

KARAMDOSHLAR (*BRASSICACEAE*) OILASI O'SIMLIKLARIDAGI GLYUKOZINOLATLARNING BIOKIMYOVIY XUSUSIYATLARI VA ULARNING OZUQAVIY XAVFSIZLIKDAGI AHAMIYATI

O'S. Abdurashidova

Oziq-ovqat texnologiyasi va muhandisligi xalqaro instituti,
Qahramon ko'chasi 35 uy, ogiloyabdurashidova0@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada karamdoshlar (*Brassicaceae*) oilasiga mansub o'simliklar, xususan raps tarkibidagi glyukozinolatlarning biokimyoviy xususiyatlari va mirozinaza fermenti ta'sirida parchalanishi ilmiy tahlil qilingan. Metabolitlarning o'simlik immun tizimidagi («xantal bombasi») o'rni, inson va hayvonlar organizmiga ijobiy (antioksidant, onkoprotektiv) hamda salbiy (goitrogen, qalqonsimon bezga toksik) ta'siri baholangan. Shuningdek, raps shroti va oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda "00" (*double-low* / kanola) navlarining seleksion va biotexnologik ahamiyati ko'rsatib berilgan.

Kalit so'zlar: glyukozinolatlar, mirozinaza, izotiosianatlar, goitrin, *Brassicaceae*, raps, kanola ("00" navlar), qalqonsimon bez.

Аннотаци: В статье проведен научно-аналитический обзор биохимических свойств глюкозинолатов растений семейства *Brassicaceae* (в частности, рапса) и механизмов их распада под действием мирозиназы. Освещена роль метаболитов в системе защиты растений («механизм горчичной бомбы»), а также их двоякое влияние на организм человека и животных: полезное (антиоксидантное, онкопротекторное) и токсическое (гоитрогенное действие на щитовидную железу). Обоснована значимость выведения сортов "00" (*double-low* / канола) для повышения качества рапсового шрота и пищевой безопасности.

Ключевые слова: глюкозинолаты, мирозиназа, изотиоцианаты, гоитрин, *Brassicaceae*, рапс, канола (сорта "00"), щитовидная железа.

Abstract: This paper provides a concise scientific review of the biochemical properties of glucosinolates in *Brassicaceae* crops (particularly rapeseed) and their enzymatic hydrolysis by myrosinase. The role of these metabolites in plant defense (the "mustard bomb" mechanism) and their dual physiological effects on human and animal health—ranging from cytoprotective and anticarcinogenic activities to goitrogenic toxicity on the thyroid gland—are analyzed. Additionally, the biotechnological significance of developing "00" (*double-low* / canola) cultivars to improve rapeseed meal quality and food safety is emphasized.

Keywords: glucosinolates, myrosinase, isothiocyanates, goitrin, *Brassicaceae*, rapeseed, canola ("00" varieties), thyroid gland.

KIRISH

Glyukozinolatlar — asosan karamdoshlar (*Brassicaceae*) oilasiga mansub o'simliklar (raps, brokkoli, xantal, turp) to'qimalarida to'planadigan, tarkibida azot va oltingugurt saqlovchi ikkilamchi metabolitlar hisoblanadi [1]. O'simlik to'qimasi mexanik zararlanganda yoki zararkunandalar tomonidan shikastlanganda, hujayra vakuolalarida saqlanuvchi glyukozinolatlar fermentativ gidroliz jarayoniga uchraydi [1, 2]. Bunda mirozinaza (*thioglucoside glucohydrolase*) fermenti ta'sirida ushbu birikmalar parchalanib, biologik aktiv moddalar — izotiosianatlar, nitrillar va tiosianatlarni hosil qiladi [2]. Ular o'simlikni patogen mikroorganizmlar hamda fitofag va o'txor zararkunandalardan hid hamda ta'm orqali himoya qiluvchi tabiiy immun tizimini («xantal bombasi» / *mustard bomb* mexanizmini) shakllantiradi [2, 3].

Toksikologik va ozuqaviy muammolar

Aytish joizki, glyukozinolatlarning o'zi inson va hayvonlar organizmiga bevosita toksik ta'sir ko'rsatmaydi. Ularning asosiy biologik faolligi to'qima shikastlanganda mirozinaza fermenti ta'sirida parchalanishidan hosil bo'ladigan izotiosianatlar, nitrillar, tiosianatlar hamda oksazolidin-2-tionlar kabi parchalanish mahsulotlari bilan bog'liq.

