

BIRÓ Barbara^{1*}, KOREN Dániel², LICHTHAMMER Adrienn³,
VERESNÉ BÁLINT Márta³, GERE Attila¹, KÓKAI Zoltán¹

DOI: <https://doi.org/10.52091/EVIK-2022/2-1-HUN>

Érkezett: 2022. január – Elfogadva: 2022. március

A feniltiokarbamid érzékenység összefüggései a testösszetétellel, valamint a kávé- és teafogyasztással

Kulcsszavak: ízérzékelés, egy pontos nukleotid polimorfizmus, bioelektromos impedancia, testtömegindex, étel-miszer preferenciák

1. ÖSSZEFOGLALÁS

A TAS2R38 keserű íz érzékeléséért felelős receptor-gén polimorfizmusai bimodális receptor választ váltanak ki a populációban a feniltiokarbamid, illetve a 6-n-propiltiouracil érzékelése során. A feniltiokarbamid és a 6-n-propiltiouracillal szembeni érzékenység genetikai eltérései irodalmi adatok alapján befolyásolhatják a testösszetételt, az étel-miszer preferenciákat és az étel-miszerek fogyasztási gyakoriságát. Hazánkban eddig ezeknek a faktoroknak az együttes vizsgálatával kapcsolatban még nem született publikáció.

Jelen kutatás célja összefüggések keresése a feniltiokarbamid taster státusz és a testösszetétel, valamint a különböző keserű ízű étel-miszerek fogyasztási gyakorisága között.

A vizsgálat során elvégeztük a résztvevők taster státusz felmérését (n = 170), bioelektromos impedancia alapú testösszetétel-meghatározását (n = 96). A résztvevők ezen túlmenően kitöltöttek egy keserű étel-miszerekre vonatkozó fogyasztási gyakorisági kérdőívet (n = 170). Az adatelemzéshez leíró statisztikai módszereket, keresztábra-elemzést, többszörös korrespondencia-analízist (Multiple Correspondence Analysis), valamint Mann-Whitney próbát használtunk, 5%-os szignifikanciaszinten.

A taster és non-taster kategóriák arányai megegyeznek a nemzetközi szakirodalomban közölt adatokkal (rendre 70%/30%). A taster státusz és a többi vizsgált paraméter között nem adódott szignifikáns összefüggés, azonban a többszörös korrespondencia analízis alapján a nemzetközi szakirodalommal egybevágó tendenciák figyelhetők meg. A nemek és a testösszetétel, valamint az étel-miszerpreferenciák egyes változói között szignifikáns összefüggés mutatható ki.

A szakirodalmi adatok, és saját eredményeink alapján nem zárható ki, hogy összefüggés áll fenn a genotípus és a testösszetétel, valamint az étel-miszerválasztás között. További, nagymintás, reprezentatív kutatások eredményei szükségesek a feltételezések igazolásához.

¹ Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

² Pécsi Sörfőzde Zrt.

³ Dietetikai és Táplálkozástudományi Tanszék, Semmelweis Egyetem, Egészségtudományi Kar

BIRÓ Barbara
KOREN Dániel
LICHTHAMMER Adrienn
VERESNÉ BÁLINT Márta
GERE Attila
KÓKAI Zoltán

barbarabirophd@gmail.com
danikoren3@gmail.com
lichthammera@se-etk.hu
veresne@se-etk.hu
gere.attila@uni-mate.hu
kokai.zoltan@uni-mate.hu

<https://orcid.org/0000-0001-5042-8169>
<https://orcid.org/0000-0002-3663-5636>
<https://orcid.org/0000-0003-4619-4907>
<https://orcid.org/0000-0001-7356-8156>
<https://orcid.org/0000-0003-3075-1561>
<https://orcid.org/0000-0002-1158-721X>

Rövidítések: PROP: propiltiouracil; PTC: feniltiokarbamid; SNP: Single Nucleotid Polymorphism (egy pontos nukleotid polimorfizmus); GPCR: G Protein Coupled Receptor (G-protein kapcsolt receptor); PAV: Prolin-Alanin-Valin; AVI: Alanin-Valin-Izoleucin; AAI: Alanin-Alanin- Izoleucin; PAI: Prolin-Alanin-Izoleucin; PVI: Prolin-Valin-Izoleucin; AAV: Alanin-Alanin- Valin; FFQ: Food Frequency Questionnaire (élelmiszerfogyasztási gyakorisági kérdőív); BIA: bioelektromos impedancia; BMI: Body Mass Index (testtömegindex); PBF: Percent Body Fat (testzsírszázalék); VFA: Visceral Fat Area (viszcerális zsír kiterjedése); MCA: Multiple Correspondence Analysis (többszörös korrespondencia analízis)

2. Bevezetés

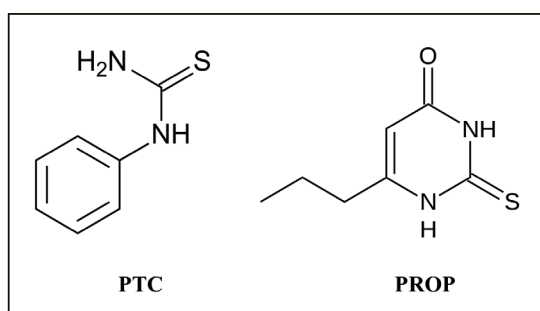
A körülöttünk lévő világot, illetve abban önmagunkat érzékszerveinken és érzékeinken keresztül észleljük. Az emberek esetében öt alap érzéket különböztetünk meg: a látást, a hallást, a tapintást, a szaglást és az ízlést. Ezekon kívül más érzékeket is ismerünk, ide tartozik pl. az egyensúly, az éhség, a szomjúság, a fájdalom vagy a rossz közérzet [1]. Az ízek érzékelése – a szaglással és az általános (trigeminális) kemoszenzoros rendszerrel együtt – a szájhoz és az orrhoz kötődik, és az ún. kémiai érzőfolyamatok közé tartozik, melyek feladata a környezetünkben található vegyületek érzékelése. Az ízek érzékeléséért felelős receptorok az elfogyasztott vegyületeket detektálják, melyeket ízanyagoknak nevezünk. Ezek többnyire vízben oldódó molekulák, melyek a táplálék minőségéről és biztonságosságáról szolgáltatnak információkat [2].

Az ízérezékelés közvetlen kontaktfolyamat, melynek kizárólagos helye a szájüreg. Az érzékelésért felelős receptorok a nyelv felszínén, a garatban, a lágy szájpadon és a nyelöcső felső részén, az ún. ízlélszemölcsőkön elhelyezkedő ízlélobimbókon találhatóak meg. Az ezek által közvetített információ a VII; IX. és X. agyidegeken, majd az agytörzsi és agyalapi magvakon keresztül a frontális operculum és az insula ízlélszögébe érkezik. Ezek a kérgi területek, valamint az agytörzsben a tractus solitarius magvai összeköttetésben állnak a hypothalamussal és az amygdalával, melyek valószínűleg befolyásolják az éhséget és a jóllakottságot (telítettséget), az étkezéssel kapcsolatos egyéb homeosztatiszikus válaszokat, valamint az étkezéssel kapcsolatos érzelmi reakciókat [2, 3].

