

SZAKDOLGOZAT

Hanzó Panna

2024



Budai Campus

Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Biomérnök alapképzési szak

Alkalmazott biotechnológia szakirány

**GLUTÉNMENTES SÜTEMÉNYEK EGÉSZSÉGNÖVELŐ HATÁSÁNAK
LEHETŐSÉGEI**

Belső konzulens:	Dr. Kaszab Tímea egyetemi adjunktus
Belső konzulens intézete/tanszéke:	Élelmiszeripari Méréstechnika és Automatizálás Tanszék
Belső konzulens:	Stefanovitsné dr. Bányai Éva professzor emerita
Belső konzulens intézete/tanszéke:	Élelmiszerkémia és Analitika Tanszék
Készítette:	Hanzó Panna

Budapest

2024

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék.....	3
1 Bevezetés és célkitűzések.....	2
1.1 Bevezetés	2
1.2 Célkitűzések	2
2 Irodalmi áttekintés.....	4
2.1 A glutén	4
2.2 A gluténérzékenység.....	5
2.3 A glutén helyettesítése	6
2.4 Antioxidánsok, polifenolok, antocianinok	7
2.5 Kutatásban használt értékes komponensek	9
2.5.1 Törpe feketeberkenye	10
2.5.2 Sárgarépa	12
2.5.3 Értékes komponensek hatása a tészták állományára	15
3 Anyagok és módszerek	18
3.1 Felhasznált anyagok.....	18
3.2 Mérési módszerek.....	20
3.2.1 Texture Profile Analysis (TPA) teszt	20
3.2.2 Színmérés	22
3.2.3 Érzékszervi bírálat	22
3.2.4 Összes polifenol tartalom meghatározása	22
3.2.5 Színanyag meghatározása.....	22
3.3 Statisztikai értékelési módszerek	23
4 Eredmények és értékelésük.....	24
4.1 Texture Profile Analysis (TPA) teszt eredményei	24
4.2 Színmérés eredményei	27
4.3 Érzékszervi bírálat eredményei.....	31
4.4 Összes polifenol tartalom mérés eredményei	34
4.5 Színanyag meghatározás eredményei	37
5 Következtetések és javaslatok	38
6 Összefoglalás.....	40
7 Irodalomjegyzék.....	42
8 Ábrák és táblázatok jegyzéke	48
9 Melléklet	50

Rövidítések

Fizikai mennyiségek:

a* vörös-zöld színezetre jellemző paraméter, -

b* kék-sárga színezetre jellemző paraméter, -

L* világossági tényező, -

Mintakódok:

B 2,5 / B 2,5% 2,5 % berkenyeport tartalmazó piskóták

B 5 / B 5% 5,0 % berkenyeport tartalmazó piskóták

B 7,5 / B 7,5% 7,5 % berkenyeport tartalmazó piskóták

B 10 / B 10% 10 % berkenyeport tartalmazó piskóták

S 2,5 / S 2,5% 2,5 % sárgarépaort tartalmazó piskóták

S 5 / S 5% 5,0 % sárgarépaort tartalmazó piskóták

S 7,5 / S 7,5% 7,5 % sárgarépaort tartalmazó piskóták

S 10 / S 10% 10,0 % sárgarépaort tartalmazó piskóták

Fogalmak rövidítései:

CIE Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság (Comission Internationale de l'Éclargie)

TPA Két harapás teszt (Texture Profile Analysis)

TPC (Total Polyphenol Contant) összes polifenol tartalom

Statisztikai rövidítések:

ANOVA Varianciaanalízis (analysis of variance)

R² determinációs együttható

1 Bevezetés és célkitűzések

1.1 Bevezetés

Az élelmiszerek gyökeres részei az emberi életnek. Ahhoz, hogy egészséges, kiegyensúlyozott életet éljünk szükséges odafigyelni a helyes táplálkozásra, amit megnehezítenek az ételallergiák. Leggyakrabban az allergiás tüneteket kiváltó élelmiszerek a kagyló, földimogyoró, csonthéjasok, tej és a glutén.

A gluténérzékenység egy széles körben elterjedt, viszont még így is az érintettek körében kis számban diagnosztizált élelmiszerallergia. A betegségnek úgymond „gyógymódja” nincs, így csak a teljeskörű kizáró diéta alkalmazható a mindennapokban, ami sok kérdést és kihívást okoz az élelmiszeripar számára.

A gluténmentes lisztek önmagukban a fennálló problémára megoldást nyújthatnak, azonban szegényes tápanyagösszetételük következtében önállóan nem állják meg a helyüket egy kiegyensúlyozott diétában, mindenképp nagyon fontos az ilyen étrendet követő embereknek odafigyelni, hogy más úton pótolják a hiányzó tápanyagokat. Ezen felül pedig a tészták/sütőipai termékek szerkezetét is befolyásolja a glutén hiánya, így nem feltétlenül kapunk ugyanolyan minőségű terméket, mint mikor glutént tartalmazó lisztből készül a pékáru.

Ezeknek a tudatában kell még az iparnak fejlődni, hogy egyéb anyagok, értékes komponensek hozzáadásával tudják dúsítani az egyes tésztákat, hogy mind szerkezetileg, mind tápanyagtartalom szempontjából értékes élelmiszereket tudjanak előállítani azok számára, akiknek egészsége megköveteli a glutén teljes kizárását az étrendből, ami egy igencsak nagy kihívás az élelmiszeripar számára.

1.2 Célkitűzések

Számos élelmiszerkutató érintett ebben a témában és a problémák kiküszöbölésében, hogy egy táplálkozástani szempontból értékes élelmiszert tudjanak előállítani. Dolgozatom is ezen problémára épül, hogyan lehet leküzdeni ezeket a nehézségeket, így az egészségnövelt gluténmentes piskóta tésztánál a munkám célja a következő volt:

- a téma szakirodalmi feldolgozása, megismerése;
- a gluténmentes tészták/piskóták dúsítására használható értékes komponensek kiválasztása, mint a feketeberkenye és a sárgarépa por;
- a dúsított gluténmentes piskóta tészták reológiai- és szín vizsgálata, összes polifenol tartalom és színyanyag meghatározása, valamint érzékszervi bírálat;

- a vizsgálatok által kapott eredmények elemzése, a legértékesebb termék kiválasztása táplálkozástani szempontból;
- a különböző módszereknél kapott összefüggéseket statisztikai módszerrel történő kiértékelése;
- kapott eredmények alapján ajánlattétel/javaslat termékek gyártására az élelmiszeriparban.

Szakdolgozat - Hanzó Panna

2 Irodalmi áttekintés

2.1 A glutén

A búzaszemek fő raktározó fehérjéje a glutén. Több száz egyedülálló és rokonfehérjéből áll össze, viszont nagy részben glutenin és gliadin összetett keveréke. Több a gliadinhoz hasonló raktározó fehérje létezik, amiket gluténnek nevezünk, mint például a rozsban a szekalin, a zabban az avenin és az árpában a hordein (Biesiekierski, 2017). A glutén prolamin fehérjék keveréke, amely megjelenik a búzában, árpában, zabban és rozsban is. A gluténfehérjék ellenállósága képes előidézni a patogén peptidek megjelenését, ami pedig a genetikailag hajlamos emberekben cöliákiás betegséghez és allergiához vezetnek (Balakireva és Zamyatin, 2016).

