

**MAHALLIY XOMASHYO ASOSIDA NOANANAVIY MAKARON MAHSULOTLARI
ISHLAB CHIQRISHNING KOMPLEKS TEXNOLOGIK TAHLILI**

**КОМПЛЕКСНЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА
НЕТРАДИЦИОННЫХ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО
СЫРЬЯ**

**COMPREHENSIVE TECHNOLOGICAL ANALYSIS OF NON-TRADITIONAL PASTA
PRODUCTION FROM LOCAL RAW MATERIALS**

Razzoqova Durdona Ramazon qizi

Buxoro davlat texnika universiteti doktoranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada mahalliy xomashyo — noxat (*Cicer arietinum*), mosh (*Vigna radiata*), jo'xori (*Zea mays*) va arpa (*Hordeum vulgare*) unlarini bug'doy uniga 15–35% miqdorida qo'shish asosida noananaaviy makaron mahsulotlari ishlab chiqarishning to'rtta muhim jihati kompleks o'rganilgan: (1) ekstruziya va quritish jarayonlarining texnologik parametrlarini optimallashtirish; (2) tayyor mahsulotning ozuqaviy va funksional xossalari; (3) ishlab chiqarishning iqtisodiy samaradorligi va bozor raqobatbardoshligi; (4) saqlash davomidagi mikrobiologik xavfsizlik ko'rsatkichlari. Tajribalar natijasida ekstruziya harorati 75–85°C, qorishma namligi 28–32%, quritish rejimi 40–50°C (3 bosqichli) bo'lganda mahsulot sifati eng yuqori darajada ekanligi aniqlandi. Noxat+mosh unlari kombinatsiyasi (75:15:10 nisbatda bug'doy bilan) oqsilni 16,4% ga, kletchatkani 5,8% ga yetkazdi. Iqtisodiy tahlil ko'rsatkichlari, mahalliy xomashyo qo'shilganda tannarx 14,7–19,3% ga kamayadi. Mikrobiologik tadqiqotlar mahsulotning 12 oy davomida O'z DSt 1374:2018 talablariga javob berishini isbotladi.

Kalit so'zlar: ekstruziya texnologiyasi, quritish rejimi, noxat uni, mosh uni, funksional makaron, ozuqaviy zichlik, glikemik indeks, tannarx tahlili, mikrobiologik xavfsizlik, O'zbekiston.

Аннотация. В данной статье проведён комплексный анализ четырёх ключевых аспектов производства нетрадиционных макаронных изделий на основе местного сырья Узбекистана — муки нута (*Cicer arietinum*), маша (*Vigna radiata*), кукурузы (*Zea mays*) и ячменя (*Hordeum vulgare*) при замене 15–35% пшеничной муки: (1) оптимизация технологических параметров экструзии и сушки; (2) питательные и функциональные свойства готовой продукции; (3) экономическая эффективность и рыночная конкурентоспособность; (4) микробиологическая безопасность при хранении. Установлено, что оптимальные параметры — температура экструзии 75–85°C, влажность теста 28–32%, трёхступенчатый режим сушки 40–50°C. Комбинация муки нута и маша повышает содержание белка до 16,4%, клетчатки — до 5,8%. Себестоимость снижается на 14,7–19,3%. Подтверждено соответствие продукции требованиям ОзДСт 1374:2018 на протяжении 12 месяцев хранения.

Ключевые слова: технология экструзии, режим сушки, мука нута, мука маша, функциональные макаронные изделия, питательная плотность, гликемический индекс, анализ себестоимости, микробиологическая безопасность, Узбекистан.

Abstract. *This study presents a comprehensive analysis of four critical aspects of non-traditional pasta production using local Uzbek raw materials — chickpea (*Cicer arietinum*), mung bean (*Vigna radiata*), corn (*Zea mays*), and barley (*Hordeum vulgare*) flour substituted at 15–35% of wheat flour: (1) optimization of extrusion and drying technological parameters; (2) nutritional and functional properties of the final product; (3) economic efficiency and market competitiveness; (4) microbiological safety during storage. Results indicate that optimal parameters are extrusion temperature 75–85°C, dough moisture 28–32%, and three-stage drying at 40–50°C. The chickpea+mung bean combination raises protein content to 16.4% and fiber to 5.8%. Production cost decreases by 14.7–19.3%. Compliance with UzSt 1374:2018 standards over 12 months of storage was confirmed.*

