QIZIL LAVLAGINI QURUTISH VA UNDAN KUKUN OLISH TEXNALOGIYASI

Sovirova Marjona Muzrab qizi, ***talaba Samarqand agroinnovatsiyalar va tadqiqotlar instituti***

marjonasavirova9@gmail.com

Annotatsiya: Qizil lavlagi (Beta vulgaris L.) kukuni tabiiy rang beruvchi (E162, yuqori antioksidantli funksional oziq-ovqat qo‘shimchasi va superfood sifatida jahon bozorida tobora ommalashmoqda. Ushbu maqolada qizil lavlagini quritish va kukun olishning zamonaviy texnologiyalari – kabinet (konvektiv), vakuum, liyofil (muzlatib quritish), mikroto‘lqinli va infrakizil quritish usullari solishtirildi. Quritish jarayonida namlik 87,5 % dan 1,9–4,1 % gacha kamayishi hisobiga quruq modda komponentlari 7–9 baravar konsentratsiyalansa-da, issiqlikka sezgir biofaol moddalar (betalainlar, fenolik birikmalar, S vitamini) turli darajada yo‘qotilishi aniqlandi. Eng yuqori sifatli kukun liyofil quritishda olinadi (betalainlarning 92–95 %, S vitaminining 80–85 % saqlanishi), vakuum quritish iqtisodiy jihatdan maqbul muqobil hisoblanadi (betalainlarning 78–85 % saqlanishi). Kabinet quritishda esa betalainlarning 40–50 % gacha yo‘qotilishi kuzatiladi. Texnologik jarayonni optimallashtirish (blanchirlash, dilim qalinligi 3–4 mm, bosqichma-bosqich harorat rejimi, inert gazli qadoqlash) orqali rang barqarorligi va biofaollikni sezilarli darajada oshirish mumkinligi isbotlandi. Maqola ilmiy tadqiqotlar va laboratoriya tajribalariga asoslangan holda qizil lavlagi kukuni ishlab chiqarishning eng samarali usullarini tavsiya etadi.

Kalit so‘zlar: qizil lavlagi kukuni, Beta vulgaris L., quritish texnologiyasi, liyofil quritish, vakuum quritish, kabinet quritish, betalainlar, betanin, fenolik birikmalar, antioksidant faollik, tabiiy oziq-ovqat rangi, funksional oziq-ovqat, blanchirlash, rehidratsiya, rang barqarorligi

Qizil lavlagi (Beta vulgaris L.), Chenopodiaceae oilasiga mansub ikki yillik o'simlik bo'lib, uning ildiz mevasi yuqori biologik qiymatga ega: u betalain pigmentlari (betatsianinlar va betaksantinlar), fenolik birikmalar (polifenollar, flavonoidlar), vitaminlar (S, B guruhidagi, folat), minerallar (temir, kaliy, magniy), nitratlar va antioksidant moddalar bilan boy. Jahon bo'ylab yetishtiriladigan bu o'simlikning yangi holatida namlik darajasi 85-90% ni tashkil etadi, bu esa mikroorganizmlar faollashishi va tez buzilishiga olib keladi. Shuning uchun qizil lavlagini quritish va kukun holatiga keltirish texnologiyasi oziq-ovqat sanoatida muhim ahamiyatga ega: u mahsulotni uzoq muddat (6-12 oy) saqlashga imkon beradi, transport va ishlatishni osonlashtiradi, shuningdek, biofaol komponentlarni konsentratsiyalaydi. Kukun shaklida lavlagi tabiiy rang beruvchi (E162), funksional qo'shimcha, superfood, kosmetika va farmatsevtika mahsulotlarida qo'llaniladi. Quritish jarayonida kimyoviy tarkibdagi o'zgarishlar asosan namlik yo'qotilishiga bog'liq bo'lib, quruq modda miqdori ortadi, ammo issiqlik, kislorod va fermentativ reaktsiyalar ta'sirida ba'zi moddalar (betalainlar, S vitamini) parchalanishi mumkin. Ilmiy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, quritish usuli tanlovi (kabinet, vakuum, liyofil, mikroto'lqinli, infrakizil va boshqalar) mahsulot sifati, rang barqarorligi va ozuqaviy qiymatini belgilaydi.

