UO'K: 543.544.5.068.7:577.164:635.55

RUKKOLA (ERUCA SATIVA L.) O'SIMLIGIDA SUVDA ERIYDIGAN VITAMINLAR TARKIBINI YUQORI SAMARALI SUYUQLIK XROMATOGRAFIYASI (HPLC-DAD) USULIDA ANIQLASH

Amanova Oyjamol Zikir qizi
Toshkent kimyo texnologiya instituti tayanch doktaranti
Barakayev Nusratilla Rajabovich
Olmaliq davlat texnika instituti Professor

Annotatsiya. Maqolada rukkola (Eruca sativa L.) o'simligi namunasidagi suvda eriydigan vitaminlar (S, B2, B6, B9) tarkibi yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi, diodli-matritsali detektor (HPLC-DAD) yordamida, uchta to'lqin uzunligida (265, 254 va 285 nm) o'rganildi. Xromatogrammalarda chiqish vaqtlari (Rt) standart moddalarga muvofiq keluvchi piklar vitamin C (Rt≈2,24 min), B6 (Rt≈2,44–2,46 min), B9 (Rt≈8,90 min) va B2 (Rt≈12,25 min) sifatida identifikatsiya qilindi. Pik yuzalarining nisbiy ulushi bo'yicha eng katta signal 254 nm to'lqin uzunligida B2 uchun qayd etildi (46,26 %). Kalibrlash tizimidagi cheklovlar sababli natijalar nisbiy pik yuzasi (%) ko'rinishida taqdim etilib, ular rukkoladagi vitaminlarning boshlang'ich (skrining) profilini tavsiflaydi.

Kalit so'zlar: rukkola, Eruca sativa, suvda eriydigan vitaminlar, vitamin C, riboflavin (B2), piridoksin (B6), folat (B9), HPLC-DAD.

Аннотация. В статье изучен состав водорастворимых витаминов (C, B2, B6, B9) в образце руккулы (Eruca sativa L.) методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с диодно-матричным детектором (ВЭЖХ-ДАД) при трёх длинах волн (265, 254 и 285 нм). По временам удерживания пики идентифицированы как витамин C (Rt≈2,24 мин), B6 (Rt≈2,44–2,46 мин), B9 (Rt≈8,90 мин) и B2 (Rt≈12,25 мин). Наибольшая относительная доля площади пика зафиксирована для B2 при 254 нм (46,26 %). Из-за ограничений калибровочной системы результаты представлены в виде относительной площади пиков (%), характеризующей предварительный (скрининговый) витаминный профиль руккулы.

Ключевые слова: руккула, Eruca sativa, водорастворимые витамины, витамин C, рибофлавин (B2), пиридоксин (B6), фолат (B9), ВЭЖХ-ДАД.

Abstract. This article studies the composition of water-soluble vitamins (C, B2, B6, B9) in a sample of rocket (Eruca sativa L.) by high-performance liquid chromatography with a diode-array detector (HPLC-DAD) at three wavelengths (265, 254 and 285 nm). Based on retention times, peaks were identified as vitamin C (Rt≈2.24 min), B6 (Rt≈2.44–2.46 min), B9 (Rt≈8.90 min) and B2 (Rt≈12.25 min). The largest relative peak-area share was recorded for B2 at 254 nm (46.26%). Due to limitations of the calibration system, the results are

presented as relative peak area (%), reflecting a preliminary (screening) vitamin profile of rocket.
Keywords: rocket, Eruca sativa, water-soluble vitamins, vitamin C, riboflavin (B2), pyridoxine (B6), folate (B9), HPLC-DAD.

KIRISH.

Rukkola (Eruca sativa L.) o'zining o'ziga xos ta'mi, past kaloriyaligi va biologik faol moddalarga boyligi bilan ajralib turadigan, keng tarqalgan yaproqli sabzavot ekinlaridan biridir. Adabiyot ma'lumotlariga ko'ra, Brassicaceae oilasi vakillari orasida rukkola vitamin C miqdori bo'yicha yetakchi o'rinlardan birini egallaydi, shuningdek tarkibida guruh B vitaminlari (riboflavin, piridoksin, folat va boshqalar) ham mavjud [1, 2].