A keserű íz gyakran elutasítást vált ki, mely egy veleszületett emberi reakció. Ez az averzív válasz annak köszönhető, hogy számos keserű ízű vegyület (szekunder növényi metabolitok, pl. alkaloidák, egyes szerves és szintetikus vegyületek, élelmiszerek esetében pl. az avas zsírok) toxikus, ezek elfogyasztása egészségkárosító, vagy akár életet veszélyeztető is lehet [4]. Ugyanakkor, megannyi olyan keserű ízű vegyület is ismert, mely gyógyszerészeti és táplálkozástudományi szempontból előnyös. Ilyen vegyületek pl. a *Brassicaceae* családba tartozó káposzta, brokkoli, vagy bimbós kel glükoszínolátjai, és ezek bomlástermékei, az izocianátok; a kávé, a tea és a kakaó metilált xantinszármazékai, a koffein, a teofillin és a teobromin; vagy a sörök keserűségét adó komló-eredetű alfa-savak. Míg a zöldségfélék esetében általában elutasítást váltanak ki ezek a vegyületek, az utóbb említett élvezeti termékek esetében a keserű íz kívánt tulajdonság [5, 6, 7].

Az ízek érzékelése során öt alapíz különböztetünk meg: az édeset, a sósat, a savanyút, a keserűt és az umamit. Utóbbi az érzékeléséért felelős receptor felfedezése után, 2002-ben került hivatalosan az alapízek közé [8]. Az öt alapíz közül a keserű íz detektálása a legkomplexebb, ennek szabályozásért a TAS2R géncsalád felelős, mely 25 funkcionális génből áll. Ezek a gének kódolják a TAS2Rs receptorokat, melyek strukturálisan kötődnek egyes keserű ízt kiváltó vegyületekhez (ligandok), azonban számos receptor ligandját még nem sikerült azonosítani [7].

A feniltiokarbamid (PTC, más néven 1-fenil-2-tiourea), illetve a 6-n-propiltiouracil (PROP) szintelen vagy fehér színű, kristályos, keserű ízű szerves vegyületek: mindkettő kéntartalmú (SCN) funkciós csoportot tartalmaz. Kémiai szerkezetüket az **1. ábra** mutatja be. Felhasználásuk eltérő: a a feniltiokarbamidot ipari adalékanyagként, színyanyagként használják, míg propiltiouracilt antitireoid ágensként alkalmazzák pajzsmirigy-túlműködésben [9, 10].



1. ábra. A 1-fenil-2-tiourea (PTC) és a 6-n-propiltiouracil (PROP) szerkezete

A két vegyület különlegessége, hogy az emberekben ún. bimodális választ váltanak ki: a populáció egy része képes érzékelni ezek keserű ízét, egy része pedig nem. Ennek felfedezése Arthur Fox vegyész nevéhez fűződik. 1931-ben a DuPont vegyipari vállalat laboratóriumában dolgozó Fox véletlenül a laboratórium légtérébe engedett kis mennyiségű finom kristályos PTC-t, mire egy kollégája panaszkodni kezdett annak keserű ízére. Fox ezt annak ellenére nem érezte, hogy közvetlenül érintkezett a porfelhővel. Ez után családját és barátait is tesztelte, mely során „taster” (érző) és „non-taster” (nem érző) státuszba sorolta az egyéneket. Eredményeit még ugyanazon évben alátámasztotta Laurence Hasbrouck Snyder genetikus, aki megállapította, hogy a non-taster státusz a Mendeli genetika szerint egy recesszív jelleg [11].

A kutatáshoz használt PTC lecserélése a rokon vegyületre, a PROP-ra az 1960-as években merült fel először, a PTC erős kénes illata miatt. Az 1980-as években azonban toxikológiai szempontból is kérdésessé vált a PTC, így a kutatók a két vegyület hatásainak összehasonlítása, és a PROP küszöbkoncentrációjának megállapítása után a PROP-ot is használatba vették [12].

Bartoshuk és munkatársai 1991-ben felfedezték, hogy a non-tasterek viszonylag homogén válaszreakciókat adtak, viszont a tasterek reakciói különbözőbbek voltak, egy alcsoportjuk pedig kifejezetten intenzívebbnek érezte a PROP keserű ízét. Az alcsoportba tartozókat „supertastereknek” nevezték el. A supertaster státuszt nem befolyásolja a taster státuszért felelős genotípus, azonban ez a felfedezés magával vonzotta az új klasszifikációs szint, a „medium taster” kifejezés használatát [13].

A taster státuszt a genetikai állomány bizonyos változatai, ebben az esetben egy pontos nukleotid polimorfizmusok (Single Nucleotid Polymorphism, SNP) határozzák meg. Az SNP-k a genom egy nukleotidját érintő DNS szekvencia variációk, ugyanahhoz a fajhoz tartozó két egyed genetikai állománya között egyetlen bázis eltérései, ugyanabban a pozícióban. Minden ember genomja egyedi SNP mintázattal rendelkezik, azonban az ilyen változások akkor nevezhetők SNP-nek, ha a populáció legalább 1%-ban megjelennek. Az SNP-k általában a DNS osztódásakor (replikáció) bekövetkező hiba vagy DNS károsodás révén jöhetnek létre. Elhelyezkedhetnek génekben (kódoló és nem kódoló szakaszokban egyaránt), valamint gének között (intergenikusan) is, így okozhatnak szerkezet- és funkcióváltozást is [14].

Az SNP-eket gyűjtő dbSNP adatbázist az amerikai National Center for Biotechnology Information, és a National Human Genome Research Institute közösen hozta létre 1999-ben. A teljes emberi genomot 2003-ban sikeresen feltérképező Human Genome Project ugrásszerűen megnövelte a felfedezett SNP-k számát, mai napig több mint 650 millió egy pontos nukleotid variációt térképeztek fel és gyűjtöttek össze az adatbázisban (weblap: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/snp/>) [15].

A PTC- és PROP-érzékenység esetében a TAS2R38 keserű íz detektálásáért felelős gén SNP-i határozzák meg, hogy az egyén képes-e a vegyület keserű ízének érzékelésére. A gén egy, hét transzmembrán doménnel rendelkező (heptahelikális) G-protein kapcsolt (Gene Protein Connected Receptor, GPCR) keserűíz-érzékelő receptort kódol, amely a vegyületek N-C=S csoportjához kötődik. Ebben az esetben 1002 nukleotidból álló gén 3 funkcionális missense-coding SNP-t tartalmaz, melyek nem szinonim változásokat eredményeznek, tehát megváltoztatják a kódolt fehérje szerkezetét. A kérdéses fehérje esetében az aminosav-sorrend az **1. táblázatban** bemutatottak szerint alakulhat.