Texnologik jarayon quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi: xom ashyoni tanlash va tayyorlash, dilimlash, blanchirlash (ixtiyoriy), quritish, maydalash va qadoqlash. Xom ashyo tanlashda lavlagilarning diametri 5-10 sm, rangi quyuq qizil, shikastlanmagan va kasalliksiz bo'lishi kerak. Yuvish bosqichida mexanik va suv bilan tozalash amalga oshiriladi, bu esa tuproq va pestitsid qoldiqlarini olib tashlaydi. Dilimlashda qalinligi 2-5 mm bo'lgan bo'laklar hosil qilinadi: ingichka dilimlar quritish vaqtini 20-30% qisqartiradi, ammo shikastlanish hujayralarda polifenoloksidaza fermentini faollashtirib, rangni jigarranglashtirishi mumkin. Blanchirlash (issiqlik bilan ishlov berish) bu muammoni hal qiladi: lavlagi bo'laklari 90-95°C da 2-4 daqiqa issiq suvda yoki bug'da ushlab turiladi, bu fermentlarni

inaktiv qiladi, rangni saqlaydi va mikroorganizmlarni kamaytiradi, lekin S vitaminini 15-30% va betalainlarni 5-10% yo'qotishi mumkin. Blanchirlashdan keyin sovutish va sirt namligini olib tashlash zarur, aks holda quritishda yopishqoqlik paydo bo'ladi.

Quritish usullari orasida kabinet (konvektiv) quritish eng oddiy va arzon: lavlagi bo'laklari 50-70°C da issiq havo oqimida 6-12 soat quritiladi, namlik 3-5% gacha kamayadi. Bu usulda energiya sarfi yuqori (1-2 kVt/soat/kg), ammo betalainlarning 30-50% va S vitaminining 80-90% yo'qotilishi kuzatiladi, chunki yuqori harorat va kislorod ta'sirida oksidlanish sodir bo'ladi. Vakuum quritishda harorat 40-60°C, bosim 10-50 kPa ostida quritiladi, bu kislorod miqdorini kamaytirib, biofaol moddalarni 70-85% saqlaydi va rangni yaxshiroq saqlaydi, ammo quritish vaqti 4-8 soat va uskunalar qimmat. Liyofil (muzlatib quritish) eng yuqori sifatli usul: lavlagi -30- -40°C da muzlatiladi, keyin vakuumda sublimatsiya orqali namlik chiqariladi (namlik 1-2% gacha), betalainlarning 90-95%, S vitaminining 80-85% saqlanib qoladi, lekin jarayon 24-48 soat davom etadi va energiya sarfi 3-5 baravar yuqori. Mikroto'lqinli quritish (MD) va mikroto'lqinli vakuum quritish (MVD) tezlik jihatidan afzal: 300-900 Vt quvvatda 1-2 soatda quritiladi, ammo haroratni nazorat qilmasa, issiq nuqtalar hosil bo'lib, sifat pasayadi. Infrakizil quritishda to'lqin uzunligi 2-6 mkm bo'lgan nurlanish ishlatiladi, bu sirtni tez qizdirib, quritish vaqtini 50% qisqartiradi va betalainlarni yaxshiroq saqlaydi. Ko'pikali quritish (foam-mat drying) da lavlagi pyuresi ko'pik hosil qiluvchi moddalar (gum arabik, maltodekstrin) bilan aralashtiriladi va 50-80°C da quritiladi, bu rehidratsiyani oshiradi.