A gliadinok és gluteninek szerkezetének kölcsönhatásától és egymáshoz viszonyított arányától függ a glutén funkcionális és reológiai tulajdonságai. A végtermék minőségére és a viszkoelasztikus tulajdonságokra nézve a komponensek kicsit eltérő funkciói játszanak kulcsfontosságú szerepet. Például a hidratált gluteninek a tiszta szilárdságáért felelősek, hiszen összetartóak, míg a tisztított és hidratált gliadinek a tészta viszkozitásáért és nyújthatóságáért felelősek (Biesiekierski, 2017).

A gluténfehérje hálózatok bonyolult szerkezete miatt az emésztőenzimek azt nem képesek teljesen lebontani, a le nem bontott alkotók pedig jelentős immunválaszt válthatnak ki (Chaudhry és mtsai., 2021). Nagyon változékonyak, mivel befolyásolja őket a különböző glutenin és gliadin komponensek és azok mérete, a termesztési körülmények, technológiai folyamatok, valamint a genotípus. A glutén egyedülálló tulajdonságaihoz ennek a mátrixnak a kölcsönhatásai és szerkezete járul hozzá. A glutént gyakran használják feldolgozott élelmiszerek adalékanyagaként, hiszen hőstabil, kötő- és nyújtószerként is működőképes, így jól használható a jobb állag, íz- és nedvességmegtartás elérése érdekében (Biesiekierski, 2017).

A búzalisztet tartalmazó ételek szerkezetét és viszkoelasztikus viselkedését a gliadinek és gluteninek kölcsönhatása adja a hidratálást követő mechanikai igénybevétel után. A nem kovalens kölcsönhatások és diszulfid kötések nagy szerepet játszanak a szerkezet megtartásában és a szerkezet oldhatóságát és hidrofób tulajdonságát eredményezi. A glutén pótlására először a gluténmentes lisztek volt a megoldás, ám ezek a lisztek nem voltak teljesen megfelelőek, ami a tészta szerkezetét illeti (Gasparre és Rosell, 2022).

2.2 A gluténérzékenység

A gluténérzékenység a vékonybelet érintő autoimmun betegség, amely az étrendi glutén fogyasztására alakul ki. Azonosítottak egy peptidet, ami 33 tagból áll, és számos jellemző utal arra, hogy a cöliákiában szenvedők szervezete erre a gluténra váltja ki a gyulladásos immunválaszt. Számos vizsgálatot végeztek in vitro és in vivo módszerrel, mind embereken és patkányokon, amik azt az eredményt mutatták, hogy a glutén stabil a gyomor- és hasnyálmirigy membránpoteázok lebomlása esetén (Shan és mtsai., 2002).

A gluténérzékenységet régebben egy igencsak ritka, gyermekkori emésztési rendellenességnek tekintették, viszont manapság a vékonybél biopszia és a szerológiai vizsgálatoknak köszönhetően már több mindent tudunk erről a betegségről. Feltárára került, hogy a lakosság 0,3% de akár 1%-át is érintheti ez az emésztési zavar, ezzel pedig a gluténérzékenység az egyik leggyakoribb élelmiszerérzékenység világszerte. Régi tévhitekkel szemben nem csak gyermekkorban, hanem bármely életkorban előfordulhat, emellett pedig a nőket akár kétszer gyakrabban érinti, mint a férfiakat. A gluténérzékenység megjelenése közvetlen rokonok között igencsak gyakori (10-15%), egyiptetűjű ikreknél pedig az esélye, hogy amennyiben az egyik rendelkezik ezzel az élelmiszerérzékenységgel akkor a másik is pedig 75-80% körül van (Scherf és mtsai., 2016). Elmondás szerint Magyarországon a lakosság 1-2%-át érinti ez a probléma, viszont ezekből az emberekből csupán minden tizedik diagnosztizált a gluténérzékenységgel (Riskó és mtsai., 2017).

A glutén intolerancia megnevezés három típusra mutathat: autoimmun cöliákia, búzaallergia és nem cöliákiás gluténérzékenység. Jelenleg a leghatékonyabb megoldása és kezelése ennek a betegségnek a gluténmentes diéta, ami egy bizonyítottan hatékony eljárás (Balakireva és Zamyatin, 2016).

Napjainkban csak a teljes kizáró diéta sikeres a cöliákia okozta tünetek kizárására. Ehhez pedig arra van szükség, hogy teljesen pótoljuk az étrendben a glutén jelenlétét más összetevőkkel. Viszont az elérhető gluténmentes termékek sajnos hiányosságokkal rendelkeznek, mint például az alacsony fehérjetartalom, ami mellé magas só- és zsírtartalom társul (Melini és Melini, 2019).

2.3 A glutén helyettesítése

Jelenleg számos helyettesítő megtalálható a bio-és nem bioboltokban a gluténmentes életmód betartásához. A különféle lisztek remek alternatívákat kínálnak, mint például a rizsliszt, kukoricaliszt, mandulaliszt, zabliszt és a kókuszliszt.

Culetu és munkatársai egy 2021-es kutatásban 13 gluténmentes lisztet (rizs, barna rizs, kukorica, zab, köles, teff (tőtíppan), amaránt, hajdina, quinoa, csicseriborsó, gram, tigrismogyoró, útifű) hasonlított össze a beltartalmi összetevőik és funkcionális tulajdonságaikat alapján. Nem meglepő, de szinte az összes liszt esetében a keményítő volt a fő összetevő, olyan 70-80% körül. Kivételt képeznek a gram- csicseriborsó- és tigrismogyoró-lisztek, amik alacsonyabb keményítőtartalommal (<45%), de magasabb rosttartalommal (8,8-35,4%) rendelkeznek. A gram-lisztek magasabb kalcium-, magnézium-, cink-, kálium-, foszfortartalommal és alacsonyabb nátriumtartalommal bírnak, így egy jó alternatívát biztosíthatnak a gluténmentes élelmiszerekben ahhoz, hogy egészségesebb élelmiszereket állítsunk elő. Jó fehérje emészthetőséggel rendelkezik az amarántliszt, ezzel szemben viszont a tigrismogyoró- és kölesliszt már kevésbé volt emészthető.

Ezen kívül meg kell említeni, hogy azok a lisztek, amelyek elérték egy felnőtt napi bevitelére vonatkozó aminosav-ajánlást és nem mutattak korlátozó aminosavat, azok a gram-, quinoa-, hajdina- és a zabliszt voltak. Culetu és munkatársai (2021) vizsgálataiból az is kiderült, hogy összes polifenol tartalmat és antioxidáns kapacitást illetően a legmagasabb értéket a hajdina mutatta, ezt követte a quinoa- és végül a kukoricaliszt. Ez a kutatás egy nagyon jó betekintést nyújthat számunkra a különböző gluténmentes liszt alternatívákról, hogy a számunkra megfelelő lisztet válasszuk. Viszont ezzel együtt azt is láthatjuk, hogy nem minden esetben felelnek meg a lisztek az étrendnek (túl magas keményítő- vagy rosttartalom), így vagy egyéb étrendkiegészítőkkel kell fenntartani a helyes táplálkozást, vagy dúsítani kell különböző adalékokkal az egyes gluténmentes termékeket.