1. táblázat. A TAS2R38 gén polimorfizmusai, és a kódolt fehérje aminosavai [16, 17] alapján

A nukleotid pozíciója	SNP allél	Aminosav pozíciója	A kódolt aminosav
145	rs713598 – Citozin	49	Prolin
	rs713598 – Guanin		Alanin
785	rs1726866 – Citozin	262	Alanin
	rs1726866 – Timin		Valin
886	rs10246939 – Guanin	296	Valin
	rs10246939 – Adenin		Izoleucin

A két leggyakoribb haplotípus a PAV, valamint az AVI. A domináns PAV/PAV, vagy PAV/AVI diplotípussal rendelkezők általában taster státuszúak, míg a recesszív AVI/AVI diplotípusúak non-tasterek. Kis gyakorisággal (1-5%), de egyes etnikumok és kisebb populációk esetében előfordulnak AAI, PAI, PVI és AAV haplotípust hordozók is, utóbbi esetében a két státusz nagyjából egyenlő eloszlást mutat. Az eddigi vizsgálatok alapján összességében elmondható, hogy a taster státusz gyakorisága nagyobb, a vizsgált populációtól függően 55-85% [16, 17, 18].

Magyarországon taster státuszt felmérő kutatást 1967-ben, 7-15 éves budapesti gyermekeken végzett Dr. Forrai György gyermekgyógyász és Bánkóvi György matematikus. Munkájuk során Harris és Kalmus módszere alapján, PTC oldatokkal meghatározták az ízküszöbértéket az egyes gyermekek esetében, majd ebből következtek a taster státuszra. Eredményeik alapján a gyermekek 67,8%-a taster státuszú volt, azonban a nem és a státusz között nem találtak szignifikáns összefüggést. Munkájukat az Orvosi Hetilapban publikálták [19].

Anatómiai szempontból a polimorfizmus az ízlelőbimbók számával van összefüggésben: a tasterek több fungiform papillával és ízlelőpórussal rendelkeznek [12].

A PTC és PROP érzékenység más faktorokra gyakorolt hatásának kutatását az 1960-as években kezdték el. A magyarországi születésű pszichofarmakológus-kutató, Roland Fischer volt az első, aki úgy gondolta, összefüggés állhat fenn az ízek érzékelése és az élelmiszerek kedveltsége között [20]. A mai napig számos kutató foglalkozik a taster státusz (és az azt meghatározó haplo- és diplotípusok) és a testtömegindex [17, 21], egyes élelmiszerek kedveltsége és fogyasztási gyakorisága (pl. alkoholos italok [22, 23], zöldségek – különösen a keresztesvirágúak [24, 25], kávé, tea [26], édesítőszer [27]), valamint egyes megbetegedések (pl. Parkinson kór, gasztrointesztinális daganatok, krónikus rhinosinusitis) és azok tünetei közötti összefüggések felderítésével [28, 29, 30].

3. Célkitűzés

Jelen kutatás célja összefüggések keresése a taster státusz és a testösszetétel, és a különböző keserű ízű élelmiszerek fogyasztási gyakorisága között. Ehhez PTC taster-státusz felmérést, bioimpedancia alapú testösszetétel-meghatározást, valamint egy keserű élelmiszerekre vonatkozó fogyasztási gyakorisági kérdőívet használtunk.

4. Módszer

Az adatfelvételt 2019 februárjában és márciusában végeztük el. A résztvevők a Szent István Egyetem Élelmiszertudományi Karának, valamint a Semmelweis Egyetem Egészségtudományi Karának magyarországi hallgatói és munkatársai voltak, összesen 170 fő. A taster státusz meghatározásában 170 fő, az testösszetétel-vizsgálatban 96 fő vett részt, az az élelmiszerválasztás gyakorisági kérdőívet (Food Frequency Questionnaire, FFQ) 170 fő töltötte ki. Az adatszolgáltatás minden vizsgálat esetében anonim módon történt. Az egyes adatok összekapcsolásához a résztvevőket kódszámokkal láttuk el. A résztvevőket az általános adatvédelmi rendelet (2016/679 EU rendelet) szerint tájékoztattuk a felvett adatok kezeléséről.

A taster státuszt PTC-vel átitatott papírcsíkokkal határoztuk meg (Precision Europe, Northampton, Egyesült Királyság). A PTC mennyisége csíkonként 20 µg volt. A résztvevőket a papírcsíkok ízlelése után taster és non-taster kategóriákba soroltuk.

A testösszetétel-meghatározást bioelektromos impedancia (BIA) alapú módszerrel, InBody 770 (InBody USA, Cerritos, California) készüléssel végeztük. A módszer az emberi test elektromos tulajdonságain, a különböző szövettypusok vezetőképességén alapul. Egyszerű, noninvazív műszeres módszer, mely igen pontos adatokkal szolgál több antropometriai paraméter, pl. a testzsír százalékos aránya, illetve annak eloszlása esetében is [31]. A felvett adatok közül a testtömegindexet (BMI, kg/m²), a testzsír százalékot (PBF, %), valamint a viscerális zsír kiterjedését (VFA, cm²) használtuk fel az elemzésekhez [32, 33, 34].

Az FFQ tartalmaz egy specifikus élelmiszerekből vagy élelmiszertípusokból összeállított listát, melyek esetében a kitöltőknek meg kell jelölniük, milyen gyakran fogyasztják az adott élelmiszert, vagy élelmiszertípust [35]. A kérdőívet keserű ízű élelmiszereket is tartalmazó élelmiszercsoportokból állítottuk össze, a fogyasztási gyakoriságot kategóriákkal jelöltük. A kérdőívet Google Űrlapok segítségével hoztuk létre, az adatfelvétel online történt. A felvett adatok közül a kávé- és a teafogyasztás adatait közöljük, melyek esetében nem csak a fogyasztási gyakoriságot, hanem fajtát, illetve a leggyakrabban alkalmazott ízesítési módot is meg kellett adniuk a kitöltőknek. Az eredmények átláthatósága érdekében az FFQ gyakorisági kategóriáit három fő kategóriába vontuk össze, melyet a **2. táblázat** szemléltet.