So'nggi o'n yilliklarda sog'lom ovqatlanish tamoyillarining kengayishi, funksional oziq-ovqat mahsulotlariga bo'lgan talabning ortishi hamda o'simlik kelib chiqishi bo'yicha bioaktiv moddalarga qiziqishning kuchayishi rukkola kabi yashil-bargli ekinlarni ilmiy jihatdan chuqur o'rganishni dolzarb masalaga aylantirdi. Jahon Sog'liqni Saqlash Tashkiloti tavsiyalariga ko'ra, kunlik ratsionda sabzavot va ko'katlarning ulushini oshirish yurak-qon tomir kasalliklari, ayrim onkologik kasalliklar hamda moddalar almashinuvi buzilishlarining oldini olishda muhim omil hisoblanadi. Bunday sharoitda rukkola singari past kaloriyali, ammo vitaminlarga boy ekinlarning kimyoviy tarkibini instrumental usullar bilan aniq baholash nafari amaliy, nafari ilmiy ahamiyat kasb etadi.

Suvda eriydigan vitaminlar (C, B1, B2, B6, B9, PP va boshqalar) inson organizmida moddalar almashinuvi, immun tizim faoliyati va antioksidant himoya jarayonlarida muhim rol o'ynaydi. Ularning o'simlik xom ashyosidagi miqdori ekish, o'sish va saqlash sharoitlariga bog'liq holda sezilarli darajada o'zgarishi mumkin, shu sababli har bir aniq namunani instrumental usullar yordamida tahlil qilish dolzarb ilmiy-amaliy ahamiyatga ega [3, 4].

Xususan, vitamin C (askorbin kislota) kuchli antioksidant sifatida erkin radikallarni neytrallashda, kollagen sintezida va temir so'rilishini yaxshilashda ishtirok etadi. Riboflavin (B2) hujayra energetikasi — flavinadenindinukleotid (FAD) va flavinmononukleotid (FMN) koferменtlari tarkibida oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida qatnashadi. Piridoksin (B6) aminokislotalar almashinuvi va neyrotransmitterlar sintezida, folat (B9) esa nuklein kislotalar biosintezi va gemopoez jarayonlarida asosiy rol o'ynaydi. Ushbu vitaminlarning yetishmovchiligi keng tarqalgan bo'lib, ayniqsa o'sib kelayotgan bolalar, homilador ayollar hamda cheklangan ratsionga ega aholi guruhlarida klinik ahamiyatga ega. Shu sababli, kundalik iste'mol qilinadigan yashil ko'katlarning haqiqiy vitamin

ISSN 3030-3907

profilini bilish ratsionni to'g'ri rejalashtirish uchun zarur ma'lumot bazasini yaratadi.

Suvda eriydigan vitaminlarni aniqlashning zamonaviy va tan olingan usullaridan biri diodli-matritsali detektor (DAD) bilan jihozlangan yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC-DAD) bo'lib, u bir vaqtning o'zida bir nechta to'lqin uzunligida spektral ma'lumot olish, shu orqali moddalarni ishonchli identifikatsiya qilish imkonini beradi [5]. An'anaviy spektrofotometrik va titrimetrik usullardan farqli o'laroq, HPLC-DAD tizimi murakkab matritsali namunalarda alohida komponentlarni bir-biridan ajratib, har birining o'ziga xos UB-spektrini qayd etish imkonini beradi, bu esa noto'g'ri identifikatsiya xavfini sezilarli darajada kamaytiradi.

