

**RUKOLA O'TI (*Eruca sativa*) VA QORA UN ASOSIDA FUNKTSIONAL NON
MAHSULOTINI ISHLAB CHIQISH**

Madraimova Diyora Olimjon qizi

“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti talabasi

Usmonov Kamoliddin Eshkulovich

“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti o‘qituvchisi

Barno Umirbayeva Rashidovna

“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti o‘qituvchisi

Annotatsiya:

Ushbu ilmiy maqolada rukola o‘ti va qora bug‘doy unidan foydalangan holda funktsional non mahsuloti ishlab chiqish bo‘yicha olib borilgan tadqiqot natijalari bayon etilgan. Ishda rukola o‘tining quritilgan holda non xamiriga qo‘shilishi natijasida tayyor mahsulotning organoleptik, fizik-kimyoviy va biologik aktiv moddalar tarkibiga ta‘siri o‘rganilgan. Tajribalar shuni ko‘rsatdiki, quritilgan rukola qo‘shimchasi 5–10% miqdorida qo‘shilganda non mahsulotining ozuqaviy qiymati sezilarli darajada oshadi:

Antioksidant faollik, glyukozinolat va fenol birikmalari miqdori ko‘payadi. Shuningdek, qora un tarkibidagi yuqori tolali fraksiyalar gastroenterologik sog‘liq uchun muhim bo‘lgan prebiotiklarni ta‘minlaydi. Tadqiqot natijalari funktsional oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarishning ilmiy asoslarini mustahkamlashga xizmat qiladi.

Kalit soʻzlar: rukola, *Eruca sativa*, qora un, funktsional non, glyukozinolat, antioksidant, ozuqaviy boyitish, xamirturush texnologiyasi, biologik aktiv moddalar.

Abstract:

This research article presents the results of a study on the development of a functional bread product using dried rucola (*Eruca sativa* Mill.) and whole wheat (dark) flour. The effect of dried rucola supplementation on organoleptic, physicochemical properties, and biologically active compound composition was investigated. Experiments demonstrated that the addition of 5–10% dried rucola significantly enhances the nutritional value of bread, increasing antioxidant activity, glucosinolate content, and total phenolic compounds.

Additionally, high dietary fiber fractions in dark flour provide prebiotics essential for gastrointestinal health. The study contributes to the scientific basis of functional food product development.

Keywords: rucola, *Eruca sativa*, dark flour, functional bread, glucosinolates, antioxidants, nutritional enrichment, yeast technology, biologically active substances.

Kirish:

Hozirgi kunda jahon sogʻliqni saqlash tashkilotlari va oziq-ovqat fanlari olimlari tomonidan funktsional oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarishga boʻlgan eʼtibor tobora ortib bormoqda. Ayniqsa, urbanizatsiya va turmush tarzi oʻzgarishi bilan bogʻliq holda, aholining asosiy oziq-ovqat mahsulotlari – xususan, non va non mahsulotlari orqali biologik aktiv moddalar qabul qilishi muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Non mahsulotlari Oʻzbekiston aholisining kundalik ratsionida eng koʻp istemol qilinadigan oziq-ovqat turidir. Milliy statistika maʼlumotlariga koʻra,

O‘zbekistonda jon boshiga yiliga o‘rtacha 120–140 kg non mahsulotlari istemol qilinadi. Shu bois, non texnologiyasini takomillashtirish orqali aholining ozuqaviy holatini yaxshilash strategik jihatdan muhimdir. Rukola o‘ti Brassicaceae oilasiga mansub bir yillik o‘simlik bo‘lib, O‘rta er dengizi mintaqasida keng tarqalgan va so‘nggi o‘n yilliklarda butun dunyoda oshxona o‘ti sifatida faol qo‘llanilmoqda. Quyidagi rasmlarda tadqiqot ob‘yeki bo‘lgan rukola o‘ti va uning quritilgan holati ko‘rsatilgan.



1-rasm. Quritilgan rukola o‘ti (*Eruca sativa*) – non xamiriga qo‘shish uchun tayyorlangan holat



2-rasm. Yangi terilgan rukola (*Eruca sativa*) barglari – xom ashyo holati

Ilmiy adabiyotlar rukola tarkibida glyukozinolatlar, izotiositnatlar, fenol birikmalari, flavonoidlar, C, E, K vitaminlari va mineral moddalarning yuqori konsentratsiyasi mavjudligini tasdiqlaydi. 1-rasmda ko‘rsatilganidek, rukolani quritish jarayonida barglar rangi to‘q yashil tusni saqlab qoladi, bu esa biologik aktiv moddalarning saqlanganligidan dalolat beradi. Qora un (to‘liq tortilgan bug‘doy uni) an‘anaviy oq unga nisbatan ko‘proq pishloq qatlami va urug‘ embrionini saqlab qoladi. Bu esa uning dietar tolalar, B guruhi vitaminlari, mineral moddalar (temir, magniy, rux) va fitokimyoviy birikmalar bilan boyligini ta‘minlaydi. Ushbu tadqiqot quritilgan rukola o‘ti va qora un birikmasining non sifatiga, ozuqaviy qiymatiga va biologik faolligiga ta‘sirini kompleks tarzda o‘rganishga bag‘ishlangan.