2. táblázat. A fogyasztási gyakorisági kérdőív kategóriáinak csoportosítása

Kategóriák	Az elemzések során használt csoportosítás
Naponta többször fogyasztom	Gyakran
Naponta fogyasztom	
Heti 1-3 alkalommal fogyasztom	
Havi 1-3 alkalommal fogyasztom	Nem jellemző
1 hónapnál ritkábban fogyasztom	
Nem fogyasztom	Soha

5. Statisztikai elemzések

A résztvevők adatainak elemzéséhez leíró statisztikai módszereket (átlag, szórás, százalék), valamint a felvett adatok kategóriaváltozókká való átalakítását követően kereszttábla-elemzést, többszörös korrespondencia-analízist (Multiple Correspondence Analysis, MCA), valamint Mann-Whitney próbát használtunk, 5%-os szignifikanciaszinten [36]. Az elemzésekhez XLSTAT 2020.1.3; Microsoft® Office Excel® 2016 szoftvereket használtunk.

6. Eredmények

6.1. Demográfiai adatok

A kutatásban 55 férfi és 115 nő vett részt, így a nemek megoszlása 32,35 % férfi és 67,65 % nő. Az adatfelvételkor legfiatalabb résztvevő 19, a legidősebb 40 éves, az átlagéletkor pedig $23,85 \pm 3,05$ év volt. Állandó lakhely szerint 44,70 % budapesti, 55,30 % vidéki lakos. A vidékiek 24,46 %-a pest megyei, ez az összes résztvevő 13,53 %-át teszi ki. Zala és Csongrád-Csanád megyét egy résztvevő sem jelölte meg állandó lakhelyként.

6.1.1. Taster státusz

A taster státusz megoszlása (3. táblázat) szerint a résztvevők 72,94 %-a taster, míg 27,06 %-a non-taster. A non-tasterek aránya a férfiak között 23,63 %, míg a nők között 28,69 % volt. A kereszttábla-elemzés alapján nincs szignifikáns összefüggés a nem és a taster státusz között ($\chi^2(1, n=170)=0,483, p=0,48$).

3. táblázat. A taster státusz felmérés eredménye nemek szerint és összesen (fő, n = 170)

Nem	Taster	Non-taster
Férfi	42	13
Nő	82	33
Összesen	124	46

6.1.1.1. A testösszetétel-meghatározás eredményei, és annak összefüggései a taster státusszal

A testösszetétel-meghatározást 23 férfi és 73 nő, összesen 96 fő esetében végeztük el. Az elemzéshez használt adatok átlagait a 4. táblázat tartalmazza.

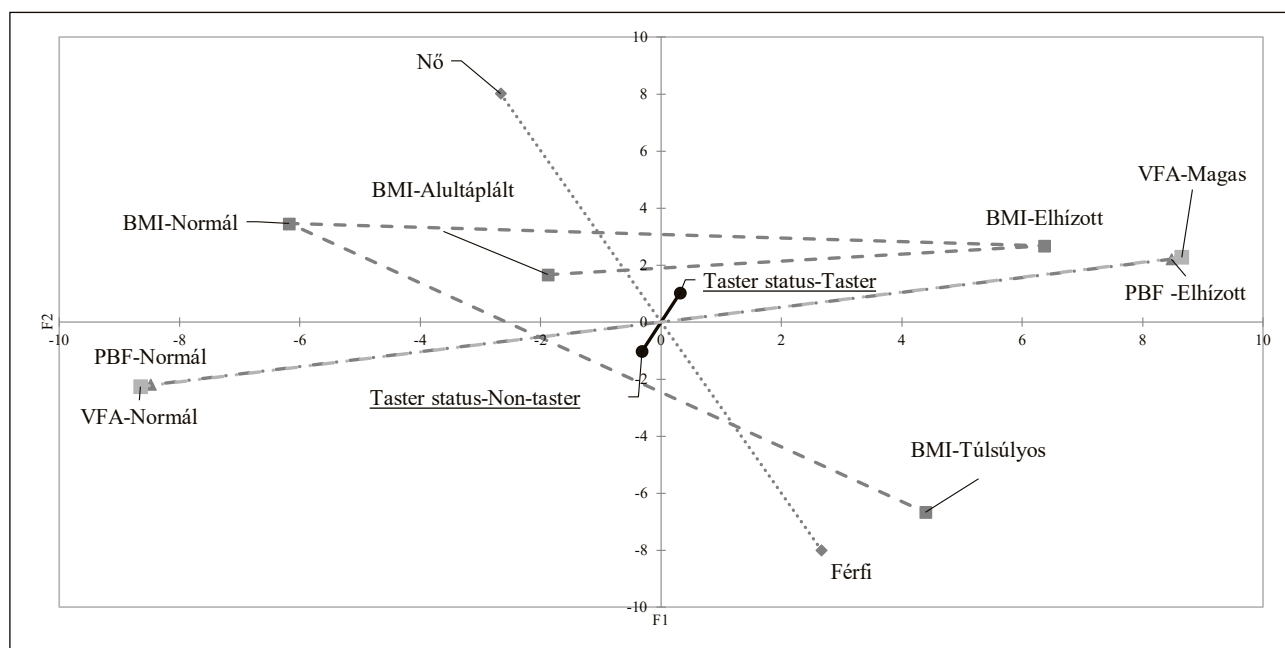
4. táblázat. A testösszetétel-meghatározás során felvett adatok (átlag ± szórás, n = 96)

Nem	Testmagasság (cm)	Testtömeg (kg)	Testtömegindex (BMI, kg/m ²)	Testzsír-százalék (PBF, %)	Viszcerális zsír kiterjedése (VFA, cm ²)
Férfi/Male	180,57±6,37	83,15±1,85	25,53±3,69	20,19±7,18	74,46±33,85
Nő/Female	166,34±6,58	61,75±10,62	22,29±3,50	27,91±6,75	76,63±37,95

A férfiak között a BMI alapján 11 fő túlsúlyos (BMI 25,0-29,9) és 3 fő elhízott (BMI > 30,0) volt. A testzsírszázalék-értékek alapján 6 fő volt elhízott (PBF > 27 %), míg a viszcerális zsír kiterjedése 5 fő esetében volt magasabb, mint a 100 cm²-es felső határérték.

A nők között a BMI szerint 5 fő alultáplált (BMI<18,5), 7 fő túlsúlyos, valamint 3 fő elhízott volt. A testzsírszázalék-értékek alapján 18 fő volt elhízott (PBF > 32 %), a viszcerális zsír kiterjedése pedig 15 fő esetében haladta meg a 100 cm²-t.

A statisztikai elemzések alapján nem találtunk szignifikáns összefüggést egyik obezitást jelző paraméter és a taster státusz között sem (BMI: $\chi^2(3, n=96)=0,42, p=0,93$; PBF: $\chi^2(1, n=96)=0,45, p=0,50$; VFA: $\chi^2(1, n=96)=0,01, p=0,90$). A **2. ábrán** látható többszörös korrespondenciaelemzés eredményei alapján elmondható, hogy az egyes jelző paraméterek egymással összefüggnek. A **2. ábrán** látható mintázat alapján a non-tasterek közelebb helyezkednek el a normál testösszetétel és testtömeget jelző kategóriákhoz. A keresztábra-elemzés alapján BMI alapján a nőkhöz képest a férfiak esetében szignifikánsan magasabb volt a túlsúlyosak aránya, mint a normál kategóriába tartozóké ($\chi^2(3, n=96)=21,52, p<0,0001$).



