

Autor: **Aneta Kunac, 4.c**

Gorčina u biljaka roda *brassica*

(znanstveni esej)

Zadatak: Sastavi stručni esej na temu: „Zašto ljudi osjećaju gorčinu u biljkama roda *brassica* i koja je uloga njihove genetske građe u tome?”

Brassica (*brassein* = kuvati, *brasso* = kuljati), rod iz porodice krstašica *Brassicaceae*, dobio ime po upotrebi u kulinarstvu. Takvo značenje riječi *Brassica* nalazimo u Botaničkom pojmovniku.¹ Najpoznatije brassice su: *Brassica napus* - uljana repica, *Brassica nigra* - crna gorušica i *Brassica oleracea* – kupus.² Stoga se riječ *brassice* često prevodi kao *kupusnjače*.



Slika 1: Kupus³

Mi ćemo u našem radu pokušati odgovoriti na dva važna pitanja: Zašto ljudi osjećaju gorčinu u biljkama roda *brassica*? i drugo: Koja je uloga njihove genetske građe u tome? No krenimo redom.

Konsumacija kupusnjača ima blagotvoran učinak na ljudsko zdravlje. Najveći interes usmjeren je na glukozinolate i produkte njihove hidrolize izotiocijanate, zbog njihovog potencijala kao spojeva za prevenciju raka. Povrće iz roda *brassica* također je bogato spojevima okusa koji pripadaju mnogim kemijskim skupinama. Glavni osjetilni osjećaj vezan uz ovo povrće je njihov karakterističan oštar i gorak okus te jedinstvena aroma. Zbog ovih svojstava ovu skupinu povrća potrošači često odbijaju. Spojevi odgovorni za ove osjete uključuju glukozinolate (GSL) i proizvode njihove hidrolize, posebno izotiocijanate (ITC), ali i hlapljive spojeve koji sadrže sumpor. Zanimljivo je da neki ljudi ne percipiraju neugodne osjećaje, što ukazuje na potencijalnu ulogu međuindividualne varijabilnosti u percepciji i osjetljivosti

gorkog okusa. Danas se istražuju receptori odgovorni za osjećaj gorčine s naglaskom na kupusnjače, kao i genetska predispozicija za percepciju gorčine kod potrošača. Također se raspravlja o ulozi glukozinolata i izotiocijanata kao spojeva odgovornih za gorak okus na temelju podataka iz područja znanosti o hrani i molekularne biologije. Izotiocijanati su prikazani u širokom kontekstu spojeva okusa koji također doprinose aromi povrća vrste *brassica*.⁴ Biljke *brassicaceae* poznate su po svom okusu, mirisu i trigeminalnim karakteristikama; pretežno gorkog okusa, sumporne arome i ljutine.

Ljudi imaju brojne receptore u tijelu koji su odgovorni za percepciju okusa, a gen TAS2R38 kodira protein koji kontrolira percepciju određenih spojeva gorkog okusa *brassica* biljaka, poznatih i kao krstašice. Konkretno, receptor gorkog okusa TAS2R38 upravlja okusom određenih glukozinolata, vrste fitonutrijenata koji se nalazi u povrću iz skupine *cruciferae* kao što je brokula, kupus, prokulice i kelj.

Mnoge varijante gena TAS2R38 identificirane su diljem svijeta, ali postoje dva prevladavajuća uobičajena oblika s vrlo različitim učincima na percepciju gorčine: "PAV" i "AVI." Manje je vjerojatno da će osoba s dvije kopije varijante "nekušač" (AVI) osjetiti gorke okuse iz gorkih spojeva, dok će osoba s dvije kopije "kušač" (PAV) gorke spojeve smatrati izuzetno gorkim. Netko s jednom kopijom svake varijante osjetit će gorčinu negdje u sredini spektra.