Materiallar va uslublar:

O‘simligi botanik jihatdan “Brassicaceae” oilasiga kiradi va *Eruca* turkumining eng ko‘p o‘rganilgan turidir. O‘simlik O‘rta dengiz havzasidan kelib chiqqan bo‘lib, hozirda Yevropa, O‘rta Sharq, Hindiston va Markaziy Osiyoda faol etishtirilib, iste‘mol qilinadi. Padilla va boshqa tadqiqotlari rukola barglarida quruq og‘irlikka nisbatan 0.5–2.0% glyukozinolatlar mavjudligini aniqlagan. Glyukozinolatlar orasida eng muhimi eruzin (4-metilsulfinilbutil glyukozinat) hisoblanadi – u fermentativ gidroliz jarayonida izotiositnatga aylanadi va kuchli antikarsinogen xususiyatlarni namoyon etadi. Rokasano va boshq. (2014) o‘tkazgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, rukola barglarining fenol birikmalari tarkibi 150–320 mg/100 g quruq og‘irlikni tashkil etadi.

Vitamin tarkibi jihatidan rukola C vitamini (75–110 mg/100 g), E vitamini, K vitamini va beta-karotinga boy. Mineral moddalardan kaltsiy (160 mg/100 g), kaliy (369 mg/100 g) va temir (1.46 mg/100 g) mavjudligi qayd etilgan. 2-rasmda ko‘rsatilgan yangi rukola barglarining to‘q yashil rangi xlorofill va karotenoidlarning yuqori miqdoridan dalolat beradi.

Qora un va uning texnologik xususiyatlari:

Qora un yoki to'liq tortilgan un bug'doy donini to'liq qayta ishlash natijasida olinadi. Diatar tolalar tarkibi jihatidan qora un oq unga nisbatan 3–4 marta ko'proq tolaga ega: qora unda 10–12 g/100 g, oq unda esa 2.5–3.0 g/100 g. B1, B2, B3, B6 vitaminlari ham qora unda 2–3 barobar ko'p miqdorda mavjud. Texnologik jihatdan qora un glutenni shakllantirish qobiliyati past bo'lgani sababli, uzoqroq bijg'ish vaqti va qo'shimcha gidratatsiya talab etiladi. Non xamiriga 5% shamdali o't qo'shilishi antioxidant faollikni 34% oshirishini ko'rsatgan. Tadqiqoti brokkolini qo'shish fenol birikmalari tarkibini oshirishini tasdiqlagan. Biroq rukola o'tini maxsus quritish shaklida qora un asosidagi non xamiriga qo'shish bo'yicha O'zbekiston sharoitida o'tkazilgan ilmiy ish deyarli uchramaydi – bu esa ushbu tadqiqotning dolzarbligini belgilaydi.

Tadqiqot uchun asosiy ob'ektlar sifatida quyidagilar tanlandi:

- Yangi terilgan rukola o'ti (*Eruca sativa*) – Toshkent viloyatining Qibray tumani fermer xo'jaliklaridan olingan (2-rasm);
- Qora bug'doy uni (to'liq tortilgan, I toifadagi mahsulot) – "O'zdon" AJ ishlab chiqarishidan;
- Premium sifatli bug'doy uni (oq un, II tur) – nazorat variant uchun;
- Quruq faol xamirturush – importning "Pakmaya" markasi;
- Tosh tuzi, shakar, o'simlik moyi – standart sifat ko'rsatkichlariga javob beruvchi.

Rukolani quritish texnologiyasi:

Rukola barglarini quritish uchun konveksion quritish usuli qo'llanildi (1-rasm). Yangi terilgan rukola o'ti sovuq suv (4–6°C) ostida 3 marta yuvib, sochiq ustida ortiqcha namdan xalos etildi. Keyin barglar qo'lda yirik parchalar (1–2 sm) bo'yicha

maydalanib, bir qavat holida quritish qog‘ozi ustiga yoyildi. Quritish rejimi: harorat $45\pm 2^{\circ}\text{C}$, davomiyligi 4–6 soat. Bu harorat tanlangan sababli – yuqori harorat (60°C dan yuqori) glyukoziolatlar va C vitaminining parchalanishini tezlashtiradi. Quritish oxirida namlik 8–10% ga yetkazildi.

1-jadval.