Shu sababli, raps urug'idan yog' ajratib olingandan keyingi shrot va kunjarada glyukozinolatlar hamda ularning parchalanish mahsulotlari (ayniqsa, goitrin va izotiosianatlar) miqdorining yuqori bo'lishi chorva mollari hazm qilish va qalqonsimon bez faoliyatiga zaharli (toksik) ta'sir ko'rsatadi [4, 5]. Bu holat ozuqaning to'yimlilik darajasi hamda iste'molchanligini keskin kamaytiradi [4]. Ushbu antiozuqaviy omillarni bartaraf etish maqsadida zamonaviy seleksiyada mutageniz va duragashlash usullari orqali glyukozinolat va eruk kislotasi miqdori minimal darajaga tushirilgan kanola (*Canola* / *double-zero*) navlari yaratilgan bo'lib, ular sifatli ozuqaviy va oqsil manbai sifatida qishloq xo'jaligida keng qo'llanilmoqda [5, 6].

Inson organizmiga fiziologik va toksikologik ta'siri

Glyukozinolatlarning inson organizmiga fiziologik ta'siri ularning dozasiga, metabolitlarining kimyoviy tuzilishiga hamda iste'mol chastotasiga bog'liq [7]:

Ijobiy (profilaktik) ta'siri: Karamdoshlar (*Brassicaceae*) oilasiga mansub sabzavotlar (brokkoli, karam, turp) to'qimalari chaynalsa yoki mexanik ishlov berilsa, mirozinaza fermenti ta'sirida glyukozinolatlardan sulforafan va indol-3-karbinol kabi biologik faol izotiosianatlar hosil bo'ladi [7, 8]. Ushbu birikmalar II faza detoksikasiya fermentlarini (masalan, glutatyon-S-transferaza) faollashtiradi, kuchli antioksidant va onkoprotektiv (o'smalarga qarshi) xususiyat namoyon etadi hamda hujayralarni ksenobiotiklar shikastidan himoyalaydi [8, 9].

Salbiy (goitrogen) ta'siri: Ushbu moddalarni muntazam ravishda me'yoridan ortiq iste'mol qilish qalqonsimon bez faoliyatiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin [5]. Izotiosianatlarning parchalanishidan hosil bo'ladigan oksazolidin-2-tionlar (goitrin) va

tiosianat ionlari qalqonsimon bez tomonidan yod ionlarining o'zlashtirilishiga (natriy-yod symporter — NIS orqali tashilishiga) raqobatli ravishda to'sqinlik qiladi [10] hamda gipotireoz yoki buqoq (*goiter*) kasalligi rivojlanish xavfini oshiradi [5, 11].

Sabzavotlar tarkibidagi tabiiy me'yordagi glyukozinolatlar inson salomatligi uchun xavfsiz bo'lib, asosiy toksikologik muammo faqatgina konsentrlangan va o'ta yuqori dozalarda namoyon bo'ladi [7, 5].

Jadval. Raps va karamdoshlardagi glyukozinolatlar inson va hayvonlar organizmiga biologik ta'siri.

Ta'sir yo'nalishi	Glyukozinolat va metabolitlarining ta'siri	Biokimyoviy va fiziologik izoh
Antioksidant va hujayra himoyasi	Bilvosita ijobiy (<i>cytoprotective</i>)	Izotiosianatlar (masalan, sulforafan) Nrf2 signal yo'lini faollashtirib, II faza detoksikasiya hamda antioksidant fermentlari sintezini rag'batlantiradi [9].
Onkoprotektiv faollik	Ijobiy / Profilaktik	Parchalanish mahsulotlari mutagen va ksenobiotiklarni zararsizlantirish orqali hujayra DNKsi shikastlanishining oldini oladi [8, 11].
Qalqonsimon bez faoliyati	Yuqori dozalarda salbiy (<i>goitrogen</i>)	Parchalanish natijasida hosil bo'lgan goitrin va tiosianatlar qalqonsimon bezga yod ionlarining (Na^+/I^- symporter - NIS orqali) kirishini raqobatli ravishda to'sadi [10].
Ovqat hazm qilish va me'yori	Tabiiy miqdorda xavfsiz	Karamdoshlar tarkibidagi odatiy doza toksik xavf tug'dirmaydi, lekin biologik faolligi bilan ichak mikrobiotasini oziqlantirishi mumkin [8, 11].
Gipotireoz xavfi (Yuqori doza)	Salbiy ta'sir ehtimoli yuqori	Ayniqsa, organizmda yod tanqisligi kuzatilgan shaxslarda gipotireoz va struma (buqoq) rivojlanish xavfini oshiradi [5, 10].
Raps (kanola) moyi	Amalda xavfsiz (juda kam)	Lipofil xususiyatga ega bo'lmagani uchun rapsni presslash va raffinatsiyalash jarayonida glyukozinolatlar moy tarkibiga deyarli o'tmaydi [6, 11].