Vitaminlarni suyuqlik xromatografiyasi yordamida aniqlashning metodologik asoslari Верниковская (2011) hamda Сагарадзе va hammualliflari (2017) tadqiqotlarida keng yoritilgan bo'lib, ularda dorivor o'simliklar va gullar tarkibidagi fenol birikmalari va flavonoidlarni HPLC yordamida aniqlashning gradientli eluirlash rejimlari, kolonka tanlash mezonlari hamda spektrofotometrik detektsiyalash parametrlari batafsil tavsiflangan [5, 6]. Ushbu ishlarda keltirilgan gradient dasturlari va detektsiya to'lqin uzunliklari mazkur tadqiqotda qo'llanilgan metodikani ishlab chiqishda asos sifatida xizmat qildi.

Rossiya Federatsiyasi Davlat farmakopeyasining XIV nashrida (ОФС.1.2.3.0017.15) vitaminlarni miqdoriy aniqlash usullari rasmiy standart sifatida keltirilgan bo'lib, unda HPLC usulining farmakopeya talablariga muvofiqligi va validatsiya mezonlari belgilangan [7]. Bu me'yoriy hujjat kelgusi tadqiqotlarda kalibrlash tizimini validatsiya qilish uchun asosiy yo'riqnoma bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Boshqa yashil-bargli sabzavotlar (ismaloq, salat, petrushka, ukrop) bilan solishtirganda, rukkola vitamin C miqdori bo'yicha o'rtacha yoki yuqori ko'rsatkichlarga ega ekanligi bir qator qiyosiy tadqiqotlarda qayd etilgan [8, 9, 10]. Quyidagi 4-jadvalda adabiyotlardan olingan taqqoslama ma'lumotlar keltirilgan, ular rukkolaning boshqa keng tarqalgan ko'katlar orasidagi o'rnini ko'rsatadi.

4-jadval.

Turli yashil-bargli ekinlardagi vitamin C miqdorining adabiyot ma'lumotlari bo'yicha taqqoslanishi

O'simlik turi	Vitamin C miqdori (mg/100 g)	Manba
Rukkola (Eruca sativa)	15 – 110	[1, 2, 8]

ISSN 3030-3907

O'simlik turi	Vitamin C miqdori (mg/100 g)	Manba
Ismaloq (Spinacia oleracea)	28 – 45	[9]
Salat (Lactuca sativa)	4 – 15	[9]
Petrushka (Petroselinum crispum)	130 – 190	[10]
Ukrop (Anethum graveolens)	85 – 100	[10]

Keltirilgan adabiyot ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, vitamin C miqdori bir turkum ichida ham keng diapazonda o'zgarishi mumkin, bu esa navga, o'sish fazasiga, iqlim sharoitlariga va tahlil usuliga bog'liq. Shu sababli, mazkur tadqiqotda olingan nisbiy natijalarni mutlaq son sifatida emas, balki muayyan namuna va sharoitlarga xos skrining ko'rsatkichi sifatida talqin qilish maqsadga muvofiqdir.

Rukkola (Eruca sativa L.) o'simligi namunasida suvda eriydigan vitaminlar (vitamin C, B2, B6, B9) tarkibini HPLC-DAD usulida uchta to'lqin uzunligida (265, 254, 285 nm) aniqlash va olingan xromatografik natijalarni tahlil qilishdan iborat.

Ushbu maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi: birinchidan, rukkola namunasini ekstraksiya qilish va HPLC tizimiga in'yeksiya qilish uchun tayyorlashning optimal sharoitlarini qo'llash; ikkinchidan, gradientli eluirlash rejimida xromatografik ajratishni amalga oshirish; uchinchidan, olingan piklarni chiqish vaqtlari (Rt) bo'yicha standart moddalar bilan solishtirib identifikatsiya qilish; to'rtinchidan, uchta to'lqin uzunligidagi natijalarni o'zaro taqqoslash va ularning fizik-kimyoviy asoslarini izohlash; beshinchidan, olingan natijalarni mavjud adabiyot ma'lumotlari bilan solishtirib, rukkolaning vitaminlarga boyligi to'g'risida ilmiy asoslangan xulosalar chiqarish.