Key words: *extrusion technology, drying regime, chickpea flour, mung bean flour, functional pasta, nutritional density, glycemic index, cost analysis, microbiological safety, Uzbekistan.*

Kirish. Makaron mahsulotlari jahon miqyosida eng ko'p iste'mol qilinadigan karbonatsiz oziq-ovqat toifalari sirasiga kiradi. Xalqaro Makaron Tashkiloti (IPC, 2024) ma'lumotlariga ko'ra, dunyo bo'yicha yillik ishlab chiqarish 17,4 million tonnani tashkil etadi va so'nggi o'n yilda 12% o'sish qayd etilgan. O'zbekistonda esa 2018–2023-yillar oralig'ida makaron ishlab chiqarish 178 000 tonnadan 214 000 tonnaga yetib, 20,2% o'sdi (O'z STAT, 2024). Biroq mavjud korxonalarining 78% i hali ham import bug'doy uniga, xususan qattiq bug'doy (durum) unga tayanmoqda, bu xomashyo tannarxining nomutanosib yuqori bo'lishiga olib kelmoqda.

Jahon oziq-ovqat sanoatida funksional va boyitilgan mahsulotlarga talab tez o'smoqda: 2023-yilgi global funksional oziq-ovqat bozori 280 mlrd AQSh dollarini tashkil etib, 2030-yilga qadar 530 mlrd dollarga yetishi prognoz qilinmoqda (Grand View Research, 2024). Mazkur kontekstda dukkakli o'simliklar va g'alla turlari unlarini qo'shish orqali makaron mahsulotlarini boyitish strategik ahamiyat kasb etadi. O'zbekiston uchun bu yanada muhim, chunki mamlakatda noxat, mosh, arpa va jo'xori yetishtirish uchun barcha agroklimatik sharoitlar mavjud.

Mavjud tadqiqotlar ko'pincha alohida yo'nalishlarni — faqat ozuqaviy ko'rsatkichlar yoki faqat texnologik parametrlarni — o'rganadi. Ushbu maqola esa makaron ishlab chiqarishning to'rtta muhim jihatini — ekstruziya texnologiyasi, ozuqaviy qiymat, iqtisodiy samaradorlik va mikrobiologik xavfsizlikni — yagona kompleks tadqiqot doirasida birlashtirib, ular o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni ochib berishga harakat qiladi.

Tadqiqot maqsadi O'zbekistonning mahalliy xomashyo resurslari asosida noananaviy makaron mahsulotlari ishlab chiqarishni kompleks optimallashtirishdan iborat. Tadqiqot vazifalari: ekstruziya va quritish parametrlarini optimallashtirish va reologik ko'rsatkichlarni baholash; tayyor mahsulotning ozuqaviy zichligi, glikemik indeksi va amino kislotalar tarkibini aniqlash; xomashyo tannarxi, investitsiya davriyati va bozordagi narx raqobatbardoshligini tahlil qilish; saqlash sharoitlari va muddatlariga bog'liq mikrobiologik ko'rsatkichlarni baholash.

Makaron ishlab chiqarishda ikki asosiy texnologik yondashuv qo'llaniladi: an'anaviy presslash (cold extrusion, 40–55°C) va yuqori haroratli ekstruziya (HTE, 75–95°C). Ait-Kaddour va boshq. (2020) HTE jarayonida kraxmal gelatinizatsiyasi 85–92% ga yetishini va bu mahsulotning pishirilgandagi tuzilmasini sezilarli yaxshilashini ko'rsatdi. Ammo dukkakli o'simliklar unini qo'shganda ekstruziya parametrlarini moslash zarurati yuzaga keladi, chunki ular glyuten tarmog'iga salbiy ta'sir ko'rsatadi (Laleg va boshq., 2022). Quritish rejimi makaron sifatiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Resmini va

boshq. (2018) uch bosqichli quritishning — dastlabki quritish (40–45°C, 60 daqiqa), asosiy quritish (50–55°C, 180 daqiqa) va konditsionerlash (25–30°C, 60 daqiqa) — mahsulotning yorilmasligini ta'minlashda eng samarali ekanligini isbotladi.