Raps shroti va kunjarasi	Toksikologik jihatdan muhim	Urug'dan moy ajratilgach, barcha gidrofil glyukozinolatlar shrotida to'planadi va u chorva ozuqasi sifatini hamda iste'molchanligini pasaytiradi [4, 5].
--------------------------	-----------------------------	--

XULOSA

Raps urug'idan moy ajratib olingandan keyingi shrot va kunjarada glyukozinolatlar miqdorining yuqori bo'lishi chorva mollari hazm qilish va qalqonsimon bez faoliyatiga zaharli ta'sir ko'rsatgani sababli [4, 5], zamonaviy seleksiyada mutageniz va gibridlash usullari orqali glyukozinolat va eruk kislotasi miqdori minimal darajaga tushirilgan "00" (*double-low* / kanola) navlari yaratilgan [6, 11]. Ushbu biotexnologik va seleksion yechim raps moyining oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash bilan birga, raps shrotining chorvachilikda yuqori sifatli va xavfsiz oqsil manbai sifatida keng ishlatilishiga zamin yaratdi [5, 6].

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Halkier, B. A., & Gershenzon, J. (2006). Biology and biochemistry of glucosinolates. *Annual Review of Plant Biology*, 57, 303-333.
2. Textor, S., & Gershenzon, J. (2009). Herbivore induction of the glucosinolate-myrosinase defense system: major pathways, genes and immune responses. *Phytochemistry Reviews*, 8(1), 179-216.
3. Rask, L., Andréasson, E., Ekbom, B., Eriksson, S., Pontoppidan, B., & Meijer, J. (2000). Myrosinase: gene family, expression, and geographic distribution in Brassicaceae. *Plant Molecular Biology*, 42(1), 93-113.
4. Tripathi, M. K., & Mishra, A. S. (2007). Glucosinolates in animal nutrition: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 132(1-2), 1-27.
5. Felker, P., Bunch, R., & Leung, A. M. (2016). Concentrations of thiocyanate and goitrin in brassica vegetables, their potential impairment of thyroid function, and risk of glucosinolate-induced toxic responses. *Nutrition Reviews*, 74(4), 248-258.
6. Daun, J. K., Eskin, N. A. M., & Hickling, D. (2011). *Canola: Chemistry, Production, Processing, and Utilization*. AOCS Press.
7. Fahey, J. W., Zalcmann, A. T., & Talalay, P. (2001). The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants. *Phytochemistry*, 56(1), 5-51.
8. Higdon, J. V., Delage, B., Williams, D. E., & Dashwood, R. H. (2007). Cruciferous vegetables and human cancer risk: epidemiologic evidence and mechanistic studies. *Pharmacological Research*, 55(3), 224-236.

9. Zhang, Y., & Gordon, A. (2004). A cellular defense mechanism against oxidative stress: The Nrf2-ARE pathway and glucosinolate derivatives. *Biochemical Pharmacology*, 68(8), 1593-1600.
10. Tonacchera, M., et al. (2004). Relative potencies of thiocyanate, perchlorate, and nitrate as competitive inhibitors of the sodium-iodide symporter (NIS). *Thyroid*, 14(12), 1012-1016.
11. Sanjukta, S., & Rai, A. K. (2016). Production, bioactive properties and applications of glucosinolates and their enzymatic degradation products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(13), 2130-2145.