Quritilgan mahsulot 40-60°C gacha sovutiladi va maydalash mashinalarida (bolg'a yoki diskli) 100-300 mikron gacha kukun holatiga keltiriladi. Maydalashda chang hosil bo'lishini oldini olish uchun namlikni nazorat qilish zarur. Qadoqlashda vakuumli yoki inert gazli (azot) qoplarda saqlanadi, bu oksidlanishni oldini oladi va saqlash muddatini 12-18 oyga uzaytiradi. Sifat nazorati AOAC standartlari bo'yicha

o'tkaziladi: namlik - gravimetrik usul, oqsil - Kjeldahl, yog' - Soxhlet, uglevodlar - farq usuli, tola - fermentativ, betalainlar va fenollar - spektrofotometriya (betalainlar uchun 538 nm va 476 nm to'lqin uzunligida), antioksidant faollik - DPPH yoki ABTS usuli.

Quritish jarayonida kimyoviy tarkibdagi o'zgarishlar quyidagi jadvalda batafsil ko'rsatilgan (o'rtacha qiymatlar, nam asosda, % yoki mg/100 g; ma'lumotlar turli tadqiqotlardan olingan va quritish usullariga qarab farq qiladi). Jadval yangi lavlagi va turli quritish usullaridagi kukunni solishtiradi, shuningdek, o'zgarish foizlarini hisoblab ko'rsatadi. Namlik kamayishi (95-98%) tufayli qolgan komponentlar 7-10 baravar konsentratsiyalanadi, ammo termolabil moddalar yo'qotiladi.

Komponent	**Yangi lavlagi**	**Kabinet quritish (60-70°C)**	**Vakuum quritish (50-60°C)**	**Liyofil quritish (-40°C)**	**Mikroto'lqinli quritish (MD)**	**Kabinetga nisbatan o'zgarish (%)**	**Vakuumga nisbatan o'zgarish (%)**	**Liyofilga nisbatan o'zgarish (%)**	**MD ga nisbatan o'zgarish (%)**
Namlik (%)	87.5 ± 1.2	3.2 ± 0.6	2.8 ± 0.5	1.9 ± 0.4	4.1 ± 0.7	-96.3	-96.8	-97.8	-95.3
Quruq modda (%)	12.5 ± 1.0	96.8 ± 0.6	97.2 ± 0.5	98.1 ± 0.4	95.9 ± 0.7	+674	+678	+685	+667
Oqsil (N × 6.25, %)	1.6 ± 0.1	14.5 ± 0.4	15.2 ± 0.3	15.8 ± 0.3	14.1 ± 0.5	+806	+850	+888	+781
Yog' (%)	0.2 ± 0.05	0.7 ± 0.1	0.9 ± 0.1	1.0 ± 0.1	0.6 ± 0.1	+250	+350	+400	+200
Umumiy uglevodlar (%)	9.0 ± 0.5	78.0 ± 2.0	77.5 ± 1.8	79.2 ± 1.5	76.8 ± 2.2	+767	+761	+780	+753
Qandlar (glyukoza + fruktoza + saxaroza, %)	7.2 ± 0.4	63.5 ± 1.5	64.2 ± 1.3	65.8 ± 1.2	62.1 ± 1.7	+782	+792	+814	+763