U nedavnoj studiji, istraživači su otkrili da ljudi s dvije kopije gena PAV imaju dva i pol puta veću vjerojatnost da će se "rangirati u donjoj polovici sudionika o broju pojedene povrća," vjerojatno zato što ti pojedinci smatraju gorke spojeve u mnogo povrća neukusnima i neugodnima.⁵

Npr. istraživanje u Velikoj Britaniji pokazalo je da su percepcija, sviđanje i unos *brassica* povrća pod utjecajem osjetljivosti na gorak okus što ova studija dalje istražuje. Fenotipska osjetljivost okusa 136 ispitanika klasificirana je pomoću propitiouracila (PROP) i natrijevog klorida, a gustoća fungiformnih papila (FPD) mjerena je iz slika jezika. Analizirani su polimorfizmi gena TAS2R38 i gustin (CA6). Ocjenjivani su ukus i gorčina četiri sirova povrća (dva povrća iz roda *brassice* (brokula i bijeli kupus) i dva bez *brassice* (špinat i tikvice)), kao i uobičajena konzumacija.

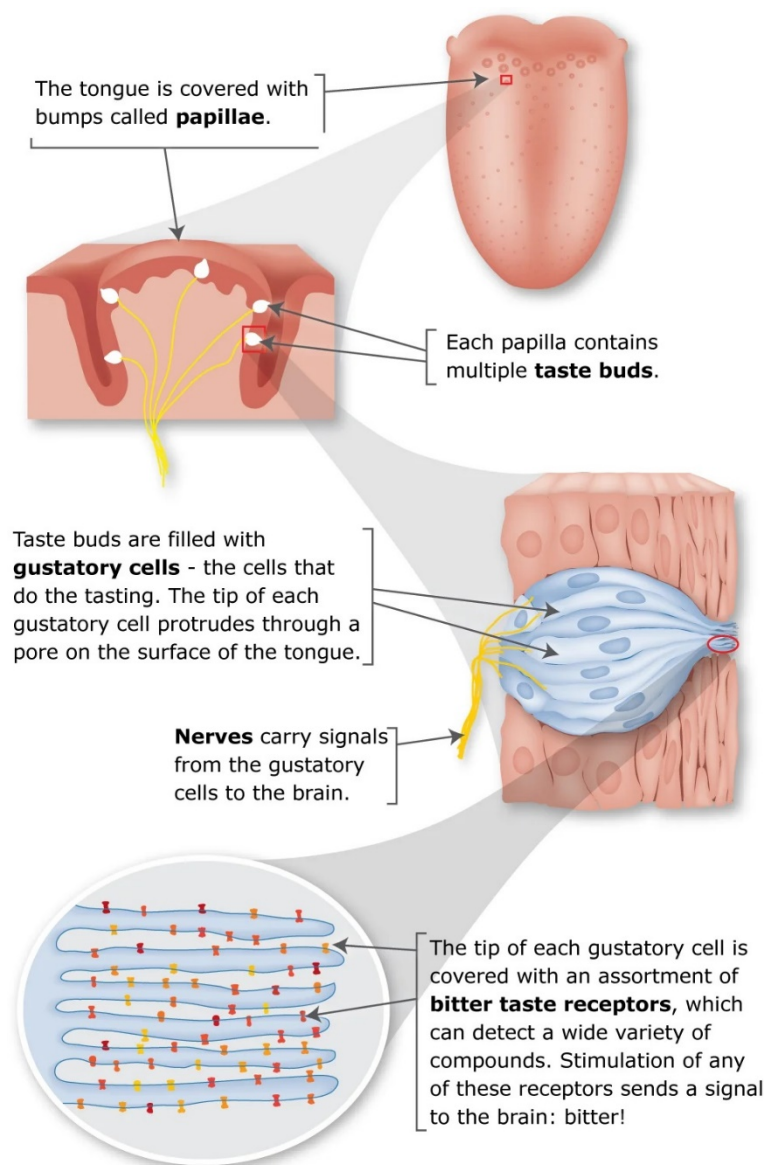
Postojala je značajna povezanost između genotipa TAS2R38 i PROP statusa kušača ($p < 0,0001$) i između FPD i PROP statusa kušača ($p = 0,029$). Pojedinci s većom osjetljivošću na PROP pretežno su imali genotip TAS2R38 PAV/PAV i veći FPD. Povrća iz roda *brassica* su percipirana kao gorči nego ne-BV ($p < 0,0001$) s PAV/PAV subjektima koji su percipirali značajno jačeg gorkog intenziteta. Postojala je značajna razlika u sviđanju četiri povrća ($p = 0,002$) i između potrošača različitih TAS2R38 genotip ($p = 0,0024$). Pojedinci s TAS2R38 AVI/AVI genotipom više su voljeli povrće roda *brassica*. Što se tiče unosa, i PAV/PAV i AVI/AVI pojedinci konzumirali su ukupno više povrća i *brassica* nego PAV/AVI. Iako su osobe koje nisu kušale PROP imale tendenciju konzumiranja više povrća i *brassica* od druge dvije skupine fenotipa, fenotip okusa nije značajno utjecao na sklonost i unos povrća. Iako nije bilo značajnog učinka genotipa CA6 na ocjenu gorčine, postojala je značajna interakcija između CA6 i TAS2R38, a dodatno je genotip CA6 bio značajno povezan s unosom *brassica*. Međutim, ovi učinci zahtijevaju validaciju budući da su udjeli populacije s genotipom CA6 G/G bili iznimno mali (7%).