Rukkola (Eruca sativa L.) o'simligining quritilgan vegetativ organlaridan tayyorlangan namuna xizmat qildi. Namuna 0,1–1,5 mm o'lchamgacha maydalanib, aniq tortilgan (taxminan 1,0 g) namuna 70 % li etanolda, 50–60 °C haroratda, qaytar sovutgichli kolbada intensiv aralashtirib turilgan holda 2 soat davomida ekstraksiya qilindi. So'ngra eritma ultratovush hammomida 35 °C haroratda 10 daqiqalik intervallar bilan ikki marta, har birida 15 daqiqadan ishlov berildi. Ekstrakt xona haroratigacha sovutilib, avval kulsizlangan qog'oz filtr ("ko'k

ISSN 3030-3907

lenta") orqali, so'ngra 0,2 mkm membranali filtr orqali filtrlandi va tegishli suyultirish bilan HPLC tizimiga in'yeksiya qilindi.

Ekstraksiya jarayonida etanol konsentratsiyasi va harorat rejimining tanlanishi maqsadga muvofiq bo'lib, bu parametrlar suvda eriydigan vitaminlarning termik beqarorligini (ayniqsa askorbin kislota va folat uchun) hisobga olgan holda belgilandi. Yuqori haroratda uzoq muddat ishlov berish vitamin C ning oksidlanishiga olib kelishi mumkinligi sababli, ekstraksiya vaqti va harorati optimal nisbatda tanlandi. Ultratovushli ishlov berish hujayra devorlarining buzilishini tezlashtirib, biriktiruvchi matritsadan vitaminlarning to'liqroq ajralib chiqishini ta'minlaydi, bu esa analiz natijalarining takrorlanuvchanligini oshiradi.

Xromatografik tahlil Agilent Technologies 1260 xromatografida, diodli-matritsali detektor (DAD) yordamida, gradientli eluirlash rejimida amalga oshirildi. Harakatlanuvchi faza atsetonitril va bufer eritma (pH=2,92) bo'lib, quyidagi gradient dasturi bo'yicha berildi: 0–6 min (4 % : 96 %), 6–9 min (10 % : 90 %), 9–15 min (20 % : 80 %), 15–20 min (4 % : 96 %). In'yeksiya hajmi 10 mkl, harakatlanuvchi faza tezligi 0,75 ml/min, kolonka Eclipse XDB-C18 (5,0 mkm, 4,6×250 mm). Qayd etish uchta to'lqin uzunligida olib borildi: 265, 254 va 285 nm [6].

Kolonka harorati 25 °C darajasida termostatlangan holda saqlandi, bu esa retensiya vaqtlarining barqarorligini ta'minladi. Bufer eritmaning pH qiymati (2,92) fosfat kislotasi yordamida sozlandi, chunki nordon muhit askorbin kislota va boshqa polyar vitaminlarning C18 kolonkadagi tutilishini yaxshilaydi hamda pik shaklining simmetrikligini oshiradi. Gradientli eluirlash rejimi tanlanishining sababi namunada polyarligi turlicha bo'lgan bir nechta modda sinfini (vitaminlar, fenol birikmalar) bitta xromatografik yugurishda ajratish zaruriyatidir.

Piklar chiqish vaqtlari (Rt) va spektral xususiyatlari standart moddalar (vitamin C, B2, B6, B9) ma'lumotlariga muvofiq identifikatsiya qilindi. Tizimda ba'zi moddalar (jumladan vitamin C, B6) uchun kalibrlash egri chizig'i amaldagi sharoitda yetarli ishonchlilikka ega bo'lmaganligi va bir qator piklar kalibrlangan moddalar ro'yxatiga to'g'ri kelmaganligi sababli ("Invalid calibration curve", "Calibrated compound(s) not found" ogohlantirishlari), natijalar har bir signal (to'lqin uzunligi) bo'yicha alohida, umumiy pik yuzasiga nisbatan foiz ulushi ("Area %") shaklida keltirildi.

