

Avtoklavda gazakbop konservalarni sterilizatsiya qilish jarayonida shisha idishlar ichidagi bosim (P_{idish}) harorat ko‘tarilishi bilan keskin ortadi. Eksperimental tadqiqotlar natijasida SKO-83-1 idishlari uchun eng maqbul differensial bosim rejimi (ΔP = 0,11-0,13 MPa) aniqlandi. Ushbu kompensatsion bosim avtoklavga siqilgan havo yuborish orqali boshqarildi. Natijada, an’anaviy rejimda shisha idishlarning germetikligi buzilishi (brak) 4,2 % ni tashkil etgan bo‘lsa, differensial bosim ostida bu ko‘rsatkich 0,2 % gacha kamaydi.

Jarayonlarning moddiy va issiqlik balanslari. Tayyor mahsulot ishlab chiqarish liniyasi uchun tuzilgan matematik model asosida quyidagi yakuniy ko‘rsatkichlar olindi. Moddiy balans: 1000 kg tayyor mahsulot uchun 720 kg tozalangan bulg‘or qalampiri, 180 kg quyma qayla (sous) va 100 kg o‘simlik yog‘i hamda ziravorlar sarflandi (2-jadval) Mexanik va termik ishlov berishdagi umumiy chiqindi va yO‘qotishlar miqdori 14,2 % ni tashkil etdi.

2-jadval. 1000 kg tayyor mahsulot uchun moddiy balans

№	Komponent	Sarf, kg	Ulushi, %
1	Tozalangan bulg'or qalampiri	720	72
2	Quyma qayla (sous)	180	18
3	O‘simlik yog'i va ziravorlar	100	10
	Jami	**1000**	**100**



3-rasm. 1000 kg tayyor mahsulot uchun xomashyo sarfi (moddiy balans)

Issiqlik balansi: qisqa muddatli bug'li blanshirlashda issiqlik sarfi an’anaviy usulga nisbatan bug' energiyasini 18,5 % ga tejash imkonini berdi. Avtoklavda differensial bosimni qo‘llash orqali issiqlik samaradorligi (foydali ish koeffitsiyenti) 74,2 % ga yetkazildi [3].

An’anaviy va taklif etilgan texnologiyaning qiyosiy ko‘rsatkichlari 3-jadvalda umumlashtirilgan.

3-jadval. An’anaviy va taklif etilgan texnologiyaning qiyosiy ko‘rsatkichlari

№	Ko‘rsatkich	An’anaviy texnologiya	Taklif etilgan texnologiya
1	Blanshirlash rejimi	Gidroblanshirlash, 95 °C, 5 min	Bug‘li, 100 °C, 1,5-2 min
2	Askorbin kislotasining saqlanishi, %	51,5	79,9
3	Pektin moddalarining saqlanishi, %	54,9	90,2
4	To‘qima mustahkamligining saqlanishi, %	49,2	79,0
5	Germetiklik buzilishi (brak), %	4,2	0,2
6	Bug‘ energiyasi sarfi, % (an'anaviy = 100)	100	81,5
7	Mahsulot tannarxi, % (an’anaviy = 100)	100	87,5

MUHOKAMA

Eksperiment davomida bug'li blanshirlash jarayonida askorbin kislotasi va pektin moddalarining yuqori darajada saqlanib qolishi sababi termik ishlov berish vaqtining qisqarganligi (τ = 1,5 min) hamda xomashyoning suv muhiti bilan bevosita aloqada bo‘lmaganligidir. An’anaviy gidroblanshirlashda vitaminlar va eruvchan pektin moddalari diffuziya qonuniyatlariga ko‘ra blanshirlash suvida erib, chiqib ketadi (ekstratsiya jarayoni sodir bo‘ladi). Bug‘ muhitida esa bu jarayon cheklanadi va qalampir to‘qimalarining protopektin qatlami to‘liq destruksiyaga uchramasdan, o‘zining strukturaviy mustahkamligini (9,8 N) saqlab qoladi.

Differensial bosimli sterilizatsiya rejimining matematik modeli shuni ko‘rsatadiki, idish ichidagi gidrodinamik bosim bilan avtoklav ichidagi tashqi bosim o‘rtasidagi farq (ΔP) muvozanatlashtirilganda, shisha idish qopqog‘iga tushadigan mexanik kuch minimal qiymatga ega bo‘ladi. Bu oziq-ovqat muhandisligida termosterilizatsiya jarayonlarini avtomatlashtirishda kritik nuqta (CCP) hisoblanadi.

Liniyaning iqtisodiy samaradorligini hisoblash natijalari shuni ko‘rsatdiki, innovatsion texnologiyani joriy etish orqali energiya resurslari sarfi kamayganligi va yaroqsiz mahsulotlar (brak) hajmi qisqarganligi evaziga mahsulot tannarxi 12,5 % ga arzonlashdi. Korxonaning yillik sof foydasi esa O‘rtacha 18–20 % ga ortish imkoniyatiga ega [4].

XULOSA

Bulg‘or qalampiridan gazakbop konservalar ishlab chiqarishda an’anaviy gidroblanshirlash o‘rniga 100 °C haroratda 1,5 min davomida bug‘li blanshirlash rejimini qo‘llash askorbin kislotasini 79,9 % gacha, pektin moddalarini esa 90,2 % gacha saqlab qolish imkonini beradi. Avtoklavda sterilizatsiya jarayonida differensial bosimni (ΔP = 0,11-0,13 MPa) avtomatik boshqarish rejimi ishlab chiqildi, bu shisha idishlarning mexanik shikastlanishini va germetikligi buzilishini 4,2 % dan 0,2 % gacha kamaytirishni ta'minladi. Taklif etilgan innovatsion texnologik liniyaning moddiy va issiqlik balanslari matematik modellari amaliy masalalar orqali isbotlandi va bu energiya resurslarini 18,5 % gacha tejash, tayyor mahsulot tannarxini esa 12,5 % ga pasaytirish imkonini berdi. Tadqiqot natijalari mahalliy konserva korxonalarida yuqori sifatli, eksportbop va raqobatbardosh oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirishda ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1-Dodaev K.O., Choriev A.J. Meva-sabzavotlarni konservalash va quritish texnologiyasining innovatsion asoslari-Toshkent: Fan va texnologiya nashriyoti, 2021.-B. 142-156.

2-Xiao H.W., Pan Z., Ju H.Y. Recent developments in steam blanching technologies for fruits and vegetables: Kinetic modeling of nutrient degradation and enzyme inactivation // Journal of Food Engineering.-2020.-Vol. 274.- Art. 109845.-DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2019.109845.

3. Artikov A.A., Akbarov Sh.A. Mathematical modeling of heat and mass transfer processes in autoclave sterilization of vegetable purees // Chemical Technology. Control and Management.-2023.-Vol. 4, No. 2.-P. 35-41.

4. Ramos B., Miller F.A., Brandão T.R. Quality optimization of red bell pepper (*Capsicum annuum* L.) during thermal processing: Retention of ascorbic acid and texture properties // International Journal of Food Science & Technology-2022.Vol. 57, No. 5-P. 2841-2850.