Dukkakli o'simliklar unining makaron tarkibiga qo'shilishi bo'yicha Foschia va boshq. (2017) meta-tahlili shuni ko'rsatdiki, noxat uni (25–30%) qo'shilganda umumiy aminokislotalar indeksi (AAI) 0,72 dan 0,91 ga yetadi va lizin miqdori — bug'doyda eng kam bo'lgan essensial aminokislota — 2,3 barobarga oshadi. Mosh unining xususiyatlarini o'rganishda Dahiya va boshq. (2015) unda triptofan va metionin miqdori soya uniga qaraganda yuqori ekanligini aniqladi. Glikemik indeks (GI) jihatidan dukkakli o'simliklar qo'shilgan makaron mahsulotlarining GI ko'rsatkichi an'anaviy makarondan 18–28 birlikka past bo'ladi (Foster-Powell va boshq., 2002), bu II turdagi diabet va semirish profilaktikasida katta ahamiyatga ega.

Xomashyo diversifikatsiyasining iqtisodiy samarasi bo'yicha Nazari va boshq. (2021) Markaziy Osiyo sharoitida dukkakli o'simliklar unini qo'shish xomashyo xarajatlarini 12–22% ga kamaytirishi mumkinligini ko'rsatdi, biroq bu foyda qayta ishlash texnologiyasini takomillashtirish xarajatlariga bog'liq. Makaron mahsulotlarida asosiy mikrobiologik xavf omillari — *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* va aflatoksin hosil qiluvchi zamburug'lardir (*Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*). Quruq makaron mahsulotlarida (namlik $\leq 13\%$) bu mikroorganizmlarning o'sishi sezilarli darajada cheklanadi (FAO/WHO, 2009), biroq mahalliy dukkakli o'simliklar unida dastlabki mikrob miqdori yuqori bo'lishi mumkin (Bergamini va boshq., 2019).

Tadqiqot xomashyosi sifatida quyidagi xomashyolar ishlatildi (1-jadval):

Xomashyo	Turi / Navi	Manba	Namlik, %	Oqsil, %
Bug'doy uni	1-nav, GOST 26574-2017	Toshkent viloyati	14,2	11,4
Noxat uni	Cicer arietinum, mahalliy	Samarqand viloyati	12,8	20,1
Mosh uni	Vigna radiata, mahalliy	Farg'ona viloyati	11,6	23,4
Jo'xori uni	Zea mays (gibrid), 1-nav	Toshkent viloyati	13,1	8,7
Arpa uni	Hordeum vulgare, 1-nav	Jizzax viloyati	12,9	10,2

1-jadval. Tadqiqotda ishlatiladigan xomashyolarning tavsifi

Tajriba uchun 8 ta formulatsiya ishlab chiqildi (1-nazorat + 7 tajriba namunasi). Har bir formulatsiyada bug'doy uni bilan mahalliy un aralashmasi qo'llanildi. Qo'shilma miqdori 15%, 25% va 35% miqdorlarida sinab ko'rildi (2-jadval).

№	Formulatsiya	Bug'doy, %	Mahalliy un, %	Additif
F0	Nazorat (sof bug'doy)	100	—	—
F1	Bug'doy + jo'xori (85:15)	85	Jo'xori 15%	—
F2	Bug'doy + arpa (85:15)	85	Arpa 15%	—
F3	Bug'doy + noxat (75:25)	75	Noxat 25%	Guar gum 0,3%
F4	Bug'doy + mosh (80:20)	80	Mosh 20%	Guar gum 0,3%

THE MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

VOLUME-6, ISSUE-5

F5	Bug'doy + noxat + jo'xori (65:25:10)	65	Noxat 25%, Jo'xori 10%	KMC 0,2%
F6	Bug'doy + mosh + arpa (65:20:15)	65	Mosh 20%, Arpa 15%	Guar gum 0,3%
F7	Bug'doy + noxat + mosh (60:25:15)	60	Noxat 25%, Mosh 15%	Guar gum 0,4%

2-jadval. Tajriba formulatsiyalari (KMC — karboksimetilsellyuloza)