A glutén helyettesítésére számos növényi és állati eredetű fehérjeforrás áll rendelkezésre. Skendi és munkatársai egy 2021-es kutatásukban vizsgálták a magas fehérjetartalmú, glutént helyettesítő anyagok lehetőségeit. A növényi eredetű gluténmentes lisztek esetében a rizslisztet tartják a legalkalmasabbnak, hisz nincs különösebben íze, könnyen emészthető, és a rizs egy hipoallergén élelmiszer. Emellett a fehér színe nem befolyásolja a belőle készült termékek színét (Sahagún és Gómez, 2018). A hüvelyes növényekből kinyert

lisztek iránt szintén nagy az érdeklődés, hisz jó fehérje- és lizintartalommal rendelkeznek, viszont sajnos metioninban, ciszteinben és más aminosavakban szegényesek. Ezzel szemben a szójababból kinyert szójafehérje izolátum jelentős esszenciális aminosavtartalommal rendelkezik. Emellett a vízfelszívódás befolyásolásával kihatással van a tészta reológiájára. Mint azt tudjuk, a gluténmentes termékek szerkezete és reológiája általában rosszabb, mint a gluténtartalmú liszteké. Azonban a szójafehérje izolátum erre jótékonyan hat (Srikanlaya és mtsai., 2018).

Mindezek mellett Skendi és munkatársai (2021) az állati eredetű gluténmentes fehérjeforrásokat is megvizsgálták. Sok esetben tojás és tejtermék eredetű fehérjéket használtak a gluténmentes termékekben, hogy a fehérje- és aminosavtartalmuk jobb legyen. Összességében e fehérje izolátumoknak jó tulajdonságaik mellett az oldhatóságuk is kiváló, és stabil anyagok. Ám, ha ezeket a fehérjéket alkalmazzák a tészták dúsítására, érezhetően kevésbé ropogós a kenyérhéja. Ennek oka Pico és mtsai. (2019) szerint lehet a tojásfehérje is, ami sütés közben denaturálódik, és emiatt nedvességet enged a kenyérhéjba. A hozzáadott fehérje típusa képes befolyásolni a kenyérhéj színét, hisz az adott fehérje izolátum reakcióba lép a liszt szénhidrátjaival, ami Maillard reakciókat vált ki. Ez képes csökkenteni a héj fényességét, így vörösebb színt kapunk eredményül (Sahagún és Gómez, 2018). Ennek oka lehet ezeknek a fehérjéknek a magas lizin tartalma (Pena-Ramos és mtsai., 2004). Ennek fényében elmondható, hogy minél több fehérjét adunk a tésztához, annál sötétebb lesz a színe (Sahagún és Gómez, 2018).

Ha gluténmentes tészta szerkezetét magas fehérjeforrással szeretnénk optimalizálni, akkor figyelembe kell venni a fehérje extrakciós eljárását és a tészta rendszer vízvisszatartó képességét és viszkozitását. Ezeknek a paramétereknek a szabályozásában fontos a hidrokolloidok és enzimek jelenléte a rendszerben. Ezzel együtt fontos számba venni a kiválasztott fehérje emészthetőségét is (Skendi és mtsai., 2021).

2.4 Antioxidánsok, polifenolok, antocianinok

Nehéz meghatározni, hogy pontosan mi is az oxidatív stressz és az antioxidánsok. Az irodalomban használt „antioxidáns” kifejezés a lipid-peroxidáció láncbontó antioxidáns inhibitoraira korlátozódik. Ez abból fakad, hogy az élelmiszerkutatók gyakran az antioxidánsokat a lipid-peroxidáció gátlóival azonosítják, mivel antioxidánsokat használnak az avasodás megelőzésére. Az in vivo képződő szabad gyökök a lipideken kívül a fehérjéket, a DNS-

t és más molekulákat is károsítanak. Egy tágabb definíció alapján az antioxidáns magába foglal minden anyagot, amely az oxidálható szubsztátumhoz képest kevés mennyiségben késlelteti vagy megakadályozza az adott szubsztátum oxidációját (Halliwell, 1996). Az oxidatív stressz lehet az oka számos kóros állapotnak, betegségeknek (pl.: fertőzések), ha ezek az antioxidánsok hiányoznak, más egyéb gyökfogásban játszó komponensek mellett, mint például a mikroelemek. Számos antioxidánst és azok működését elősegítő anyagot ismerünk, mint például a vitaminok, aminosavak, peptidek és polifenolok (Vertuani és mtsai., 2004).

A növényi eredetű funkcionális élelmiszerek biztonságos és terápiás potenciáljuknak köszönhetően jelentős figyelmet kapnak. A polifenolok a bioaktív molekulák legnagyobb számú és legszélesebb körben elterjedt csoportja. Általánosságban két csoportra oszthatjuk a polifenolokat: flavonoidok és fenolsavak. A két csoportot tovább lehet osztani, a flavonoidok esetében vannak flavonok, flavononok, flavonolok és izoflavonok, a fenolsavakat pedig hidroxibenzoésavakra és hidroxifahéjsavakra. A polifenolok leggyakoribb forrása a gyümölcshéj, viszont tartalmuk fajonként és termesztési körülményenként változhat. Különböző biológiai aktivitásokkal rendelkeznek, amelyek főként szerkezetüknek tulajdoníthatók (Abbas és mtsai., 2016). Több élelmiszerben is megtalálhatók, mint például a gyümölcsök (bogyógyümölcsök, citrusfélék), zöldségek (brokkoli), kakaóban, kávéban, teában, és még sok másban. Flavonok a teában, almában, kakaóban és a zöldbabban vannak jelen nagy mennyiségben, a flavononok a citrusfélékben található heszperidinben, a hidroxifahéjsavak a kávéban és sok gyümölcsben, az antocianinok pedig legnagyobb mértékben a bogyós gyümölcsökben (Williamson, 2017).

Az antocianinok különböző rózsaszín, piros, lila és kék árnyalatot kölcsönöznek a virágoknak, gyümölcsöknek és zöldségeknek. Jelentős szerepet játszanak a növények szaporításában, ökofiziológiájában és a növények védelmi mechanizmusában is. Szerkezetüket tekintve az antocianinok acilsavakkal és cukrokkal módosított antocianidinek. Ezek a vegyületek, színezékek érzékenyek a pH-ra, fényre, hőmérsékletre és a fémionok jelenlétére (Alappat és Alappat, 2020). Fogyasztásuk számos krónikus betegség ellen képes védőanyagként szolgálni, erős antioxidáns tulajdonságaik miatt pedig számos egészségügyi előnyt jelentenek. Az antocianinok a flavonoidok csoportjába tartoznak, tehát ők maguk is polifenolok (Welch és mtsai., 2008).