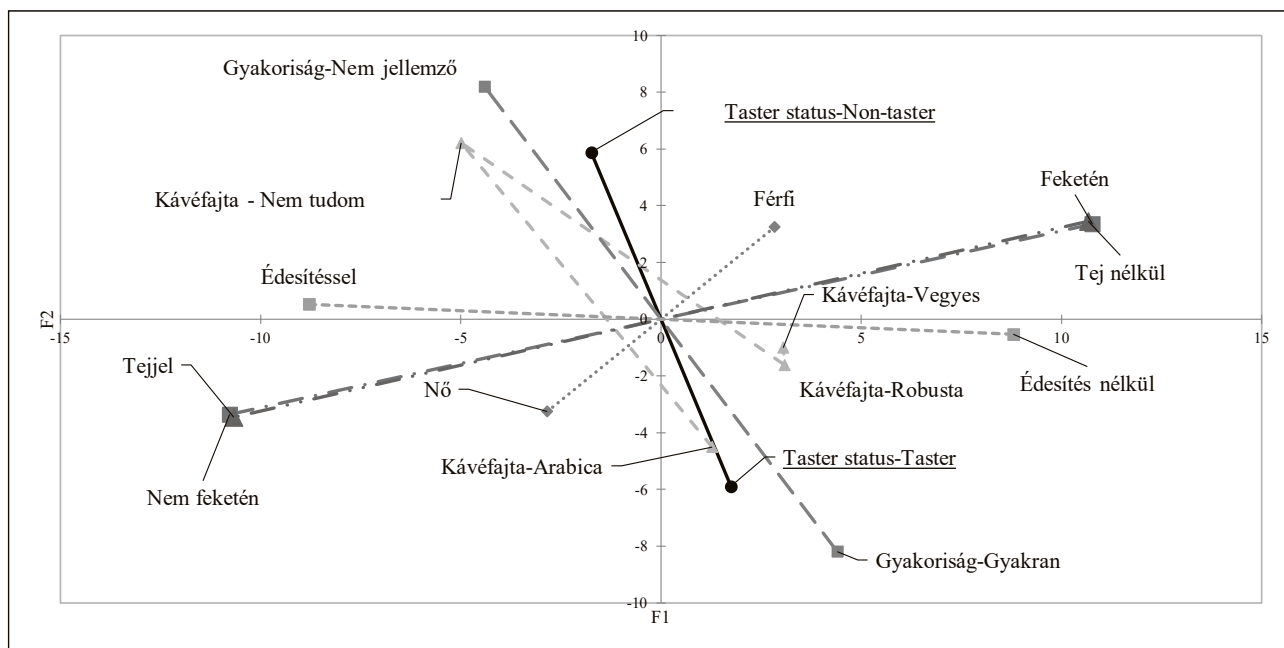
2. ábra. A többszörös korrespondenciaelemzés eredményei a taster státusz, a nem, és a testösszetételt jellemző paraméterek esetében ($n = 96, p=0,05$)

Rövidítések: BMI = Body Mass Index (testtömegindex); PBF = Percent Body Fat (testzsírszázalék); VFA = Visceral Fat Area (viszcerális zsír kiterjedése)

6.1.1.2. A kávéfogyasztás és a taster státusz összefüggései

Az FFQ-t kitöltők közül 27 ember nem fogyaszt kávé, így az ő adataik az elemzésbe nem kerültek bele. A „Tejjel” kategória a tejjel, tejpótlóval, tejtermékkel való ízesítést, az „Édesítéssel” kategória a bármilyen édesítőszerrel (cukor, mesterséges és természetes édesítőszer) való fogyasztást jelöli. A „Vegyes” kávéfajta az Arabica és a Robusta felváltva, vagy blend-ként való fogyasztását jelöli. 143 kávéfogyasztó közül 24 feketén (édesítés és tej, vagy tejpótló nélkül) fogyasztja az italt.

A keresztábra-elemzés alapján nem áll fenn szignifikáns összefüggés a taster státusz és a kávéfogyasztás ($\chi^2(1, n=170)=0,02, p=0,88$), a fogyasztási gyakoriság ($\chi^2(1, n=143)=2,57, p=0,10$), és a fogyasztott kávéfajta ($\chi^2(3, n=143)=4,21, p=0,24$) között. Szintén nem találtunk szignifikáns összefüggést a feketén ($\chi^2(1, n=143)=0,60, p=0,43$), tejjel ($\chi^2(1, n=143)=0,28, p=0,59$), valamint az édesítve ($\chi^2(1, n=143)=0,17, p=0,67$) való fogyasztás, és a taster státusz között. A többszörös korrespondencia analízis mintázata (**3. ábra**) alapján azonban megfigyelhető, hogy a non-tasterek kevésbé gyakran fogyasztanak kávé, mint a tasterek, és a kávéfajtát sem tudják pontosan megnevezni. Amikor kávé fogyasztanak, édesítik azt. A tasterekhez az Arabica fajta áll a legközelebb, és általában nem édesítik a kávé. A tejjel való ízesítés nem feltétlenül jár együtt az édesítéssel. A nemek szempontjából egyértelmű különbség látszik: a nők között szignifikánsan több volt a kávéfogyasztó ($\chi^2(1, n=143)=3,65, p=0,05$), valamint a nők inkább tejjel és édesítve, míg a férfiak tej nélkül, feketén preferálják a kávé. Ezt a keresztábra elemzés is alátámasztotta (Feketén fogyasztás: $\chi^2(1, n=143)=3,46, p=0,05$; Tejjel fogyasztás: $\chi^2(1, n=143)=6,51, p=0,01$).