Rezultati su potvrdili da je na percepciju gorkog okusa kod povrća utjecao genotip i fenotip osjetljivosti na gorak okus. Štoviše, ta su otkrića pokazala da ni genotip ni fenotip osjetljivosti na okus sami po sebi točno ne predviđaju naklonost i unos povrća jer je utvrđeno da demografski čimbenici imaju značajan utjecaj.⁶

Godine 1931. kemičar po imenu Arthur Fox sipao je malo PTC-a (feniltiokarbamid) u prahu u bocu. Kad je dio praha slučajno odletio u zrak, kolega koji je stajao u blizini žalio se da je prašina gorka. Fox nije okusio baš ništa. Fox je dao svojim prijateljima i obitelji isprobati kemikaliju, a zatim opisati kakav je okus. Neki ljudi nisu okusili ništa. Neki su ga smatrali jako gorkim, a drugi su mislili da ima tek blago gorak okus.

Ubrzo nakon otkrića, genetičari su utvrdili da postoji nasljedna komponenta koja utječe na to kako ćemo okusiti PTC. Danas znamo da se sposobnost okusa PTC-a prenosi jednim genom koji kodira receptor okusa na jeziku. PTC gen, TAS2R38, otkriven je 2003. godine.

Postoje dva uobičajena oblika (ili alela) PTC gena i najmanje pet rijetkih oblika. Jedan od uobičajenih oblika je okusni alel, a drugi je neokusni alel. Svaki alel kodira protein receptora gorkog okusa s nešto drugačijim oblikom. Oblik proteina receptora određuje koliko se snažno može vezati za PTC. Budući da svi ljudi imaju dvije kopije svakog gena, kombinacije varijanti gena gorkog okusa određuju hoće li netko smatrati da je PTC jako gorak, donekle gorak ili bez okusa.



Slika 2: Percepcija okusa⁷

Iako PTC nije pronađen u prirodi, sposobnost njegovog kušanja snažno je povezana sa sposobnošću kušanja drugog gorke tvari koje se javljaju prirodno, od kojih su mnoge toksini.

Biljke proizvode različite otrovne spojeve kako bi se zaštitile od konzumiranja. Mogućnost razaznavanja gorkog okusa evoluirao je kao mehanizam za sprječavanje ranih ljudi da jedu otrovne biljke. Ljudi imaju oko 30 gena koji kodiraju receptore gorkog okusa. Svaki receptor može komunicirati s nekoliko spojeva, dopuštajući ljudima da okuse širok izbor gorkih tvari.

Ako sposobnost kušanja gorkih spojeva daje selektivnu prednost, nisu li onda oni koji ne kušaju trebali odavno izumrijeti? Zašto toliko ljudi još uvijek nosi PTC varijantu bez okusa? Neki znanstvenici vjeruju da oni koji ne kušaju PTC mogu osjetiti okus drugi gorki spoj. Ovaj bi scenarij najveću selektivnu prednost dao heterozigotima ili ljudima koji nose jedan okusni alel i jedan neokusni alel.