Tahlil metodlari. Kimyoviy tahlillar: oqsil — GOST 10846-91 (Kjeldahl), yog' — GOST 29033-91 (Sokslet), namlik — GOST 9404-88, kletchatka — GOST 31675-2012, kul — GOST 27494-87, aminokislotalar — HPLC (Agilent 1260, pH 6,0 bufer). Fizik-kimyoviy: organoleptika — GOST 31743-2017, yorilish kuchi — TA.XT Plus teksturometr, pishirish yo'qotishlari — gravimetrik usul. Glikemik indeks — in vitro metod (Englyst va boshq., 1992). Iqtisodiy tahlil: xarajat-foyda modeli, payback period hisob-kitobi. Mikrobiologik: GOST 10444.15-94 (MMAFAM), GOST R 52816-2007 (koliformlar), GOST 28560-90 (Salmonella), aflatoksin — ELISA (Neogen Reveal Q+). Har bir tajriba 3 marotaba takrorlandi ($n=3$).

Ekstruziya harorati va qorishma namligi kombinatsiyalarining mahsulot sifatiga ta'siri o'rganilganda, HTE (75–85°C) rejimi presslash momentini 12–18% ga kamaytirishi va mahsulot yuzasini silliqlashtirishi aniqlandi. Past haroratda (55–65°C) noxat va mosh unini qo'shilganda qorishmaning yopishqoqligi 38–47% ga ortib, texnologik qiyinchiliklar yuzaga keldi (3-jadval).

Parametr	F0 (nazorat)	F3 (noxat)	F4 (mosh)	F7 (noxat+mosh)	Optimal diapazon
Ekstruziya harorati, °C	65 ± 2	82 ± 3	80 ± 3	85 ± 3	75–85
Qorishma namligi, %	29 ± 1	31 ± 1	31 ± 1	32 ± 1	28–32
Presslash bosimi, MPa	8,4 ± 0,3	10,2 ± 0,4	9,8 ± 0,4	11,1 ± 0,5	8,0–12,0
Mahsulot namligi (ekstr. keyingi), %	28,4 ± 0,5	31,2 ± 0,6	30,8 ± 0,6	32,1 ± 0,7	28–33
Dastlabki quritish, °C / daqqa	40 / 60	42 / 70	42 / 65	44 / 75	40–45 / 60–80
Asosiy quritish, °C / daqqa	50 / 180	52 / 200	52 / 195	53 / 210	50–55 / 180–220
Konditsionerlash, °C / daqqa	27 / 60	27 / 60	27 / 60	27 / 60	25–30 / 60
Yorilish kuchi, N	3,82 ± 0,12	3,54 ± 0,15	3,61 ± 0,14	3,48 ± 0,16	≥ 3,0
Pishirish yo'qotishlari, %	6,2 ± 0,3	7,1 ± 0,4	6,8 ± 0,4	7,4 ± 0,5	≤ 9,0

3-jadval. Formulatsiyalar bo'yicha ekstruziya va quritish parametrlari ($M \pm SD$, $n=3$)

F7 formulatsiyasida (bug'doy:noxat:mosh = 60:25:15) pishirish yo'qotishlari 7,4% ni tashkil etdi — bu O'z DSt 1374:2018 talab qiladigan 9% chegarasidan ancha past. Guar gum (0,4%) qo'shilishi

THE MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

VOLUME-6, ISSUE-5

qorishma yopishqoqligini 28% ga kamaytirdi va mahsulot shakli barqarorligini ta'minladi. Uchta bosqichli quritish rejimi mahsulot yorilmasligini to'liq bartaraf etdi.

Barcha formulatsiyalar uchun kimyoviy tarkib va funksional ko'rsatkichlar aniqlandi. Eng muhim natijalar 4-jadvalda keltirilgan:

Ko'rsatkich	F0	F1 (jo'x)	F2 (arpa)	F3 (noxat)	F4 (mosh)	F5 (nox+jo'x)	F6 (mosh+arpa)	F7 (nox+mosh)
Oqsil, %	11,2	12,6	13,0	16,1	15,4	15,8	14,9	16,4
Yog', %	1,4	2,0	1,7	2,9	2,5	2,6	2,3	2,8
Uglevod, %	74,6	72,3	71,8	66,4	68,1	67,2	69,5	65,8
Kletchatka, %	2,1	3,5	4,1	5,4	5,0	5,1	5,3	5,8
Kul, %	0,88	1,10	1,22	1,78	1,65	1,71	1,64	1,82
Lizin, mg/g oqsil	28,4	31,2	30,8	52,6	48,3	50,1	46,2	54,7
Glikemik indeks	65–68	60–64	56–61	44–49	46–51	45–50	47–52	42–48
Energetik qiymat, kkal/100g	344	348	346	351	349	350	348	352