Har bir namuna uchun tahlil uch marta takrorlandi va o'rtacha qiymatlar hisoblandi, natijalarning tarqalishi standart og'ish ko'rsatkichi bilan baholandi. Xromatogrammalarni qayta ishlash va pik yuzalarini integrallash Agilent OpenLAB CDS dasturiy ta'minoti yordamida amalga oshirildi. Bazaviy chiziq (baseline) avtomatik rejimda korrektsiya qilinib, past intensivlikdagi piklarning noto'g'ri baholanishi oldi olindi.

ISSN 3030-3907

Rukkola namunasining HPLC-DAD xromatogrammalarida uchala signal (265, 254 va 285 nm) bo'yicha bir qator piklar qayd etildi, ulardan chiqish vaqti standart vitaminlarnikiga mos kelganlari quyida keltirilgan.

265 nm to'lqin uzunligida (1-jadval) olingan xromatogrammada eng katta ulushni B2 pikiga tegishli signal (Rt=12,250 min, 39,11 %) tashkil etdi, undan keyin identifikatsiya qilinmagan Rt=14,349 min pik (28,19 %) va B6 pikiga mos Rt=2,440 min (9,20 %) joylashdi.

1-jadval.

265 nm to'lqin uzunligidagi (DAD-A signali) xromatografik natijalar

№	Rt (min)	Aniqlangan modda	Pik yuzasi (mAU·s)	Ulushi (%)
1	2,440	B6 (piridoksin)	26,593	9,20
2	2,921	identifikatsiya qilinmagan	11,988	4,15
3	3,535	identifikatsiya qilinmagan	10,102	3,49
4	5,555	identifikatsiya qilinmagan	14,437	4,99
5	7,640	identifikatsiya qilinmagan	13,409	4,64
6	8,901	ehtimoliy B9 (folat)*	18,043	6,24
7	12,250	B2 (riboflavin)	113,092	39,11
8	14,349	identifikatsiya qilinmagan	81,524	28,19

254 nm to'lqin uzunligida (2-jadval) B2 piki yana eng katta ulushni (Rt=12,252 min, 46,26 %) tashkil etib, bu to'lqin uzunligi riboflavin uchun eng xarakterli spektral maksimumlardan biriga to'g'ri kelishini tasdiqlaydi. Vitamin C ga mos pik (Rt=2,235 min) 4,37 % ulushni tashkil etdi.

2-jadval.

254 nm to'lqin uzunligidagi (DAD-B signali) xromatografik natijalar

№	Rt (min)	Aniqlangan modda	Pik yuzasi (mAU·s)	Ulushi (%)
1	2,235	Vitamin C (askorbin kislota)	9,424	4,37
2	2,927	identifikatsiya qilinmagan	20,011	9,29
3	5,540	identifikatsiya qilinmagan	13,097	6,08
4	7,501	identifikatsiya qilinmagan	23,808	11,05
5	12,252	B2 (riboflavin)	99,701	46,26
6	14,346	identifikatsiya qilinmagan	49,479	22,96

ISSN 3030-3907

285 nm to'lqin uzunligida (3-jadval) B6 (Rt=2,464 min, 9,02 %) va B9/folatga mos pik (Rt=8,905 min, 2,64 %) qayd etildi, biroq ushbu signalda umumiy pik yuzasining katta qismini (jami 83,13 %) identifikatsiya qilinmagan, ehtimol boshqa fenol tabiatli birikmalarga (flavonoidlar, fenolkislotalar) tegishli bo'lgan Rt=12,346 va 14,353 min piklari tashkil etdi.

3-jadval.