Vidovic és mtsai. (2019) szerint a stabil és könnyen kezelhető termék eléréséhez, a folyékony kivonatokat por állagúvá kell alakítani, amihez megfelelő szárítási technikát kell alkalmazni.

A porgyártás egyik legnagyobb kihívása a stabil, magas koncentrációjú, kis molekulatömegű cukrokat tartalmazó folyékony kivonatokból való por előállítás. Számos szárítási technika áll rendelkezésünkre gyümölcs- és gyógynövényporok előállítására, viszont leggyakrabban a porlasztva szárítást alkalmazzák. A porlasztva szárítás hatékony módszer az összes monomer antocianint, flavonoidot, proantocianidint és cianin-3-glükozidot tartalmazó porok előállítására (Horszvald és mtsai., 2013). Gonnissen és munkatársai egy 2008-as kutatásban előnyben részesítették a porlasztva szárítást (folyamatos technológiai művelet) a szakaszos eljárásokkal szemben, hisz rövidebb így a forgalomba hozatali idő és jobb minőségű termék hozható forgalomba. Ahhoz, hogy megfelelő minőségű port állítsunk elő a porlasztva szárítási technológia igényli a megfelelő beállításokat, mint például a működési feltételek és a betáplált oldat összetétele, ami a folyékony kivonat és az adalékok keveréke. Az üzemi feltételek megfelelő beállítása a bemeneti és kimeneti hőmérsékletek változására, a porlasztási áramlásra, a folyadék áramlási sebességére, a folyékony betáplált anyagban található szilárd anyagok koncentrációjára és a hozzáadott szárító adalékok koncentrációjára vonatkozik (Vidovic és mtsai., 2019).

2.5 Kutatásban használt értékes komponensek

Ahhoz, hogy táplálkozásélettani szempontból értékes élelmiszert hozzunk létre, különböző anyagokkal kell dúsítani a gluténmentes piskótát. Gambus és munkatársai egy 2009-es kutatás során gluténmentes sütemények és kekszek minőségét vizsgálta. A kontrol minta mellett ők lenmag- hajdina- és amarántliszttel dúsították az édesipari termékeket, hogy növelni tudják a tápértéküket. Kutatásuk során a dúsított édesipari termékek több mikro- és makroelemet (pl.: kálium, foszfor, magnézium, vas, cink, mangán és réz) tartalmaztak, mint a kontrol minták, emellett pedig jelentős emelkedést figyeltek meg a sütemények fehérje- és rosttartalmában (Gambus és mtsai., 2009). Egy másik kutatásban, amit Levent és munkatársai végeztek 2021-ben a cukrot 75%-os szőlőmelasszal helyettesítették gluténmentes süteményekben. Ezen kívül a gluténmentes lisztkeverék, amit a süteményekhez felhasználtak 75%-ban rizsliszt, 15%-ban csicseriborsóliszt és 10%-ban sárgarépaliszt kombinációja volt. A keveréket külön-külön 5%-os szőlőmaggal, gránátalmaggal, lenmaggal, mákkal és kurkumával cserélték ki, hogy javítsák a gluténmentes sütemények tápanyag összetételét. Eredményeik azt mutatták, hogy ezekkel a komponensekkel való dúsítás elfogadható

érzékszervi tulajdonságú, magas összes fenolos vegyület tartalmú és antioxidáns aktivitású élelmiszert lehet előállítani (Levent és mtsai., 2021).

Méréseink során mi annak reményében, hogy egy jobb tápanyagösszetételű élelmiszert állítsunk elő a gluténmentes piskótákban feketeberkenye és sárgarépa porral dúsítottuk a tésztákat.

2.5.1 Törpe feketeberkenye

A berkenyéken belül két nemzetség ismert, a berkenye a *Sorbus* és a törpeberkenye az *Aronia* nemzetség. Ide tartozóan két amerikai cserjefajt ismerünk: a törpe fekete berkenyét (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott), és a piros berkenyét (*Aronia arbutifolia* L.). Ezek a *Rosaceae* családba és azon belül is a *Maloideae* alcsaládba tartoznak. Elsősorban lekvár, bor, gyümölcsle készítésére alkalmazzák, ám dísznövény formájában is előfordulnak (Kokotkiewicz és mtsai., 2010). Maga a növény 2-3 méter magasra nőhet meg, a virágzás pedig májustól júniusig tart, amik később a vörösberkenye esetében apró, vörös gyümölcsöket hoznak, a feketeberkenyénél pedig lilás-feketés színű kis terméseket (Seidemann, 1993). A betakarítás általában augusztus és szeptember környékén történik. Ültetést követően körülbelül 5 év elteltével lehet a legnagyobb hozamot szüretelni, mikor már a növény teljesen megérett („felnőtt”) (McKay, 2001). Alapjáraton az emberek nem szívesen fogyasztják nyersen ezt a gyümölcsöt, viszont az élelmiszeripar gyakran használja fel ételszínezék gyanánt (Kratchanova és mtsai., 2018).

A beltartalmi jellemzőket (ásványi anyagok, vitaminok, szénhidrátok, aminosavak, zsírok, szerves savak, polifenol tartalom) nagyban befolyásolják az érési vagy éghajlati viszonyok, a trágyázás, a növény fajtája, valamint a betakarítás időpontja. Legfontosabb összetevője a polifenolvegyületek, hiszen ezek bizonyítottan jótékony hatásúak az emberi szervezetre. Gyulladáscsökkentő, vérnyomáscsökkentő hatásuk is van (vírus ellenes, rákellenes, cukorbetegség és érelmeszesedés ellenes). Az antocianinok, flavonoidok, procianidinek és fenolsavak (különböző polifenol vegyületek) együttesen felelősek a fent említett tevékenységekért eltérő arányban és mennyiségben (Jurendić és Ščetar, 2021). A fekete berkenye kivonataira in vitro és in vivo módszerekkel is kimutattak jótékony hatásokat (Kokotkiewicz és mtsai., 2010).

Az **1. táblázat** a feketeberkenye tápanyagösszetételét, valamint ajánlott napi beviteli mennyiségeket mutatja be az eltérő korosztályok számára.