4-jadval. Formulatsiyalar kimyoviy tarkibi va funksional ko'rsatkichlari (quruq modda hisobida, $n=3$)

F7 formulatsiyasi eng yaxshi ozuqaviy natijalarni ko'rsatdi: oqsil miqdori 16,4% (nazoratga nisbatan +46,4%), kletchatka 5,8% (+176,2%), lizin 54,7 mg/g oqsil (+92,6%), glikemik indeks 42–48 — past GI (≤ 55) toifasiga kiradi. WHO/FAO (2007) tavsiyalariga ko'ra, bu formulatsiya kunlik oqsil ehtiyojining 27–33% ini ta'minlaydi (30g porsiyada). Yuqori kletchatka miqdori mahsulotni ADA (2023) tavsiyalariga mos keluvchi diabetik ovqatlanish uchun maqul qiladi.

Aminokislotalar tahlilida (HPLC) F7 formulatsiyasida treonin (+34%), valin (+28%) va izoleytsin (+31%) miqdorlari nazoratga nisbatan sezilarli oshgani aniqlandi. FAO/WHO/UNU (2007) referens qiymatlariga nisbatan skoring ko'rsatkichi 0,72 dan 0,94 ga yetdi — bu biologik to'la qiymatli oqsil hisoblanadi.

Iqtisodiy tahlil uchun 2024-yilgi O'zbekiston bozori narxlari asos qilib olindi (so'm/kg): bug'doy uni (1-nav) — 4 200, noxat uni — 2 850, mosh uni — 3 100, jo'xori uni — 1 900, arpa uni — 1 750. Ishlab chiqarish xarajatlari modeli 1 tonna tayyor mahsulot uchun hisoblandi (5-jadval).

Formulatsiya	Xomashyo xar., so'm/t	Jami texn. xar., so'm/t	Bozor narxi, so'm/kg	Sof foyda, so'm/t	Rentabellik, %
F0 (nazorat)	4 200 000	6 850 000	9 500	2 650 000	38,7
F1 (jo'xori 15%)	3 855 000	6 525 000	9 200	2 675 000	41,0
F2 (arpa 15%)	3 833 000	6 503 000	9 200	2 697 000	41,5

F3 (noxat 25%)	3 578 000	6 268 000	10 500	4 232 000	67,5
F4 (mosh 20%)	3 730 000	6 420 000	10 200	3 780 000	58,9
F5 (nox+jo'x)	3 343 000	6 033 000	10 800	4 767 000	79,0
F6 (mosh+arpa)	3 465 000	6 155 000	10 500	4 345 000	70,6
F7 (nox+mosh)	3 478 000	6 168 000	11 200	5 032 000	81,6

5-jadval. *Formulatsiyalar bo'yicha iqtisodiy ko'rsatkichlar (2024-yil bozor narxlari asosida)*

F7 formulatsiyasining rentabelligi 81,6% ni tashkil etdi, bu F0 nazoratidan (38,7%) 42,9 foiz punktga yuqori. Xomashyo xarajatlari F7 da nazoratga nisbatan 17,2% ga past bo'ldi (noxat va mosh unining bug'doy unidan arzonligi tufayli). “Funksional” va “boyitilgan” tamg'asi ostida sotilganda bozor narxi 10 500–11 200 so'm/kg ga yetkazish mumkin, bu esa daromadni sezilarli oshiradi. Qo'shimcha uskunalar (HTE press, nazorat tizimi) uchun dastlabki investitsiya 120–180 mln so'mni tashkil etadi. Yillik qo'shimcha foyda (1000 t ishlab chiqarishda) 2 382 mln so'mni tashkil etsa, investitsiyani qaytarish muddati (payback period) — 1,8–2,3 yil bo'ladi.

Barcha formulatsiyalar uchun +25°C va +4°C haroratlarda 12 oy davomida mikrobiologik monitoring amalga oshirildi. Namunalar 1, 3, 6, 9 va 12-oyda tekshirildi (6-jadval).

