

Povrće bogato fitohemikalijama - glukozinolatima

UVOD

Posljednjih dvadesetak godina intenzivno se istražuje povoljan biološki uticaj fitohemikalija na zdravlje ljudi. Fitohemikalije su biološki aktivni sekundarni metaboliti koji hrani biljnog porijekla daju boju, aromu, miris i okus, prirodnu toksičnost na štetnike i izrazito povoljan utjecaj na ljudsko zdravlje.

Glukozinolati se smatraju fitohemikalijama jer su sekundarni metaboliti biljaka. Smatraju se fitohemikalijama što znači da mogu predstavljati prevenciju ljudskom organizmu od različitih bolesti, a naročito kod pojave karcinoma. Pronađeni su u 16 botaničkih porodica reda *Capparales*, a najveće količine su pronađene u porodici *Brassicaceae* u koju pripadaju kupus, brokula, karfiol, repa, kelj, hren.

Osim što njihov unos ima pozitivan učinak na ljudski organizam, glukozinolati i njihovi razgradni spojevi mogu imati i antinutritivno djelovanje. Okarakterizirano je oko 120 različitih glukozinolata, ali je samo mali broj istraživan.

Sadržaj glukozinolata u povrću

Glukozinolati se nalaze isključivo u kultiviranim biljkama, dominantni su u oko 16 botaničkih porodica reda *Capparales*. Koncentracija i vrsta ukupnih glukozinolata zavisi od različitih uslova kao što su način uzgoja, klimatski uslovi, poljoprivredna praksa, prisutnost štetnika, starost biljke ali i o sorti.

Obično jedna biljka sadrži do četiri (najčešće dva do pet) različita glukozinolata, dok se čak 15 različitih glukozinolata mogu naći u istoj biljci. U najvećoj koncentraciji nalaze se u sjemenu. Spomenuto je da sve vrste glukozinolata ne možemo pronaći u svakom vrstu povrća. U Tabeli 1. prikazana je količina prisutnih glukozinolata u najčešće konzumiranom povrću iz porodice *Brassicaceae*.

Tabela 1.

Povrće iz porodice <i>Brassicaceae</i>	Količina glukozinolata (mg/100g)
Kupus	42,7 - 108,9
Kupus, crveni	26,5 - 76,5
Kupus, kineski	17,3 - 54,8
Brokula	19,3 - 127,5
Kelj	59,5 - 209,9
Kelj, pupčar	80,1 - 445,5
Hren	106,1
Repa	20,4 - 140,5
Karfiol	11,7 - 78,6
Gorušica	118,1 - 544,5

Biološka aktivnost i biodostupnost glukozinolata

Budući da postoji velik broj različitih glukozinolata postoje i različiti putevi hidrolize što znači da se širok raspon proizvoda hidrolize može naći u različitim izvorima hrane. Poznato je da potrošnja voća i povrća vodi i vodila je ka promoviranju zdravlja. Zaštitni efekat kupusnjača protiv raka dijelom je zbog visokog sadržaja glukozinolata koje ono sadrži. Prisutnost glukozinolata u kupusnjačama znatno ih razlikuje od drugih vrsta povrća jer oni imaju blagotvoran učinak na ljudsko zdravlje zbog svojih nutritivnih, antibakterijskih, antikancerogenih svojstava.

Mnoge tvari da bi imale određenu aktivnost moraju biti apsorbirane u ljudskom tijelu i moraju doći do ciljanog tkiva u određenoj dozi i u aktivnom obliku, odnosno moraju biti biodostupne u tijelu. "Biodostupnost nutrijenta" se definira kao dio probavljenog nutrijenta koji udovoljava funkcionalnim zahtjevima u određenom tkivu. Brojni vanjski i unutrašnji parametri utiču na oslobađanje iz matriksa hrane, apsorpciju, distribuciju, metabolizam i izlučivanje bioaktivnih tvari kao što su glukozinolati i njihovi razgradni produkti.

Antikancerogeno djelovanje i mehanizam djelovanja glukozinolata

Mnogobrojne epidemiološke studije koje povezuju oboljenja od karcinoma s načinom prehrane, su dokazala da je smanjena pojava karcinoma kod ljudi koji konzumiraju kupusnjače. Mnoge tvari iz hrane mogu promijeniti tok kancerogeneze u različitim stadijima, od deaktivacije primarnih kancerogenih tvari, regeneracija već oštećenih stanica, regeneracija oštećene DNK do potencijalnog sprječavanja ponovne pojave karcinoma.