Tajriba variantlarining retsepturasi

| Variant | Oq un, % | Qora un, % | Quritilgan rukola, % | Izoh |
|-------------|----------|------------|----------------------|------------------|
| K (nazorat) | 100 | – | – | Nazorat namunasi |
| T1 | 70 | 30 | – | Qora un varianti |
| T2 | 65 | 30 | 5 | 5% rukola |
| T3 | 60 | 30 | 10 | 10% rukola |
| T4 | 55 | 30 | 15 | 15% rukola |

Natija va ularning tahlili:

Tadqiqotda quyidagi standart metodlardan foydalanildi:

- Organoleptik baholash – GOST 5667-2022 bo‘yicha (tashqi ko‘rinish, rang, maza, hid, ichki tuzilish);
- Nam miqdori – GOST 21094 bo‘yicha quritish-termostatik usul;
- Antioksidant faollik – DPPH usuli, absorbansiya 517 nm;
- Umumiy fenol birikmalari – Folin-Chocalteu usuli;
- Glyukoziolatlar miqdori – HPLC-MS usuli;

- Dietar tolalar – AOAC 991.43 usuli;
- Non hajmini o‘lchash – kolza urug‘i siljitish usuli.

Barcha tajribalar uch marta takrorlandi ($n=3$). Statistik tahlil SPSS 26.0 dasturida, farqlar $p<0.05$ darajada muhim deb hisoblandi.

Tayyor non namunalarining organoleptik tahlili shuni ko‘rsatdiki, quritilgan rukola qo‘shilishi mahsulotning ko‘rinishini sezilarli darajada o‘zgartirdi. T2 va T3 variantlarida non po‘stlog‘i oltin-yashilimtir tusga kirdi, bu Maillard reaksiyasi va rukola tarkibidagi xlorofill birikmalarining termik o‘zgarishi bilan izohlanadi. Maza jihatidan T2 varianti yengil achchiqroq-ziravorli ta‘mi sababli iste‘molchilar tomonidan ijobiy baholandi. 10 nafar ekspert ishtirokidagi baholashda T2 varianti 4.6 ball, T3 – 4.2 ball, T4 – 3.5 ball (5 ballik tizimda) oldi.

Fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlar:

Non hajmi natijalariga ko‘ra: nazorat (K) – 650 ml/100 g, T1 – 590 ml/100 g, T2 – 575 ml/100 g, T3 – 545 ml/100 g, T4 – 495 ml/100 g. Hajmning pasayishi gluten tarmog‘iga ta‘sir etuvchi tolalar miqdori bilan bevosita bog‘liq. Non namlik ko‘rsatkichlari barcha variantlarda GOST me‘yorlari doirasida qoldi: K – 44.2%, T2 – 44.8%, T3 – 45.1%.

Biologik aktiv moddalar tarkibi:

Antioksidant faollik (DPPH usuli): T2 varianti nazoratdan 28.4%, T3 varianti 41.7%, T4 varianti 49.2% yuqori faollikni namoyon etdi. Umumiy fenol birikmalari: K – 42.3 mg GAE/100 g, T2 – 94.2 mg GAE/100 g, T3 – 128.6 mg GAE/100 g ($p<0.05$). Pishirilgan nonda glyukozi nolatlarning qisman parchalanishi (35–45%) kuzatilsa-da, T2 va T3 variantlarida 0.8–1.4 mmol/100 g glyukozi nolat saqlanib qoldi. Dietar tolalar: K – 3.1 g/100 g, T3 – 9.2 g/100 g – kunlik tavsiya etilgan miqdorning 24–37% ini ta‘minlaydi.

Optimal variant tanlash:

Kompleks baholash asosida T3 varianti (30% qora un + 10% quritilgan rukola) eng maqbul variant sifatida aniqlandi: organoleptik ko'rsatkichlar maqbul, antioksidant faollik nazoratdan 41.7% yuqori, fenol birikmalari 3 marta ortgan, texnologik jarayon murakkab o'zgarishlarni talab qilmaydi.

Xulosa:

Ushbu ilmiy tadqiqot natijasida rukola o'ti va qora un kombinatsiyasi asosida funktsional non mahsuloti ishlab chiqarishning ilmiy-texnologik asoslari yaratildi. O'tkazilgan keng ko'lamli tajribalar va tahlillar asosida quyidagi ilmiy xulosalar shakllandi (3-rasm).



3-rasm. Tayyor bo'lgan non

- Rukolani konveksion quritish usulida $45 \pm 2^\circ\text{C}$ haroratda 4–6 soat davomida quritish biologik aktiv moddalar – glyukozinolatlar, fenol birikmalari va C vitaminining maksimal darajada saqlanishini ta'minlaydi. Bu harorat chegarasi texnologik jihatdan asoslanib, iqtisodiy jihatdan ham maqbuldir.
- 30% qora un va 10% quritilgan rukola birikmasini o'z ichiga olgan T3 varianti eng optimal texnologik yechim hisoblanadi. Bu formula non mahsulotining

antioksidant faolligini 41.7%, umumiy fenol birikmalari miqdorini 204%, dietar tolalar tarkibini esa 197% ga oshiradi.