Xom tola (%)	2.4 ± 0.2	19.2 ± 0.8	19.8 ± 0.7	20.5 ± 0.6	18.7 ± 0.9	+700	+725	+754	+679
Kul (%)	1.1 ± 0.1	9.2 ± 0.5	9.6 ± 0.4	9.9 ± 0.4	8.9 ± 0.6	+736	+773	+800	+709
Umumiy fenolik birikmalar (mg GAE/100 g)	180 ± 15	1250 ± 70	1400 ± 80	1550 ± 90	1150 ± 65	+594	+678	+761	+539
Umumiy betalainlar (mg/100 g)	130 ± 10	850 ± 50	1050 ± 60	1200 ± 70	750 ± 45	+554	+708	+823	+477
Betatsianinlar (betanin, mg/100 g)	85 ± 7	480 ± 35	620 ± 40	750 ± 45	420 ± 30	+465	+629	+782	+394
Betaksantinlar (vulgaksantin, mg/100 g)	45 ± 5	370 ± 25	430 ± 30	450 ± 35	330 ± 20	+722	+856	+900	+633
Nitratlar (mg/kg)	2200 ± 200	18500 ± 1000	19500 ± 1100	20000 ± 1200	18000 ± 950	+741	+786	+809	+718
S vitamini (mg/100 g)	15 ± 1.5	2.5 ± 0.5	5.0 ± 0.8	12.0 ± 1.0	3.0 ± 0.6	-83	-67	-20	-80
Antioksidant faollik (DPPH, % inhibisyon)	65 ± 5	85 ± 4	90 ± 3	95 ± 2	82 ± 5	+31	+38	+46	+26

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, namlik kamayishi barcha quruq komponentlarni konsentratsiyalaydi: masalan, oqsil 800-900% ortadi, chunki u issiqlikka chidamli. Fenollar va betalainlar liyofil quritishda eng yaxshi saqlanadi (yo'qotish 5-10%), chunki muzlatish oksidlanishni oldini oladi; kabinet quritishda esa betatsianinlar 40-50% parchalanishi mumkin, chunki ularning yarim yemirilish harorati 55-60°C.

Betaksantinlar betatsianinlarga nisbatan chidamliroq. Nitratlar deyarli yo'qotilmaydi va konsentratsiyalanadi, bu qon bosimini pasaytirish uchun foydali. S vitamini eng sezgir: liyofilda 80% saqlansa, kabinetda atigi 10-15%. Antioksidant faollik ortadi, chunki fenollar konsentratsiyalanadi, ammo ba'zi usullarda (MD) issiq nuqtalar tufayli pasayishi mumkin. Rehidratsiya (suv qaytarish) ko'rsatkichi liyofil kukunda eng yuqori (5-6 baravar), chunki hujayra strukturasini saqlaydi; kabinetda esa 2-3 baravar, chunki quritishda hujayralar qisqaradi.

Quritilgan kukun rangi (Lab koordinatalari) ham o'zgaradi: yangi lavlagida a (qizillik) 25-30, quritishda 15-25 gacha pasayadi, chunki betalainlar parchalanadi. Optimal shartlar: blanchirlash + vakuum quritish (50°C, 4 soat) – betalainlarni 80% saqlaydi va iqtisodiy samarali. Kelgusida nanotexnologiyalar (nanoinkapsulatsiya) va qo'shimcha himoya moddalar (askorbin kislotasi, gum arabik) ishlatish yo'qotishlarni minimallashtiradi. Natijada, qizil lavlagi kukuni yuqori ozuqaviy qiymatga ega funksional mahsulot bo'lib, qon bosimini pasaytirish, antioksidant himoya, saraton va diabet oldini olishda foydali, ammo kunlik doza 5-10 g dan oshmasligi kerak, chunki yuqori nitratlar ba'zida salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ravichandran K. et al. Impact of processing of red beet on betalain content and antioxidant activity // Food Research International. – 2013. – Vol. 50. – P. 670–675.
2. Nistor O.V. et al. A comprehensive review on beetroot: technological properties of beetroot powder production // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2022. – Vol. 62, № 11. – P. 3045–3060.
3. Figiel A. Drying kinetics and quality of beetroots dehydrated by combination of convective and vacuum-microwave methods // Journal of Food Engineering. – 2010. – Vol. 98. – P. 461–470.

4. Kushwaha R. et al. Effect of different drying techniques on physicochemical and functional properties of beetroot powder // Journal of Food Processing and Preservation. – 2021. – Vol. 45, e15428.
5. Guldiken B. et al. Effect of air and freeze drying on phytochemical content of red and yellow beetroot // LWT – Food Science and Technology. – 2019. – Vol. 110. – P. 20–27.