285 nm to'lqin uzunligidagi (DAD-C signali) xromatografik natijalar

№	Rt (min)	Aniqlangan modda	Pik yuzasi (mAU·s)	Ulushi (%)
1	2,464	B6 (piridoksin)	27,593	9,02
2	2,929	identifikatsiya qilinmagan	5,829	1,91
3	5,792	identifikatsiya qilinmagan	10,124	3,31
4	8,905	B9 (folat)	8,063	2,64
5	12,346	identifikatsiya qilinmagan	133,163	43,54
6	14,353	identifikatsiya qilinmagan	121,097	39,59

Olingan natijalar rukkola tarkibida B2 (riboflavin) nisbatan yuqori ulushga ega ekanligini, shuningdek vitamin C, B6 va B9 ning ham xromatografik jihatdan aniqlanishini ko'rsatadi. Bu adabiyotda keltirilgan ma'lumotlar bilan umumiy tendensiyada mos keladi, unga ko'ra Brassicaceae oilasi o'simliklari, jumladan rukkola, boshqa ko'katlarga nisbatan vitamin C miqdori bo'yicha yuqori ko'rsatkichlarga ega [1, 2, 7].

Uch to'lqin uzunligidagi natijalarni o'zaro solishtirish shuni ko'rsatadiki, B2 (riboflavin) piki barcha uchta signalda ham eng barqaror va yuqori intensivlikka ega bo'lib qoldi, bu uning tarkibiy jihatdan yuqori miqdorda mavjudligidan hamda uning UB-spektral xususiyatlarining barcha tanlangan to'lqin uzunliklarida yaxshi namoyon bo'lishidan dalolat beradi. Aksincha, vitamin C pikining ulushi 265 nm da qayd etilmagan, faqat 254 nm da aniqlangan bo'lib, bu askorbin kislotaning spektral maksimumi 254 nm atrofida joylashganligi bilan izohlanadi. B6 (piridoksin) uchun eng yuqori ulush 265 va 285 nm to'lqin uzunliklarida qayd etilgan, bu uning UB-spektridagi ikkilamchi maksimumlar bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

Alohida e'tiborga molik jihat barcha uchta xromatogrammada ham sezilarli miqdorda identifikatsiya qilinmagan piklar (masalan, Rt≈12,3–14,4 min oralig'ida) mavjudligidir. Ularning ulushi 265 nm da 28,19 %, 254 nm da 22,96 %, 285 nm da esa jami 83,13 % gacha yetdi. Ushbu piklarning yuqori nisbiy ulushi, ayniqsa 285 nm signalida, ularning tabiati flavonoidlar yoki boshqa fenol kislotalarga tegishli

ISSN 3030-3907

bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi, chunki aynan shu to'lqin uzunligi fenol birikmalar uchun xarakterlidir. Bu holat rukkola tarkibida vitaminlardan tashqari boshqa bioaktiv moddalar, jumladan kversetin, kaempferol kabi flavonoid glikozidlarning ham mavjudligi haqidagi adabiyot ma'lumotlari bilan uyg'unlashadi [4, 5].

Shu bilan birga, bir qator piklarning aniq identifikatsiya qilinmagani ("identifikatsiya qilinmagan" deb belgilangan) hamda kalibrlash tizimidagi cheklovlar natijalarning miqdoriy (mg/100 g) emas, balki nisbiy-sifat (skrining) xarakterga ega ekanligini ko'rsatadi. Aniq konsentratsiyalarni olish uchun har bir vitamin uchun alohida, tegishli standart eritmalar asosida validatsiya qilingan kalibrlash egri chiziqlarini qurish talab etiladi.

Olingan natijalarni adabiyotda keltirilgan boshqa Brassicaceae vakillari (masalan, karam, turp, xantal) bo'yicha ma'lumotlar bilan qiyoslaganda, rukkolaning riboflavin bo'yicha nisbatan yuqori ko'rsatkichi alohida ajralib turadi. Bu, ehtimol, o'simlikning yashil bargli qismida xlorofill biosintezi bilan bog'liq metabolik jarayonlarning intensivligi bilan bog'liq bo'lishi mumkin, chunki riboflavin fotosintez apparatidagi elektron tashish zanjirida ham ishtirok etadi. Biroq bu farazni tasdiqlash uchun qo'shimcha biokimyoviy tadqiqotlar zarur.