1. táblázat A fekete berkenye tápanyagtartalma és ajánlott napi bevitel
(Forrás: Jurendić és Ščetar (2021) nyomán)

Összetevő	100 g	Ajánlott napi bevitel				Napi beviteli érték
		1-4 éves korig	4-15 éves korig	15 éves kortól	Átlag	%
Energia (kcal)						
Szénhidrátok (Kcal)	60	1100-1300	1300-2900	2000-3400	2000	3
Fehérje (g)	0,7	14	18-50	48-67	40	2
Zsírok (g)	0,14	-	-	-	-	
Ásványi anyagok (mg)						
Nátrium (Na)	2,6	400	500-1400	1500	950	0,3
Kalcium (Ca)	32	600	750-1200	1200	900	4
Kálium (K)	218	1100	1300-3600	4000	2550	9
Magnézium (Mg)	16	80	120-310	350-400	240	7
Cink (Zn)	0,2	3	4-12	11-16	10	2
Vas (Fe)	0,9	8	8-15	12-15	12	8
Vitaminok (mg)						
Tiamin (B ₁)	0,02	0,6	0,7-1,2	1,1-1,4	1	2
Riboflavin (B ₂)	0,02	0,7	0,8-1,4	1,2-1,6	1	2
Piridoxin (B ₆)	0,03	0,6	0,7-1,5	1,4-1,6	1	3
Niacin	0,3	8	9-15	13-17	12	3
Pantoténsav	0,3	4	4-6	6	5	6
Aszkorbinsav (C)	14	20	30-85	90-110	65	22
Tocopherol (E)	1,7	5-6	8-14	12-15	10	17
Folsav/μg	20	120	140-300	300	210	10
Fillokinon (K)	24	15	20-50	60-80	48	50

A törpe fekete berkenye gyümölcse igen jelentős össz-polifenol tartalommal rendelkezik: 690-2560 mg galluszsav-ekvivalensben (GAE) tartományban határozták meg 100 g friss tömegben (Jurikova és mtsai., 2017). Ye Tian és munkatársai 2017-ben egy kutatás során összehasonlították sok más bogyós gyümölcs és a fekete berkenye összes polifenol tartalmát egymással. Ezek közé tartozik a piros és a fehér ribizli, valamint málna. A kutatásokat HPLC módszerrel és DAD detektálással végezték. A kutatások azt mutatták ki, hogy a fekete berkenye polifenol tartalma sok esetben sokszorosa a többi vizsgált gyümölcsének (Jurikova és mtsai., 2017).

A fekete berkenye és számos más növényfaj (szőlő, zöldségek) polifenolokkal ellátott élelmiszerek, így gyakran alkalmazzák az élelmiszeriparban különböző élelmiszerek dúsítására is (Kahkönen és mtsai., 2001). A bogyós növények fenolos vegyületek koncentrációját nagyban

befolyásolják a termesztési körülmények és a betakarítás ideje. Jellemzően ezeknek a vegyületeknek a koncentrációja 2000 mg/100 g és 8000 mg/100 g között mozog száraz tömegben. Nagyon sok, széles körben elterjedt elemzési módok állnak rendelkezésre a fenolos vegyületek kutatására, többek között a diódasoros detektálás (DAD), a nagy teljesítményű folyadékkromatográfiás detektálás (HPLC), és a nagy teljesítményű folyadékkromatográfiás ionizációs tandem tömegspektrometria (HPLC/ESI-MS) (Slimestad és mtsai., 2005).

Napjainkban különös figyelmet érdemel a feketeberkenye, hisz nagyon gazdag polifenolos vegyületekben, emellett pedig a proantocianidin-, antocianin- és fenolsavtartalma is meglehetősen magas (Vidovic és mtsai., 2017). Ramic és munkatársai egy korábbi kutatásban 2015-ben már megállapították, hogy a feketeberkenye bogyós gyümölcseinek a feldolgozása során az élelmiszeriparban visszamaradó melléktermék vagy hulladék is értékes, hisz ugyanúgy tartalmaz polifenolos vegyületeket. Azt is kimutatták, hogy ahhoz, hogy visszanyerjék a feketeberkenye polifenolos összetevőit és új, funkcionális termékeket hozzanak létre az ultrahanggal segített extrakció jól alkalmazható, folyadék formájában ki lehet nyerni ezt a terméket.

Zlabur és munkatársai egy 2017-es kutatásban azt vizsgálták, hogy milyen hatással van egy gyümölcslére, ha feketeberkenye porral dúsítják. A kísérletekhez almalét használtak. Megállapították, hogy a feketeberkenye por hozzáadását követően az almalé kémiai összetételei megváltoztak, mint például a sűrűség, teljes savasság, pH és az összes oldható szárazanyagtartalom. Ezen felül pedig a bioaktív vegyületek szintjét (C-vitamin, összes fenol-, flavonoid, antocianin) is megemelte. Ezt tekintve a feketeberkenye porral dúsított élelmiszerek táplálkozási szempontból kimagaslóan értékes termékek, amelyek számos potenciális jótékony hatással vannak az emberi szervezetre.

2.5.2 Sárgarépa

A sárgarépa (*Daucus carota* subsp. *stavius* L.) egy széles körben ismert és fontos zöldségnövény világszerte. A vad répa keserű, apró gyökérzöldség, amelyet évekig tartó termesztés és házasítás során egy sokoldalú zöldséggé lehetett alakítani. A világ éves termelése jelenleg 27 millió tonna, Kína, Oroszország és USA a vezető termelő országok: a világ kibocsátásának 45%-át állítják elő (Food and Agriculture Organization, 2008). A sárgarépa köztudottan Afganisztánból és Perzsiából származik (Banga, 1963). Ez a termés a világ tíz vezető zöldségnövénye közé tartozik (World Health Organization, 2019). Napjainkban körülbelül 1,2 millió hektár föld van felhasználva répatermelésre világszerte, ami 14 milliárd dollárba kerül. A

sárgarépa az elmúlt 50 évben főként Ázsiában és Európában, főként hűvös évszakban termesztett növény (Bolton és mtsai., 2020). Hidegebb éghajlaton érdemes termesztetni, mivel ez a zöldség érzékeny lehet a melege, trópusi övezeteken a termesztése problémás lehet (Landjeva és mtsai., 2008).

A sárgarépa egy megduzzadt karógyökér, ami nyersen és főzve is fogyasztható. Édes és sós ételekben is megtalálható, emellett a magas β -karotin tartalma miatt nagyon fontos a fogyasztása, hisz ezt a szervezetünk A vitaminná alakítja, ami a szem megfelelő működéséhez fontos (hiánybetegség: farkasvakság). Élelmiszeriparban és kozmetikai termékek elkészítésében is szívesen hasznosítják, leveléből salátákat, magjaiból pedig gyógyteákat készítenek (Carrot W., 2011). Elsősorban látásjavító tulajdonságai miatt ápolják ezt a növényt, mivel olyan bioaktív vegyületeket tartalmaz, mint a karotionidok, amelyek az A-vitamin képződéséhez jelentősen hozzájárulnak (Longnecker és mtsai., 1997).

Mint ahogyan sok más színes zöldség, a sárgarépa is gazdag antioxidánsokban. A benne található karotionidok, polifenolok és vitaminok antioxidánsként, immunerősítőként és rákellenes anyagokként hatnak a szervezetben, semlegesíthetik a szabad gyökök kialakulását (Carlos és Dias, 2014). A zöldségekben található antioxidánsoknak fontos szerepük van az oxidatív stressz okozta megbetegedések megelőzésében (Calderaro és mtsai., 2020). Az oxidatív stressz szabad gyököket szabadít fel a szervezetben, ami sok komoly megbetegedést okozhat, mint például reuma, szürkehályog, szív- és érrendszeri rendellenességek, rákos megbetegedések, autoimmun betegségek, és ezek mellett az öregedés (Kaur és Kapoor, 2001). Az antioxidánsok képesek eltávolítani a szabad gyököket és/vagy megelőzni ezek kialakulását. Egyes tanulmányok szerint a rendszeres zöldségfogyasztás csökkentheti a rákos megbetegedéseket, az öregedést és az egyéb degeneratív megbetegedések okozta halálozást (Lau és mtsai., 2000). Azt is kimutatták, hogy gátló mutagenézis-aktivitást mutatnak, ami egyes rákbetegségek kialakulását csökkenthetik. Antikarcinogén hatást fejtenek ki, amelyek modulálják az immunválaszokat és csökkentik a gyulladásokat (Dias, 2012).