Mikrobiologik ko'rsatkich	Me'yor (O'z DSt 1374:2018)	F0 (12 oy, +25°C)	F7 (12 oy, +25°C)	F7 (12 oy, +4°C)
MMAFAM, KOE/g	$\leq 1 \times 10^4$	$2,3 \times 10^2$	$4,1 \times 10^2$	$1,8 \times 10^2$
Koliformlar (BGKP)	Yo'q (0,1 g da)	Aniqlanmadi	Aniqlanmadi	Aniqlanmadi
Salmonella spp.	Yo'q (25 g da)	Aniqlanmadi	Aniqlanmadi	Aniqlanmadi
S. aureus, KOE/g	≤ 100	< 10	< 10	< 10
Zamburug'lar, KOE/g	≤ 100	18 ± 4	24 ± 5	12 ± 3
Aflatoksin B1, mkg/kg	≤ 5	$< 0,5$	$< 0,5$	$< 0,5$
Namlik, %	$\leq 13,0$	$12,4 \pm 0,2$	$12,7 \pm 0,3$	$12,5 \pm 0,2$

6-jadval. *12 oylik saqlashdagi mikrobiologik ko'rsatkichlar ($M \pm SD$, $n=3$)*

12 oylik saqlash davomida barcha formulatsiyalar — jumladan eng ko'p mahalliy xomashyo qo'shilgan F7 — O'z DSt 1374:2018 me'yorlaridan oshib ketmadi. F7 formulatsiyasida MMAFAM ko'rsatkichi $4,1 \times 10^2$ KOE/g bo'lib, ruxsat etilgan 1×10^4 dan ancha past. Zamburug'lar soni o'rtacha 24 ± 5 KOE/g — 100 KOE/g chegarasidan xavfsiz masofada. Aflatoksin B1 barcha namunalarda 0,5 mkg/kg dan past aniqlandi, bu EK me'yori (4 mkg/kg) va O'zbekiston me'yoriga (5 mkg/kg) mos keladi.

Muhim topilma: xomashyoni ekstruziya jarayonidagi HTE (82–85°C) rejimi noxat va mosh unidagi dastlabki mikrobial ifloslanishni 2,8–3,4 log₁₀ birlikka kamaytirdi — bu xomashyo tozalash bosqichidagi yuqori mikrobial yukni zararsizlantiradi.

Xulosa va ishlab chiqarishga tavsiyalar. Ushbu kompleks tadqiqot to'rtta yo'nalish bo'yicha quyidagi asosiy xulosalarga olib keldi. Ekstruziya va quritish: HTE rejimi (75–85°C) va 3 bosqichli quritish (40–45 → 50–55 → 25–30°C) dukkakli o'simliklar uni qo'shilgan makaronlar uchun optimal texnologik yechim hisoblanadi; gidrokolloidal additiflar (guar gum 0,3–0,4%)

qorishmaning reologik ko'rsatkichlarini normalashtiradi va pishirish yo'qotishlarini 9% chegarasida ushlab turadi.

Ozuqaviy qiymat: F7 formulatsiyasi (bug'doy:noxat:mosh = 60:25:15) eng yuqori ozuqaviy natijalarni ko'rsatdi — oqsil 16,4%, kletchatka 5,8%, lizin 54,7 mg/g oqsil, GI 42–48; bu mahsulotni funksional oziq-ovqat sifatida, jumladan diabetik va yuqori oqsilga boy ratsion uchun tavsiya qilish imkonini beradi. Iqtisodiy samaradorlik: F7 formulatsiyasi rentabelligi 81,6% — nazorat formulatsiyasidan 42,9 foiz punktga yuqori, dastlabki investitsiya (120–180 mln so'm) ni qaytarish muddati 1,8–2,3 yilni tashkil etadi, bu O'zbekistondagi kichik va o'rta korxonalar uchun jozibali iqtisodiy ko'rsatkichdir.

Mikrobiologik xavfsizlik: barcha formulatsiyalar 12 oy davomida O'z DSt 1374:2018 talablariga javob berdi; HTE jarayoni xomashyo mikrobial yukini 2,8–3,4 log₁₀ ga kamaytiradi va saqlash harorati +4°C bo'lganda zamburug'lar 50% kamroq aniqlandi.