Olingan natijalar rukkolani funksional oziq-ovqat xom ashyosi sifatida qo'llashning ilmiy asoslarini kengaytiradi. Xususan, riboflavin va askorbin kislotaga boy bo'lgan ushbu ko'katni kundalik ratsionga kiritish, ayniqsa vitamin yetishmovchiligi xavfi yuqori bo'lgan aholi guruhlari (bolalar, homilador va emizikli ayollar, keksa yoshdagi shaxslar) uchun tavsiya etilishi mumkin.

Shuningdek, tadqiqot natijalari oziq-ovqat sanoati va farmatsevtika sohalarida rukkola asosida funksional mahsulotlar (quruq ekstraktlar, biologik faol qo'shimchalar, vitaminlashtirilgan mahsulotlar) ishlab chiqish uchun dastlabki ma'lumot bazasi sifatida xizmat qilishi mumkin. Ayniqsa, riboflavinning yuqori nisbiy ulushi rukkola ekstraktlarini B2 vitamini manbai sifatida qo'shimcha tekshirishga asos bo'ladi.

Amaliy nuqtai nazardan quyidagi tavsiyalar berish mumkin: birinchidan, har bir vitamin uchun alohida validatsiya qilingan kalibrlash egri chizig'ini qurish orqali miqdoriy (mg/100 g) ko'rsatkichlarni aniqlash; ikkinchidan, turli agrotexnik sharoitlarda (sug'orish rejimi, o'g'itlash, yorug'lik intensivligi) o'stirilgan rukkola namunalarini qiyosiy tahlil qilish; uchinchidan, hosildan keyingi saqlash muddati va haroratining vitamin barqarorligiga ta'sirini o'rganish; to'rtinchidan, identifikatsiya qilinmagan piklarni LC-MS usuli yordamida aniqlashtirish, bu esa rukkola tarkibidagi boshqa bioaktiv birikmalar (flavonoidlar, fenol kislotalar) to'g'risida to'liqroq tasavvur beradi.

XULOSA.

ISSN 3030-3907

O'tkazilgan tadqiqot natijasida rukkola (Eruca sativa L.) o'simligi namunasida HPLC-DAD usuli, uchta to'lqin uzunligi (265, 254, 285 nm) yordamida suvda eriydigan vitaminlar vitamin C, B2 (riboflavin), B6 (piridoksin) va B9 (folat) ga mos xromatografik piklar aniqlandi. Barcha signallar bo'yicha eng katta nisbiy ulush B2 pikiga tegishli bo'lib (254 nm da 46,26 % gacha), bu rukkolaning riboflavinga boy ekanligidan dalolat beradi.

Uch to'lqin uzunligidagi natijalarni qiyosiy tahlil qilish shuni ko'rsatdiki, har bir vitaminning identifikatsiyasi uchun o'ziga xos optimal to'lqin uzunligi mavjud: vitamin C uchun 254 nm, B6 uchun 265 va 285 nm, B9 uchun 285 nm, B2 uchun esa barcha uchta to'lqin uzunligi ham nisbatan yaxshi natija berdi. Bu holat kelgusi tadqiqotlarda har bir vitaminni alohida optimal shapoitda qayd etish strategiyasini ishlab chiqishga asos bo'lishi mumkin.

Olingan ma'lumotlar rukkolaning vitamin tarkibini dastlabki baholashda foydali bo'lib, uni ozuqaviy va funksional xom ashyo sifatida qo'llash istiqbollarini asoslashga xizmat qiladi. Shu bilan birga, bir qator piklarning identifikatsiya qilinmaganligi va kalibrlash tizimidagi cheklovlar natijalarning nisbiy-skrining xarakterga ega ekanligini ko'rsatadi, bu esa ularni yakuniy miqdoriy ma'lumot sifatida emas, balki keyingi chuqur tadqiqotlar uchun boshlang'ich nuqta sifatida talqin qilishni taqozo etadi.