Tokom proteklih 20 godina istaknuto je da konzumiranjem voća i povrća posebno povrća iz porodice *Brassicaceae* dolazi do smanjenja pojave karcinoma za otprilike 50%. Mehanizam preventivnog djelovanja razgradnih produkata glukozinolata još nije u potpunosti razjašnjen ali istraživanja pokazuju da razgradni produkti modificiraju aktivnost enzima Faze I i Faze II. Ovi enzimi inhibiraju rast stanica tumora i stimuliraju apoptozu, programiranu staničnu smrt, ali važnija činjenica je da pokazuju prvu obrambenu liniju ljudskog organizma od kancerogenih tvari.



Brokula - kraljica kupusnjača

Zbog visokih udjela različitih bioloških aktivnih spojeva i njihovoga pozitivnog uticaja na ljudski organizam, brokula se smatra funkcionalnom hranom. Aktivni sastojci brokule nalaze se i u nadzemnim i u podzemnim dijelovima biljke. Brojna istraživanja ukazuju na korisne učinke brokule koji se povezuju s njenim sastojcima. Brokula sadrži visoke koncentracije vitamina i minerala. Vitamini koji su prisutni u brokuli su: A, C, E, K1 i vitamini B skupine, a među najistaknutijim mineralima u brokuli ističu se Na, K, Mg, Ca, Fe i Zn. Osim vitamina i minerala u brokuli se nalazi i posebna skupina fitohemikalija –glukozinolati. Sadržaj glukozinolata u brokuli se kreće od 19,3 do 127,5 mg/100 mg.

Brokula se izdvaja kao značajan izvor glukozinolata, a posebno zbog toga što njihovom enzimskom hidrolizom nastaje sulforafan, vrlo važan inicijator enzima za kojeg je dokazano da efikasno inhibira razvoj različitih tumora. Osim što je dokazano antikancerogeno djelovanje sastojaka brokule, dokazana su i raznadruga pozitivna djelovanja od kojih se posebno ističe protuupalni, imuno-stimulirajući, antigljivični, antibakterijski i antivirusni učinak.

Među bioaktivnim sastojcima brokule važno je spomenuti i fenolne spojeve, odnosno spektar spojeva iz podgrupa fenolnih kiselina i flavonoida. Poznato je i da antioksidacijska svojstva polifenolnih spojeva pridonose zaštiti i sprječavanju pojave brojnih kroničnih bolesti kao što su razne vrste karcinoma, kardio- i cerebrovaskularne te neurološke bolesti



Štetno djelovanje

Uprkos korisnim efektima većine glukozinolata, određeni ipak pokazuju mutagenost, toksičnost pa čak i karcinogenost. Kod ljudi, prilikom pravilne konzumacije prehrane s visokim sadržajem glukozinolata, nije potvrđen nijedan štetni učinak produkata njihove razgradnje na zdravlje. Međutim, prilikom unosa prevelikih doza u obliku nadomjestaka ili dodataka prehrani, određeni produkti razgradnje mogu imati štetan uticaj. Od posebnog je značaja viniloksazolidin-2-tion (goitrin) koji pokazuje određene štetne i toksične učinke na štitnjaču i jetru, te uzrokuje usporen rast kod životinja, a njegovo djelovanje je često povezano s pojavom gušavosti. Osim viniloksazolidin-2-tion-a, mutagenost pokazuju i tiocijanati, a kancerogeni N-nitroso spojevi nastaju reakcijom produkata razgradnje indolnih glukozinolata s nitritima.

ZAKLJUČAK

Ovisno o dozi i biodostupnosti glukozinolata, određeni razgradni produkti glukozinolata imaju kemoprotektivno i kancerogeno djelovanje. Posebno se treba voditi računa o dozama prilikom uzimanja različitih zamjena hrane i dodataka prehrani kako se ne bi uzimale doze koje bi mogle imati negativan efekat po ljudsko zdravlje.

Sadržaj glukozinolata u povrću iz porodica *Brassicaceae* varira oko 1 % suhe tvari. Dnevni unos glukozinolata varira od 12 do 300 mg, tako da nisu zabilježeni slučajevi negativnog djelovanja glukozinolata i razgradnih produkata unosom povrća, a također se ne može ni isključiti pozitivno djelovanje. S obzirom da ne postoje ni podaci o dozvoljenim količinama pojedinih glukozinolata, tako da je potrebno provesti istraživanja jer danas ljudi sve više i više koriste različite dodatke prehrani koji su dostupni na tržištu.

**Tekst pripremila
doc.dr. Aida Šukalić**