Zaini és munkatársai 2011-ben beszámoltak a sárgarépalé-kivonatokról mieloid és limfoid leukémia sejtvonalakra nézve. A kutatás során in vitro sejtanalízist végeztek, amely során a sárgarépalé-kivonatokat leukémiás és nem tumoros sejtvonalakban inkubáltak 72 órán keresztül. Az eredmények azt mutatták, hogy a daganatos sejtekben a sárgarépalé-kivonat képes volt apoptózist és sejtciklus leállást indukálni. A kutatók azt gondolják, hogy ezért a hatásért a β -karotin és falcarinol lehet a felelős (Zaini és mtsai., 2011).

Karotinban és aszkorbinsavban gazdag kertészeti növény és élelmiszer. Tele van vitaminnal, nedvességgel, cukorral, rosttal és fehérjével. A sárgarépa egy gyöker zöldség, mely karotinoidokkal gazdag, jellegzetes ízét pedig a benne található terpenoidoknak és poliacetilénnek köszönheti. Különböző színekben jelenhet meg: narancssárga, citromsárga, lila, vörös, fehér és fekete. Számos jótékony hatással jár a fogyasztása, ezek közül kiemelkedően nagy fontosságú a szemre gyakorolt hatása: a benne található lutein nélkülözhetetlen a makula pigmentek kialakulásához, ami a normál szemműködéshez elengedhetetlen (Raees-ul és Prasad, 2015). A sárgarépa β -karotinban, tiaminban, B-vitamin komplexben, riboflavinban és ásványi anyagokban dús gyökerzöldség (Aukbor és Eze, 2012). Emellett a sárgarépa törkölypor fehérjét (10,06%), zsírt (1,75%), hamut (7,29%) és nyersrostot (69,65%) tartalmaz (Sharoba és mtsai., 2013).

A **2. táblázat**ban láthatjuk, a sárgarépa nagyon gazdag vitaminokban és ásványi anyagokban.

2. táblázat A sárgarépa tápanyagtartalma és az ajánlott napi bevitel 2000 kalóriás étrend esetén (Ikram és mtsai., (2024) nyomán)

Összetevő	100 g	Napi ajánlott bevitel %-a
Kalória	41 kcal	-
Víz	88,29 g	-
Fehérje	0,93 g	1,86%
Szénhidrátok	9,58 g	3,19%
Rost	2,8 g	11,2%
Cukrok	4,74 g	-
Zsír	0,24 g	0,37%
Telített zsír	0,04 g	0,20%
Egyszeresen telítetlen zsír	0,01 g	-
Többszörösen telítetlen zsír	0,12 g	-
Koleszterin	0 mg	0%
Vitaminok		
A-vitamin	835 μ g (β -karotinból)	92,78%
C-vitamin	5,9 mg	6,56%
K-vitamin	13,2 μ g	11%
E-vitamin	0,66 mg	4,40%
B ₆ -vitamin	0,14 mg	8,24%
Ásványi anyagok		
Kálium	320 mg	6,81%
Kalcium	33 mg	3,30%
Vas	0,30 mg	1,67%
Magnézium	12 mg	2,86%
Foszfor	35 mg	5%
Nátrium	69 mg	-
Cink	0,24 mg	2,18%
Mangán	0,14 mg	6,09%

Alasalvar és munkatársai 2001-ben egy kutatás során négy különböző répának (sárga, fehér, citromsárga, lila) hasonlították össze az illóanyagtartalmát, fenol-, cukor-, antioxidáns-, és vitamintartalmát, ezeken felül pedig még érzékszervi tulajdonságaikat is megvizsgálták. Összesen a kutatás során 35 illékony komponenst azonosítottak, a legmagasabb tartalommal pedig a fehérrépa rendelkezett. A fenolos vegyületek elválasztásához és azonosításához HPLC elválasztást használtak, és összesen 11, 16, 10 és 9 fenolos vegyületet határoztak meg. Ezek közül is kiemelkedő mennyiségben klorogénsav volt a legjelentősebb a répa mintákban.

2.5.3 Értékes komponensek hatása a tészták állományára

Az élelmiszeriparban, és azon belül is a sütőiparban jelentős mértékben elterjedt a különböző gyümölcs- és zöldségporok alkalmazása különböző sütemények dúsításához. Salehi és Aghajanzadeh 2019-ben egy kutatás során megvizsgálták, hogy az egyes gyümölcs- és zöldségporok milyen hatással vannak a tészta tápértékére, fizikai és érzékszervi vonatkozásaira, valamint a mikrobiológiai tulajdonságaira. Ezek a porok magas rosttartalommal rendelkeznek, amit kenyér, tészta és sütemények készítéséhez előszeretettel alkalmaznak, mivel meghosszabbítja a frissességet, csökkenti a gazdasági veszteségeket, és ezek mellett javítja a térfogatot, a szilárdságot és a rugalmasságot is. Viszont ezek mellett fontos figyelembe venni azt is, hogy a rost képes befolyásolni a tészták textúráját (Elleuch és mtsai., 2011). Elsősorban pozitív hatásai vannak a tészta szerkezetére, hisz javítja az érzékszervi tulajdonságait a jobb textúrával, megjelenéssel, színnel és ízzel (Puvanenthiran és mtsai., 2014).

A tésztához hozzáadott gyümölcs- és zöldségporok jelentősen befolyásolják a termék fizikai tulajdonságait, mint például a sűrűség, szín, textúra, térfogat, és a reológiai tulajdonságai (Quiles és mtsai., 2018). Például Arora és munkatársai 2017-es kutatásában gomba porral dúsította a sütemény tésztáját, ami csökkentette a sűrűséget, specifikus térfogatát és a tágulási arányát, és ezekkel együtt növelte a tészta szilárdságát.

Sütemények készítése során fontos figyelembe venni a nyers tészta viszkozitását is, hisz ez is befolyásolja a piskóta állagát a sütés után. A viszkozitás a folyadék belső súrlódása, vagy az áramlással szembeni ellenállásra való hajlam (Bourne, 2002). Mikor a sütemény tészta formulájához növényi rostokat adagolunk, a viszkozitása megváltozik a vízmegtartó képességhez képest, megnövekszik (Salehi és Kashaninejad, 2017). A sütemény végső térfogata függ az elkészítés során beépített kezdeti levegőtől és a tészta azon kapacitásától, hogy a keletkezett légbuborékokat a sütés során megtartsa a szerkezetében. Tehát ha rostokat

adunk a sütemény tésztájához megnövekszik annak a viszkozitása, ezzel együtt pedig a képessége, hogy a levegőbuborékokat ne engedje a sütési folyamat során a felszín felé emelkedni, így pedig egyértelműen javítható az elkészített sütemény minősége (Lu és mtsai., 2010). A rizsliszt alapú gluténmentes süteménytészták reológiai tulajdonságairól Kirbas és munkatársai készítettek egy beszámolót 2019-ben: az eredmények azt mutatták, hogy a porok alkalmazásával a tészta látszólagos viszkozitása, rugalmassági modulusa (G') és viszkózus modulusa (G'') nőtt. Emellett megnövekedett a tészta fajsúlya és a morzsa keménysége, valamint csökkent a sütemény fajlagos térfogata is (Tavman és mtsai., 2019).