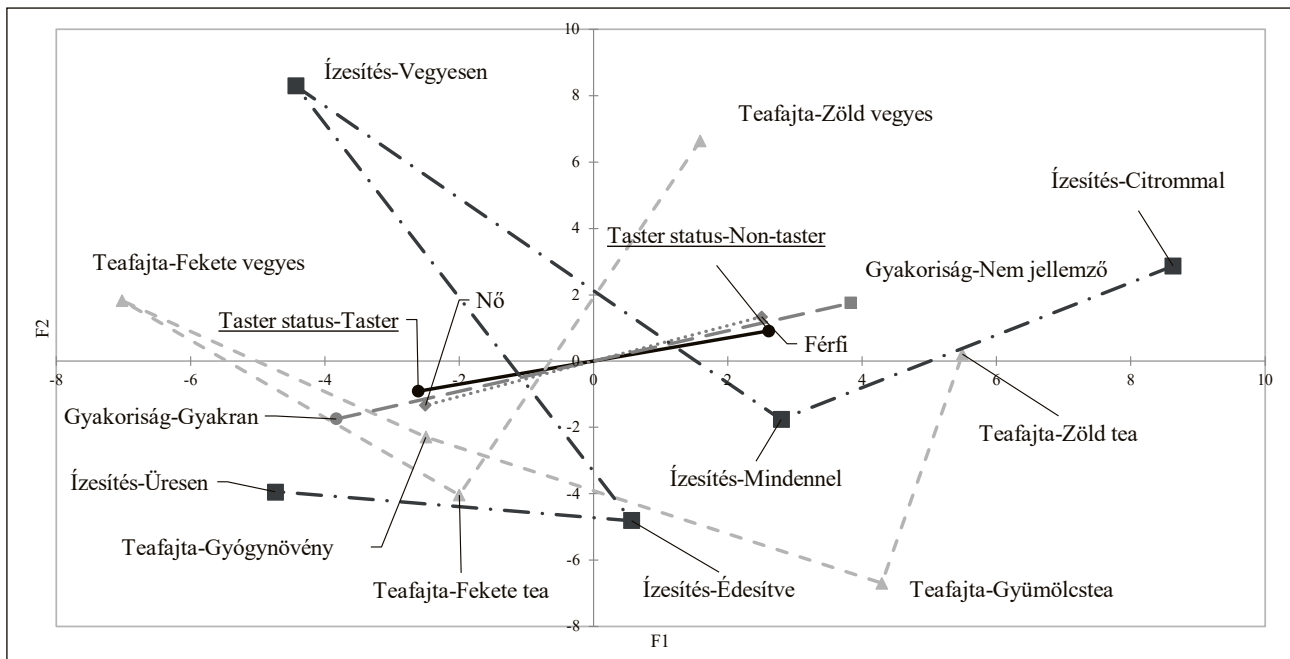
3. ábra. A kávéfogyasztás összefüggései a taster státusszal és a nemmel ($n = 143$, $p=0,05$)
 Rövidítések: 'Tejjel' = tejjel, tejpótlóval, tejtermékkel való ízesítés, 'Édesítéssel' = bármilyen édesítőszerrel (cukor, mesterséges és természetes édesítőszer) való ízesítés, 'Kávéfajta - Vegyes': Arabica és a Robusta felváltva, vagy blend-ként (keverékként) való fogyasztás

6.1.1.3. A teafogyasztás és a taster-státusz összefüggései

A kitöltők közül 14 fő jelölte, hogy nem fogyaszt teát, így adataikat nem elemeztük. A „Fekete vegyes” kategória több teafajta, köztük fekete tea rendszeres fogyasztását jelenti. A „Zöld vegyes” a fekete teán kívül több más teafajta rendszeres fogyasztását jelenti. Az „Édesítve” kategória a bármilyen édesítőszerrel (cukor, mesterséges és természetes édesítőszer) való teafogyasztást jelöli. Az „Ízesítés - Vegyesen” kategória az alkalmanként eltérő ízesítést (egyszer édesítve, és/vagy citrommal, egyszer ízesítés nélkül stb.), az „Ízesítés - Mindennel” pedig a cukorral és citrommal való fogyasztást jelöli. 156 teafogyasztó közül 57 fő ízesítés nélkül (édesítőszer, citrom hozzáadása nélkül) fogyasztja az italt.

Elemzéseink során nem találtunk szignifikáns összefüggést a taster státusz és a teafogyasztás ($\chi^2(1, n=170)=1,26$, $p=0,26$), annak gyakorisága ($\chi^2(1, n=156)=0,95$, $p=0,32$), a fogyasztott teafajták ($\chi^2(5, n=156)=2,57$, $p=0,76$) és az ital ízesítési módjai ($\chi^2(4, n=156)=5,13$, $p=0,27$) között. A nemek esetében szintén nem találtunk szignifikáns összefüggést.

A többszörös korrespondencia-analízis ábráján (4. ábra) látható mintázat alapján a nők és a taster-ek gyakrabban fogyasztanak teát, azon belül is fekete- és gyógynövényteákat, ízesítés nélkül, vagy édesítve. A férfiak és a non-taster-ek ritkábban fogyasztanak teát, valamint a zöld teákat részesítik előnyben, citrommal ízesítve és édesítve, vagy csak citrommal. Kizárólag gyümölcstea fogyasztása, illetve alkalmanként eltérő ízesítés alkalmazása a kitöltők körében nem jellemző.



4. ábra. A teafogyasztás összefüggései a taster státusszal és a nemmel ($n = 156, p=0,05$)
 Rövidítések: 'Teafajta - Fekete vegyes' = több teafajta, köztük fekete tea rendszeres fogyasztása, 'Teafajta - Zöld vegyes': a fekete teán kívül több más teafajta rendszeres fogyasztása, 'Édesítve': bármilyen édesítőszerrel (cukor, mesterséges és természetes édesítőszer) való ízesítés, 'Ízesítés - Vegyesen': alkalmanként eltérő ízesítés (egyszer édesítve, és/vagy citrommal, egyszer ízesítés nélkül stb.), 'Ízesítés - Mindennel': cukorral és citrommal való ízesítés

7. Megbeszélés

A taster és non-taster kategóriák arányai megegyeznek a nemzetközi szakirodalomban közölt adatokkal, melyek szerint amerikai és kaukázusi populációban 70 % / 30 % az eloszlás [6, 37].

A taster státusz és a BMI között nem találtunk szignifikáns összefüggést, hasonlóan korábbi kutatásokhoz [17, 38]. Ezzel szemben más kutatók kimutattak szignifikáns összefüggéseket a paraméterek között [39]. A szakirodalmi adatok ez alapján ellentmondások, nincs konszenzus a kutatók között. Új eredményeink alapján nem találtunk összefüggést a taster státusz és a testzsír százalék, a viszcerális zsír kiterjedése között sem.

Vizsgálataink során a túlsúlyos BMI kategórián belül szignifikáns különbséget találtunk a két nem között. Ennek oka a két nem eltérő izomtömege: a BMI nem tesz különbséget a zsírszövet és a zsírmentes szövetek között, valamint nem kalkulál a testzsír eloszlásával sem, így, bár specifikitása nagy, érzékenysége alacsonynak tekinthető [40]. A résztvevő férfiak esetében a vázizomtömeg szignifikánsan magasabb volt (Mann-Whitney $U=1664, n_1 = 23, n_2 = 73, p < 0,0001$, kétoldali), így közülük többen kerültek a túlsúlyos kategóriába.