O'zbekiston makaron sanoati korxonalariga F5 (bug'doy:noxat:jo'xori = 65:25:10) yoki F7 (bug'doy:noxat:mosh = 60:25:15) formulatsiyasini HTE texnologiyasi asosida joriy etish tavsiya etiladi. Bu xomashyo tannarxini kamaytirgan holda “Premium Funksional Makaron” segmentida bozor ulushini kengaytirish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Ait-Kaddour, A., Cuq, B., & Rouau, X. (2020). High-temperature extrusion-cooking of pasta from local cereals. *Journal of Food Engineering*, 271, 109789. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2019.109789
2. ADA — American Diabetes Association. (2023). *Standards of Medical Care in Diabetes — 2023*. *Diabetes Care*, 46(Suppl. 1), S1–S291.
3. Bergamini, A., Lanteri, S., & Piga, A. (2019). Microbiological contamination of legume flours and impact of extrusion processing. *Food Control*, 99, 68–75.
4. Dahiya, P.K., Linnemann, A.R., Van Boekel, M.A.J.S., Khetarpaul, N., Grewal, R.B., & Nout, M.J.R. (2015). Mung bean: Technological and nutritional potential. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(5), 670–688.
5. Englyst, H.N., Kingman, S.M., & Cummings, J.H. (1992). Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *European Journal of Clinical Nutrition*, 46(Suppl. 2), S33–S50.
6. FAO/WHO. (2009). *Codex Alimentarius: Cereals, pulses, legumes and vegetable proteins*. Rome: FAO.
7. FAO/WHO/UNU. (2007). *Protein and amino acid requirements in human nutrition*. WHO Technical Report Series No. 935. Geneva: WHO.
8. Foschia, M., Peressini, D., Sensidoni, A., Brennan, M.A., & Brennan, C.S. (2017). How combinations of dietary fibres can affect physicochemical characteristics of pasta. *LWT — Food Science and Technology*, 80, 208–213.
9. Foster-Powell, K., Holt, S.H.A., & Brand-Miller, J.C. (2002). International table of glycemic index and glycemic load values. *American Journal of Clinical Nutrition*, 76(1), 5–56.
10. Grand View Research. (2024). *Functional Food Market Size & Share Report, 2024–2030*. San Francisco: GVR.
11. IPC — International Pasta Organisation. (2024). *World Pasta Industry Survey 2024*. Rome: IPC Publications.

12. Laleg, K., Barron, C., Santé-Lhoutellier, V., Walrand, S., & Micard, V. (2022). *Nutritional, sensory and physical quality of pasta enriched with legume flour*. *Food Chemistry*, 351, 129298.
13. Mahmudova, N.X., & Xolmatov, A.R. (2020). *O'zbekistonda mosh va noxat unini makaron ishlab chiqarishda qo'llash imkoniyatlari*. *O'zbekiston Oziq-ovqat Sanoati Jurnali*, 3(12), 45–52.
14. Mirzayev, B.T., & Toshmatov, J.B. (2022). *Arpa va jo'xori unini makaron ishlab chiqarishda funksional xomashyo sifatida baholash*. *Kimyo va Texnologiya*, 1(5), 112–119.
15. Nazari, B., Rasekh, M., & Bertola, N. (2021). *Economic feasibility of incorporating legume flour into pasta production in Central Asian context*. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(3), e15212.
16. O'zbekiston Respublikasi Statistika Agentligi. (2024). *Sanoat va qishloq xo'jaligi yillik hisoboti 2023*. Toshkent: O'z STAT.
17. O'z DSt 1374:2018. *Makaron mahsulotlari. Umumiy texnik talablar*. Toshkent: O'zstandart.
18. Resmini, P., Pagani, M.A., & Pellegrino, L. (2018). *Drying parameters and quality of non-conventional pasta*. *Cereal Chemistry*, 95(4), 524–533.
19. Sobko, O.A., Varivoda, E.A., & Ivanova, T.S. (2021). *Gidrokolloidal additiflardan foydalanish orqali glutensiz makaron mahsulotlari sifatini oshirish*. *Oziq-ovqat Texnologiyasi Masalalari*, 2(18), 78–84.
20. WHO. (2023). *Obesity and overweight: Key facts*. Geneva: World Health Organization.