Mint ahogyan azt már említettük, a feketeberkenye egy kiváló egészségnövelő gyümölcs egyedülálló bioaktív összetételének köszönhetően. Park és Chung egy 2014-es kutatásban muffinok antioxidáns tartalmát vizsgálták, amelyeket 0-15% feketeberkenye porral dúsítottak. Egyértelműen kimutatható volt, hogy a sütemény összes polifenol- és flavonoid-tartalma megnövekedett a por hozzáadását követően. A már megsült muffin nedvességtartalma, vörössége és keménysége megnövekedett a feketeberkenye por koncentrációjának növekedésével, ám ezzel együtt kisebb fajlagos térfogatú, sárgásabb és sötétebb muffinok lettek a végeredmény. Az általuk elvégzett érzékszervi bírálat során a fogyasztók úgy vélekeztek, hogy a 10%-os feketeberkenye koncentrációval rendelkező muffinoknak voltak a legelfogadhatóbb érzékszervi tulajdonságaik (Park és Chung, 2014).

Salehi és Aghajanzadeh egy 2019-es kutatásában megvizsgálták az egyes gyümölcs- és zöldségporok hatását a süteménytésztákra nézve, és azt tapasztalták, hogy az egyik legtöbb pozitívummal járó hozzáadott por a sárgarépa volt. A tészta állaga, sűrűsége, viszkozitása és szilárdsága megnövekedett, emellett ezt a port tartalmazó sütemények szabályosabb formájúak és lágyabb textúrával rendelkeztek, mint a kontrolminták (Salehi és Aghajanzadeh, 2019).

A süteményeket 0-30% sárgarépa por koncentráció között dúsították a kísérlet során. A por szintjétől függően a piskóta látszólagos viszkozitása 12,3 – 37,2 Pas között változott (nyírási sebesség = 38 s^{-1}). Az eredmények alapján elmondható, hogy a piskóta tésztájának látszólagos viszkozitása egyenesen nőtt a hozzáadott por koncentrációjával. Ebből adódik, hogy a 30% sárgarépa port tartalmazó sütemény tésztájának volt a legnagyobb a viszkozitása. Ezenfelül a sárgarépával dúsított sütemény magasabb hamu-, sűrűség-, β -karotin és nedvességtartalmat mutatott, viszont ezzel ellentétben a minták fehérje- és szénhidráttartalma csökkent. 10%-os sárgarépa por esetén a piskóta rágóssága, keménysége és gumiszerűsége pedig úgyszintén

csökkent. A mérések azt mutatták, hogy ehhez a koncentrációhoz tartozó minta morzsája volt színben a legsötétebb is, ezért a 10% sárgarépa port tartalmazó süteményt választották a legalkalmasabbnak (Salehi és Aghajanzadeh, 2019).

Irodalmi áttekintésem során láthattam, hogy számos módon próbálták már javítani a gluténmentes élelmiszerek tápértékét, reológiáját és érzékszervi tulajdonságait, viszont nem igazán találkoztam olyan módszerrel, ahol a cukrot helyettesítették feketeberkenye vagy sárgarépa porral, valamint összes polifenol tartalmat mértek volna a dúsított élelmiszereken. Ezen felül arra a következtetésre jutottam, hogy a feketeberkenye kutatása, mint értékes élelmiszer még kezdetleges, így egy izgalmas kutatási lehetőséget adott.

Ezért döntöttünk úgy, hogy a gluténmentes piskótákat feketeberkenye és sárgarépa porral fogjuk dúsítani, ezzel pedig a tészták cukortartalmát is felcseréltük, majd a különböző receptúrájú tészták reológiai és érzékszervi tulajdonságai, színe és összes polifenol tartalma alapján vizsgáljuk meg.

3 Anyagok és módszerek

A kísérletben a minták összeállítását, az állományvizsgálatot és színméréseket, valamint az érzékszervi bírálatot az Élelmiszeripari Méréstechnika és Automatizálás Tanszéken, míg az összes polifenol tartalom és színanyag meghatározást az Élelmiszerkémia és Analitika Tanszéken végeztük.

3.1 Felhasznált anyagok

Az **előkísérlethez** és a kísérlet további részéhez Old Miller's Special gluténmentes lisztkeverék (GM lisztkeverék) a Táplálékallergia Centrumból származik. A felhasznált lisztkeverék összetevői: kukoricakeményítő, cukor, stabilizátor: hidroxipropil metilcellulóz, guar gumi, térfogatnövelő szer: szójababkarbóna.

A GM lisztkeverék energia- és tápértékét 100 g termékben a **3. táblázat** tartalmazza:

3. táblázat A GM lisztkeverék energia- és tápláléktáblázata
(Forrás: saját szerkesztés)

Energia- és tápérték 100 g termékben	
Energia	1135 / 315 kcal
Zsír	0,2 g
amelyből telített zsírsavak	0,05 g
Szénhidrát	78 g
amelyből cukrok	2,15 g
Rost	4,7 g
Fehérje	0,3 g
Só	0,4 g

A **piskótatészta készítéséhez** a GM lisztkeveréket és kereskedelmi forgalomban kapható berkenye, valamint sárgarépa port használtunk, amelyek Prana termékek voltak. A kísérlet során GM lisztkeverékből víz hozzáadásával friss tésztát készítettünk kontrol mintaként. Az így elkészített alaptészta mellett a receptekben a porcukrot különböző koncentrációban helyettesítettük gyümölcs- és zöldségporral az alábbi táblázat szerint (**4. táblázat**):

4. táblázat A kísérleti receptúrák
(Forrás: saját szerkesztés)

mennyiségek, g	kontrol	berkenye poros piskóta				sárgarépa poros piskóta			
	0 %	2,5 %	5 %	7,5 %	10 %	5 %	10 %	15 %	20 %
tojás (db)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
GM lisztkeverék*	60 g	60 g	60 g	60 g	60 g	60 g	60 g	60 g	60 g
porcukor	60 g	58,5 g	57 g	55,5 g	54 g	58,5 g	57 g	55,5 g	54 g
berkenye por	-	1,5 g	3 g	4,5 g	6 g	-	-	-	-
sárgarépa por	-	-	-	-	-	1,5 g	3 g	4,5 g	6 g
sütőpor	2,5 g	2,5 g	2,5 g	2,5 g	2,5 g	2,5 g	2,5 g	2,5 g	2,5 g
só	0,5 g	0,5 g	0,5 g	0,5 g	0,5 g	0,5 g	0,5 g	0,5 g	0,5 g