Noha a kávéfogyasztás esetében nem találtunk szignifikáns összefüggéseket, a többszörös korrespondenciaelemzés alapján azonban tendenciák figyelhetőek meg. A non-tasterek kevésbé gyakran fogyasztanak kávé, és nem is tudják megnevezni a fogyasztott kávé fajtáját. Ezek valószínűleg összefüggenek egymással, hiszen a kávéfogyasztás iránt kevésbé érdeklődők a kávé fajtája iránt is kisebb érdeklődést mutathatnak. Amikor kávé, édesítik azt, ez a tasterok esetében kevésbé jellemző, melyet szakirodalmi adatok is alátámasztanak [41]. A nemek esetében a kávé eltérő ízesítéssel, illetve ízesítés nélkül („Feketén”) való preferálása esetleg egy-egy társadalmi elvárásból fakadó magatartásnak tulajdonítható, mely szerint a rövid eszpresszó kávé (espresso shot) fogyasztása férfiasabb, míg a tejjel-édesítéssel készült kávéitaloké (pl. milk espresso) nőiesebb [42].

A teafogyasztás esetében sem találtunk szignifikáns összefüggéseket, azonban tendenciózus eredményeink összhangban vannak a nemzetközi szakirodalommal, miszerint a tasterok kevésbé preferálják a zöld teákat [43, 44].

A kutatás limitációja, hogy demográfiai szempontból nem volt reprezentatív. A vizsgálatok során kereskedelmi forgalomban kapható tesztcsíkokkal dolgoztunk, melyeknél pontosabb eredményekkel szolgálhatnak PTC vagy PROP oldatsorokkal végzett tesztek.

8. Következtetés

A szakirodalmi adatok, és saját eredményeink alapján nem zárható ki, hogy összefüggés áll fenn a genotípus és a testösszetétel, valamint az élelmiszerválasztás között. Valószínűleg azonban nem a genotípus, hanem a fenotípus (taster – non-taster) az, ami közvetetten, a preferenciákon és az élelmiszerválasztáson keresztül hozzájárulhat az elhízáshoz, és az ahhoz köthető betegségek kialakulásához. Mivel azonban az étkezési szokásokat és az élelmiszerpreferenciákat más, pl. szociodemográfiai és pszichológiai faktorok is befolyásolják, ezek hatása felülírhatja a fenotípus alapján „törvényszerűnek” vélt következményeket (keserű íz kedvelése/kerülése). További, nagymintás, reprezentatív kutatások eredményei szükségesek a feltételezések igazolásához.

9. Nyilatkozatok

Anyagi támogatás: A projekt az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00005 számú pályázat támogatásával készült. Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-19-3-I-SZIE-65 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának szakmai támogatásával készült. A szerzők köszönik a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal támogatását (FK 137577).

Szerzői munkamegosztás: Kísérlettervezés: BB, LA, VBM, GA; Adatgyűjtés: BB, KD, LA, VBM, KZ; Adatelemzés: BB, GA; Kézirat elkészítése: BB, GA, KZ; Kézirat felülvizsgálata, jóváhagyása: BB, GA, KD, LA, VBM, KZ.

Érdekltségek: A szerzőknek nincsenek érdekltségeik.

Köszönetnyilvánítás: Biró Barbara köszöni a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Élelmiszertudományi Doktori Iskola támogatását. Gere Attila köszöni a Prémium Posztdoktori Program és az NKFIH K134260 számú projektjének támogatását. A szerzők köszönik a kutatásban részt vevők közreműködését.

10. Irodalom

- [1] Miller-Keane, O'Toole M. (2003): Miller-Keane Encyclopedia & Dictionary of Medicine, Nursing & Allied Health, 7th ed. Saunders, Philadelphia.
- [2] Purves D; Augustine G. J; Fitzpatrick D; et al. (2004): Neuroscience, 3rd ed. Sinauer Associates, Sunderland.
- [3] Gottfried J. A. (2011): Neurobiology of Sensation and Reward, 1st ed. CRC Press, Boca Raton. DOI: <https://doi.org/10.1201/b10776>
- [4] Meyerhof W; Behrens M; Brockhoff A; et al. (2005): Human bitter taste perception. Chemical Senses, 30 (Suppl 1) pp. 14-15. DOI: <https://doi.org/10.1093/chemse/bjh089>
- [5] Wieczorek M. N; Walczak M; Skrzypczak-Zielińska M; et al. (2017): Bitter taste of Brassica vegetables: the role of genetic factors, receptors, isothiocyanates, glucosinolates and flavor context. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 58 (18) pp. 3130-3140. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1353478>
- [6] Tepper B. J. (2008): Nutritional Implications of Genetic Taste Variation: The Role of PROP Sensitivity and Other Taste Phenotypes. Annual Review of Nutrition, 28 pp. 367-388. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.28.061807.155458>
- [7] Beckett E. L; Martin C; Yates Z; et al. (2014): Bitter taste genetics - the relationship to tasting, liking, consumption and health. Food and Function, 5 (12) pp. 3040-3054. DOI: <https://doi.org/10.1039/C4FO00539B>
- [8] Kurihara K. (2009): Glutamate: From discovery as a food flavor to role as a basic taste (umami). American Journal of Clinical Nutrition, 90 (3) pp. 1-3. DOI: <https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.27462D>
- [9] National Center for Biotechnology Information, PubChem Database. Phenylthiourea, CID=676454. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Phenylthiourea>. (Hozzáférés: 2020. 05. 20.)
- [10] National Center for Biotechnology Information, PubChem Database. Propylthiouracil, CID=657298. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Propylthiouracil>. (Hozzáférés: 2020. 05. 20.)
- [11] Trivedi B. P. (2012): The finer points of taste. Nature, 486 S2-S3. DOI: <https://doi.org/10.1038/486S2a>
- [12] Bartoshuk L. M; Duffy V. B; Miller I. J. (1994): PTC/PROP Tasting: Anatomy, Psychophysics, and Sex Effects. Physiology and Behavior, 56 (6) pp. 1165-1171. DOI: [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(94\)90361-1](https://doi.org/10.1016/0031-9384(94)90361-1)