- Funktsional non mahsuloti tarkibida saqlanib qolgan glyukozinolatlar miqdori (0.8–1.4 mmol/100 g) biologik ahamiyatga ega bo‘lib, muntazam iste‘mol qilinganda xemopreventiv va immunomodulyator ta‘sir ko‘rsatishi mumkin.
- Quritilgan rukola qo‘shilishi noning organoleptik ko‘rsatkichlarini – xususan, maza va hidni – yaxshilaydi. 5 ballik tizimda T3 varianti ekspertlar tomonidan 4.2 ball bilan baholandi, bu esa mahsulotning bozor muvofiqligi yuqori ekanligini ko‘rsatadi.
- Ishlab chiqilgan non mahsulotidagi dietar tolalar miqdori (9.2 g/100 g) yirik bir bo‘lak non iste‘mol qilinganda kunlik tavsiya etilgan normaning taxminan 25–37% ini qoplaydi, bu esa uni kardiovaskular va metabolik kasalliklarning oldini olishda samarali oziq-ovqat manbai sifatida belgilaydi.
- Tadqiqot natijalarida aniqlangan 15% rukola chegarasi muhim texnologik va organoleptik chegara bo‘lib, undan ortiq qo‘shilganda non hajmi pasayadi, achchiq ta‘m kuchayadi va iste‘molchilar qabuli yomonlashadi. Shuning uchun sanoat miqyosida ishlab chiqarishda 5–10% rukola miqdori optimal hisoblanadi.
- Ushbu tadqiqot O‘zbekiston sharoitida mahalliy o‘simlik xom ashyosi – rukola o‘tidan – tijorat miqyosida funktsional non ishlab chiqarishda foydalanish uchun ilmiy-amaliy zamin yaratdi. Tadqiqot natijalari mahalliy non ishlab chiqaruvchi korxonalar uchun retseptura va texnologiya hujjatlari shaklida tavsiya etilishi mumkin.

Kelajakdagi tadqiqotlarda iste‘molchilar sezgi organlari reaksiyasini keng miqyosli iste‘molchilar guruhlari bilan o‘rganish, mahsulotni saqlash muddati davomida biologik aktiv moddalarning barqarorligini tadqiq etish, shuningdek, rukola-

qora un non mahsulotining klinik ozuqaviy samaradorligini maxsus sharoitida o'rganish maqsadga muvofiq.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Rakipov I.N., Toshpol'tov Y.T., Saidova D.B. O'zbekistonda funktsional oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarishning dolzarb masalalari. // O'zbekiston kimyo jurnali. – 2022. – №3. – B. 45–52.
2. Ziyadullayeva N.X. Sabzavotli non texnologiyasi: yangi yo'nalishlar. // Oziq-ovqat texnologiyasi. – Toshkent, 2021. – B. 78–89.
3. Xolmatov X.X., Ahmedov O.A. O'simlik xom ashyosi asosida sog'lomlashtiruvchi oziq-ovqat mahsulotlari. – Toshkent: Fan, 2019. – B. 112–128.
4. Mirzayev B.O., Qodirov A.T. Non mahsulotlarining ozuqaviy qiymatini oshirish usullari. // O'zbekiston agrar fani xabarnomasi. – 2020. – №2. – B. 33–39.
5. Yo'ldoshev S.T., Nazarov F.N. Antioksidant faollikka ega oziq-ovqat mahsulotlari va ularning inson salomatligiga ta'siri. // Biologiya va tibbiyot muammolari. – Samarqand, 2021. – №4. – B. 56–61.
6. Usmonov K.E., Tursunov I.A. Funktsional non ishlab chiqarishda o'simlik qo'shimchalaridan foydalanish. // Oziq-ovqat sanoati. – Toshkent, 2023. – №1. – B. 18–24.
7. Abdullayeva M.R. Bug'doy unining texnologik xususiyatlari va non sifatiga ta'siri. // O'zbekiston qishloq xo'jaligi jurnali. – 2022. – №6. – B. 71–76.
8. Hasanov B.B., Qosimov D.I. Diatar tolalarning gastroenterologik salomatlikka ta'siri. // Tibbiyot va sport. – Toshkent, 2020. – №2. – B. 44–49.
9. Toshmatov Z.O., Ibragimova G.S. Rukola o'tining kimyoviy tarkibi va tibbiy xususiyatlari. // O'zbekiston botanika jurnali. – 2023. – №1. – B. 22–28.