Kelgusi tadqiqotlarda validatsiya qilingan kalibrlash tizimi asosida har bir vitaminning aniq miqdoriy (mg/100 g) ko'rsatkichlarini aniqlash, shuningdek namunalar sonini kengaytirish, turli agrotexnik va saqlash sharoitlarini qiyoslash, hamda identifikatsiya qilinmagan piklarni LC-MS usuli bilan aniqlashtirish tavsiya etiladi. Bunday kompleks yondashuv rukkolaning to'liq vitamin-fitokimyoviy profilini yaratish va uni ilmiy asoslangan tarzda funksional oziq-ovqat sanoatida qo'llash imkonini beradi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Nurzyńska-Wierdak R. Biological value of Eruca sativa Mill. leaves under the different plant nutrition by nitrogen and potassium // Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus. 2015. Vol. 14, № 5. P. 3–13.
2. Kim S.J., Ishii G. Effect of storage temperature and duration on glucosinolate, total vitamin C and nitrate contents in rocket salad (Eruca sativa Mill.) // Journal of the Japanese Society for Horticultural Science. 2007.
3. El-Nashar H. et al. The impact of plasma activated water treatment on the phenolic profile, vitamins content, antioxidant and enzymatic activities of rocket-salad leaves // Foods / PMC. 2023.
4. Pasini F., Verardo V., Caboni M.F., D'Antuono L.F. Determination of glucosinolates and phenolic compounds in rocket salad by HPLC-DAD-MS // Food Chemistry. 2012. Vol. 133, № 3. P. 1025–1033.

ISSN 3030-3907

5. Верниковская Н.А. Хроматографическое определение фенольных соединений флавоноидов в лекарственных растениях: дисс. канд. хим. наук. Краснодар: КубГУ, 2011. 187 с.
6. Сагарадзе В.А., Каленикова Е.Ю., Бабаева Е.Ю. Определение флавоноидов в цветках с листьями боярышника методом ВЭЖХ со спектрофотометрическим детектированием // Химико-фармацевтический журнал. 2017. Т. 51, № 4. С. 30–33.
7. Государственная фармакопея Российской Федерации, XIV издание. Методы количественного определения витаминов. ОФС.1.2.3.0017.15.
8. Bell L., Oruna-Concha M.J., Wagstaff C. Identification and quantification of glucosinolate and flavonol compounds in rocket salad (Eruca sativa, Eruca vesicaria and Diplotaxis tenuifolia) by LC-MS: highlighting the potential for improving nutritional value of rocket crops // Food Chemistry. 2015. Vol. 172. P. 852–861.
9. Хожиматов О.Х., Тошев Х.Т. Ўзбекистон ўсимликларининг витаминлар таркиби бўйича маълумотномаси. Тошкент: Фан, 2018. 214 б.
10. Zhishen J., Mengcheng T., Jianming W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals // Food Chemistry. 1999. Vol. 64, № 4. P. 555–559.
11. Barros L., Carvalho A.M., Ferreira I.C.F.R. Leaves, flowers, immature fruits and leafy flowered stems of Malva sylvestris: a comparative study of the nutraceutical potential and composition // Food and Chemical Toxicology. 2010. Vol. 48, № 6. P. 1466–1472.
12. Rembiałkowska E. Quality of plant products from organic agriculture // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2007. Vol. 87, № 15. P. 2757–2762.
13. Kmiecik W., Lisiewska Z., Korus A. Retention of vitamin C, carotenoids, and chlorophylls in leaf vegetables // European Food Research and Technology. 2008. Vol. 226. P. 1053–1058.
14. Yashin A.Y., Nemzer B.V., Ryzhnev V.Y., Yashin Y.I. Creation of a databank for content of antioxidants in food products by an amperometric method // Molecules. 2010. Vol. 15, № 10. P. 7450–7466.
15. Каримов Х.Х., Абдуллаев А.А. Ўзбекистон шароитида етиштириладиган сабзавот экинларининг биокимёвий таркиби. Тошкент: Ўзбекистон, 2020. 176 б.

ISSN 3030-3907