PTC osjetljivost često se koristi kao primjer jednostavne Mendelove osobine s dominantnim nasljeđem. Međutim, kušači se razlikuju u velikoj mjeri u njihovoj osjetljivosti na PTC. I dok PTC gen ima oko 85% ukupnog utjecaja na to je li netko a kušač ili nekušač, postoje mnoge druge stvari koje utječu na sposobnost kušanja PTC-a. Suha usta mogu utjecati na rezultate. Ono što čovjek jede i pije prije uzorkovanja PTC-a također može utjecati na sposobnost kušanja. I osjetljivost pojedinca može se promijeniti tijekom vremena. Neki ljudi mogu osjetiti PTC nekim danima, a nekim drugim danima ne.

Istraživanja su pokazala da osobe s "jakim kušačima" PTC varijanta gena bila je manja vjerojatnost da će biti pušači. Ovo pokazuje da je vjerojatnije da će ljudi kojima je PTC gorak okus cigareta biti gorak od onih koji ih ne kušaju. Manje je vjerojatno da će pušiti.

Druge studije sugeriraju da bi mogla postojati korelacija između sposobnosti kušanja PTC-a i preferencija za određene vrste hrane. Ovo je možda razlog zašto neki od nas misle da je brokula previše gorka za jelo.⁸

Zaključno, iz svega rečenog proizlazi da znamo što daje hrani gorak okus. Istraženi su i putevi percepcije gorkog okusa i pronađeni „dežurni krivci“ za to. Oni su u našim genima i različiti ljudi će različito reagirati na te okuse. Svrha ovih istraživanja može biti kako u budućnosti promijeniti određene parametre kod biljaka ili ljudi da bi ti okusi bili percipirani kao privlačni i hranjivi. Tu su i etičke dileme, no o njima ovoga puta nećemo.

IZVORI:

- ¹ Stešević, Danijela, *Botanički pojmovnik*, Univerzitet Crne Gore, Cetinje 2020., str. 38.
URL: https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog_3/objava_140653/fajlovi/BOTANI%C4%8CKI%20POJMOVNI_K.pdf (pristupljeno: 18.12.2023.)
- ² Žepić, Milan, Rječnik latinskoga i hrvatskoga jezika, Zagreb 1941., str. 51
URL: https://ia601003.us.archive.org/24/items/rjecnik_latinskoga_i_hrvatskoga_jezika_1941-milan_zepic/rjecnik_latinskoga_i_hrvatskoga_jezika_1941-milan_zepic.pdf (pristupljeno: 18.12.2023.)
- ³ Vrtlarica – digitalna enciklopedija biljaka
URL: <https://www.vrtlarica.com/wp-content/uploads/2020/05/bijeli-kupus.jpg.pagespeed.ce.iQ9t7snvu9.jpg> (pristupljeno: 18.12.2023.)
- ⁴ Prema: Martyna, Wieczorek; Michał, Walczak; Marzena, Skrzypczak-Zielińska; Henryk, Jeleń: *Bitter taste of Brassica vegetables: The role of genetic factors, receptors, isothiocyanates, glucosinolates, and flavor context*; PubMed (SAD), 2017.
URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28718657/> (pristupljeno: 18.12.2023.)
- ⁵ Prema: WholisticMatters 2023.
URL: <https://wholisticmatters.com/bitter-perception-affects-vegetable-consumption/> (pristupljeno: 18.12.2023.)
- ⁶ Prema: Yuchi Shen, Orla Kennedy, Lisa Methven: *Exploring the effects of genotypical and phenotypical variations in bitter taste sensitivity on perception, liking and intake of brassica vegetables in the UK*; ScienceDirect, 2016.
URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950329316300052> (pristupljeno: 18.12.2023.)
- ⁷ Genetic Science Learning Center (part of University of Utah Health Sciences; Teach.Genetics
Izvor: <https://learn-genetics.b-cdn.net/basics/ptc/images/taste.png> (pristupljeno: 18.12.2023.)
- ⁸ Genetic Science Learning Center (part of University of Utah Health Sciences; Teach.Genetics
URL: <https://learn.genetics.utah.edu/content/basics/ptc#references> (pristupljeno: 18.12.2023.)