- [13] Hayes J. E; Keast R. S. J. (2011): Two decades of supertasting: Where do we stand? *Physiology and Behavior*, 104 (5) pp. 1072-1074.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2011.08.003>
- [14] Brookes A. J. (1999): The essence of SNPs. *Gene*, 234 (2) pp. 177-186.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-1119\(99\)00219-X](https://doi.org/10.1016/S0378-1119(99)00219-X)
- [15] National Center for Biotechnology Information and U.S. National Library of Medicine Database of Single Nucleotide Polymorphisms (dbSNP). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/snp/>
(Hozzáférés: 2020. 05. 20.)
- [16] Kim U. K; Drayna D. (2005): Genetics of individual differences in bitter taste perception: Lessons from the PTC gene. *Clinical Genetics*, 67 (4) pp. 275-280.
DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1399-0004.2004.00361.x>
- [17] Deshaware S; Singhal R. (2017): Genetic variation in bitter taste receptor gene TAS2R38, PROP taster status and their association with body mass index and food preferences in Indian population. *Gene*, 627 pp. 363-368.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gene.2017.06.047>
- [18] Campbell M. C; Ranciaro A; Froment A; et al. (2012): Evolution of functionally diverse alleles associated with PTC bitter taste sensitivity in Africa. *Molecular Biology and Evolution*, 29 (4) pp. 1141-1153.
DOI: <https://doi.org/10.1093/molbev/msr293>
- [19] Forrai Gy; Bánkövi Gy. (1967): Phenylthiocarbamid-ízlelőképesség vizsgálata budapesti gyermekpopulációban. *Orvosi Hetilap*, 108 (36) pp. 1681-1687.
DOI: <https://doi.org/10.1556/650.1967.09.03>
- [20] Fischer R; Griffin F; England S; et al. (1961): Taste Thresholds and Food Dislikes. *Nature*, 191 pp. 1328. DOI: <https://doi.org/10.1038/1911328a0>
- [21] Carta G; Melis M; Pintus S; et al. (2017): Participants with Normal Weight or with Obesity Show Different Relationships of 6-n-Propylthiouracil (PROP) Taster Status with BMI and Plasma Endocannabinoids. *Scientific Reports*, 7 (1) pp. 1-12.
DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-01562-1>
- [22] Choi J. H; Lee J; Yang S; et al. (2017): Genetic variations in taste perception modify alcohol drinking behavior in Koreans. *Appetite*, 113 pp. 178-186. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.02.022>
- [23] Yang Q; Dorado R; Chaya C; et al. (2018): The impact of PROP and thermal taster status on the emotional response to beer. *Food Quality and Preference*, 68 pp. 420-430.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.03.001>
- [24] Shen Y; Kennedy O. B; Methven L. (2016): Exploring the effects of genotypical and phenotypical variations in bitter taste sensitivity on perception, liking and intake of brassica vegetables in the UK. *Food Quality and Preference*, 50 pp. 71-81.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.01.005>
- [25] Mezzavilla M; Notarangelo M; Concas M. P; et al. (2018): Investigation of the link between PROP taste perception and vegetables consumption using FAOSTAT data. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 70 (4) pp. 484-490. DOI: <https://doi.org/10.1080/09637486.2018.1519527>
- [26] De Toffoli A; Spinelli S; Monteleone E; et al. (2019): Influences of Psychological Traits and PROP Taster Status on Familiarity with and Choice of Phenol-Rich Foods and Beverages. *Nutrients*, 11 (6) pp. 1329. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu11061329>
- [27] Yang Q; Kraft M; Shen Y; et al. (2019): Sweet Liking Status and PROP Taster Status impact emotional response to sweetened beverage. *Food Quality Preference*, 75 pp. 133-144.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.02.016>
- [28] Cossu G; Melis M; Sarchioto M; et al. (2018): 6-n-propylthiouracil taste disruption and TAS2R38 nontasting form in Parkinson's disease. *Movement Disorders*, 33 (8) pp. 1331-1339.
DOI: <https://doi.org/10.1002/mds.27391>
- [29] Choi J; Kim J. (2019): TAS2R38 Bitterness Receptor Genetic Variation and Risk of Gastrointestinal Neoplasm: A Meta-Analysis. *Nutrition and Cancer - An International Journal*, 71 (4) pp. 585-593. DOI: <https://doi.org/10.1080/01635581.2018.1559935>
- [30] Dżaman K; Zagor M; Sarnowska E; et al. (2016): The correlation of TAS2R38 gene variants with higher risk for chronic rhinosinusitis in Polish patients. *Otolaryngologia Polska - The Polish Otolaryngology*, 70 (5) pp. 13-18. DOI: <https://doi.org/10.5604/00306657.1209438>
- [31] Dubiel A. (2019): Bioelectrical impedance analysis in medicine. *World Scientific News*, 125 pp. 127-138.

- [32] WHO (2000): Obesity: Preventing and managing the global epidemic. WHO Technical Report Series 894, Geneva.
- [33] American Council on Exercise (2020): Percent Body Fat Norms for Men and Women. ACE - Tools & Calculators. <https://www.acefitness.org/education-and-resources/lifestyle/tools-calculators/percent-body-fat-calculator/?fbclid=IwAR0Ahy-PUqFswqVZRos5wQvMNSxOQ46RtH7qwCZpvR6jd2haKxK6CgLSes> Hozzáférés: 2020. 06. 18.
- [34] InBody USA. InBody 770 Result Sheet Interpretation. <https://inbodyusa.com/general/770-result-sheet-interpretation/> (Hozzáférés: 2020. 06. 18.)
- [35] Welch A. A. (2013): Dietary intake measurement: Methodology. In: Caballero B. (ed.): Encyclopedia of Human Nutrition, 3rd ed; vol. 2. Academic Press, Oxford, pp. 65-73. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375083-9.00075-1>
- [36] Greenacre M. (2017): Correspondence Analysis in Practice, 3rd ed. Chapman and Hall/CRC, New York. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781315369983>
- [37] Tepper B. J. (1999): Does genetic taste sensitivity to PROP influence food preferences and body weight? *Appetite*, 32 (3) pp. 422. DOI: <https://doi.org/10.1006/appe.1999.0240>
- [38] Yackinous C. A; Guinard J. (2002): Relation between PROP (6-n-propylthiouracil) taster status, taste anatomy and dietary intake measures for young men and women. *Appetite*, 38 (3) pp. 201-209. DOI: <https://doi.org/10.1006/appe.2001.0481>
- [39] Choi S. E; Chan J. (2015): Relationship of 6-n-propylthiouracil taste intensity and chili pepper use with body mass index, energy intake, and fat intake within an ethnically diverse population. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 115 (3) pp. 389-396. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jand.2014.09.001>
- [40] Adab P; Pallan M; Whincup P. H. (2018): Is BMI the best measure of obesity? *BMJ*, 360 pp. 15-16. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.k1274>
- [41] Masi C; Dinnella C; Monteleone E; et al. (2015): The impact of individual variations in taste sensitivity on coffee perceptions and preferences. *Physiology and Behavior*, 138 pp. 219-226. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2014.10.031>
- [42] Reitz J. K. (2007): Espresso. *Food, Culture and Sociology*, 10 (1) pp. 7-21. DOI: <https://doi.org/10.2752/155280107780154114>
- [43] Chamoun E; Mutch D. M, Allen-Vercoe E; et al. (2018): A review of the associations between single nucleotide polymorphisms in taste receptors, eating behaviors, and health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58 (2) pp. 194-207. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1152229>
- [44] Pasquet P; Oberti B; El Ati J; et al. (2002): Relationships between threshold-based PROP sensitivity and food preferences of Tunisians. *Appetite*, 39 (2) pp. 167-173. DOI: <https://doi.org/10.1006/appe.2002.0503>