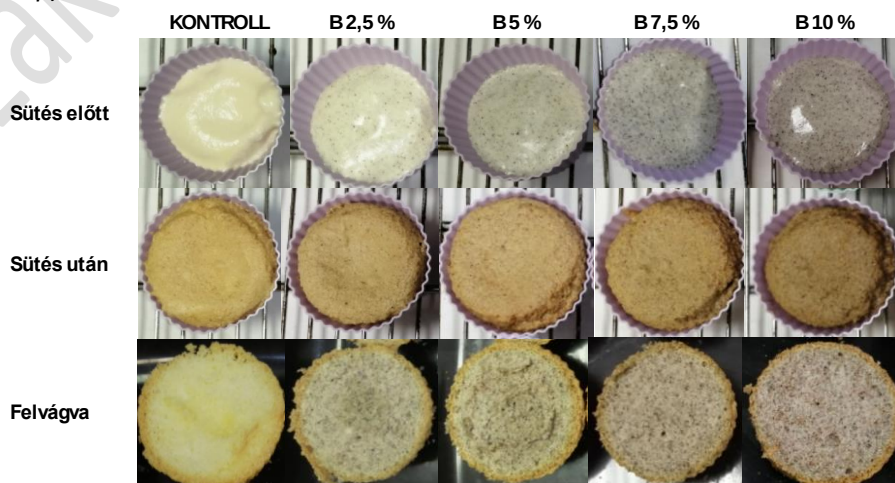
A tészta elkészítése mellett a polifenol tartalom meghatározásához szükség volt még: desztillált vízre, 1%-os HCl oldatra, Folin–Ciocalteu reagensre (0,2 M), Metanol + desztillált víz 80:20 arányú keverékére, Na₂CO₃-ra (nátrium-karbonát) 7,42 g Na₂CO₃ / 100 ml desztillált víz és galluszsavra 5,1 g galluszsav / 10 ml 70%-os metanol (ezt a méréshez 10x-esre hígítva használtuk, azaz a 3 mM-os galluszsavból így 0,3 mM-os lett).

A piskóták összeállítása, előkészítése méréshez és a tészta megsütése

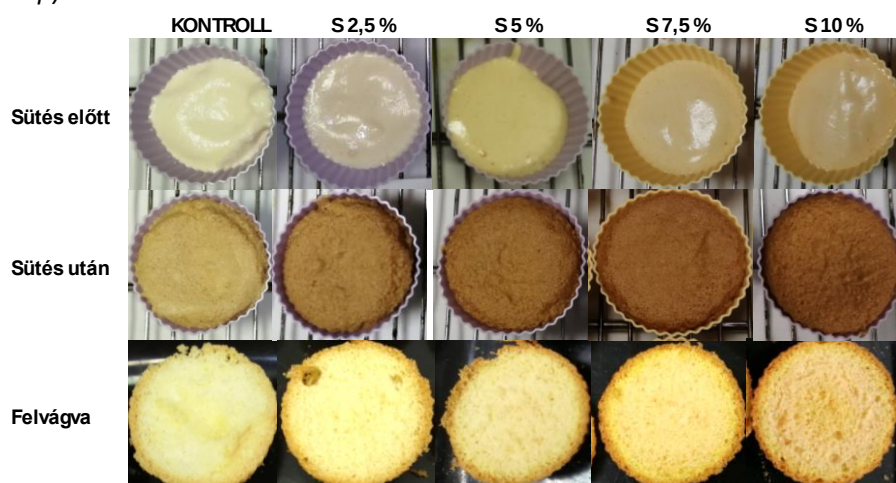
A piskótatésztát a **3. táblázat** receptúrája alapján a következő módon állítottuk össze: a tojásokat szétválasztottuk, a tojások sárgáját a porcukorral (vagy porcukor és adott mennyiségben helyettesített berkenye vagy sárgarépa por keverékével) habosra kevertük Tefal kézi mixer segítségével (Groupe SEB Central-Europe Kft, Budaörs, Magyarország). Ezt követően a sütőporral kevert GM lisztkeverékkel csomómentesre kevertük. A tojásfehérjét kemény habbá vertük és óvatosan lapáttal beleforgattuk a tésztába, amíg egyenletesen el nem oszlott. A kémiai mérésekhez OHAUS AX324M típusú analitikai mérlegen (OHAUS Corporation, Parsippany, Egyesült Államok) receptúránként 2-2 db 15 ml-es Falcon csőbe 2-2 g nyers mintát mértünk be. Ezeket a mintákat az összes polifenol tartalom (TPC) és színanyag meghatározásáig -18°C-os fagyasztoóban tároltuk. A maradék nyers tésztát 12 db szilikonos muffin formába egyenletesen elosztottuk. 160°C-on 100%-os légkeverés mellett 20 perc alatt készre sütöttük. A tésztát a szárítószekrényből kivéve 10 percet pihentettük a formákban, majd azokról kivéve, tovább hűltek 50 percig. A teljes lehűlést követően végeztük el a méréseket.

Az **1. ábra** a kontrol és berkenyés, míg a **2. ábra** a kontrol és sárgarépás piskóták sütés előtti, sütést követő, és a kihűlt, és felvágott kinézetét mutatja be.

1. ábra A kontrol és a különböző koncentrációjú berkenyés piskóták (B – berkenye)
(Forrás: saját kép)



2. ábra A kontrol és a különböző koncentrációjú sárgarépas piskóták (S - sárgarépa)
(Forrás: saját kép)



A kihűlt piskóták minták talpával párhuzamosan, egy párhuzamos szeletelő segítségével vágtuk le. Az így előkészített mintákon végeztük az állományvizsgálatot, valamint a színmérést. A mérést követően pedig az adott receptúrájú piskóta minták bélzetéből vett, aprított és összekevert morzsából 2-2 g mennyiséget 1-1 db Falcon csőbe bemértünk és lefagyasztottunk a TPC és színanyag mérésekhez.

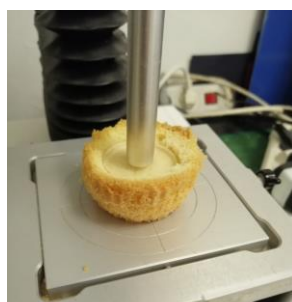
3.2 Mérési módszerek

A kísérlethez a különböző receptúrájú piskóták bélzetének reológia tulajdonságait mértük TPA teszttel. Ezt követően a bélzet színét mértük. A nyers- és sült tészták összes polifenol tartalmát és színanyag-tartalmát is meghatároztuk. Végezetül laikus bírálók részvételével vizsgáltuk a tészták érzékszervi tulajdonságait.

3.2.1 Texture Profile Analysis (TPA) teszt

A kisütött piskóták állományvizsgálatát SMS TA.XTplus precíziós állománymérő berendezéssel (Stable Micro Systems, Surrey, Anglia) végeztük, melyet a kontrol piskótán történő mérés közben a **3. ábra** szemléltet.

3. ábra Az SMS TA.XTplus precíziós állománymérő berendezés mérés közben
(Forrás: saját felvétel)



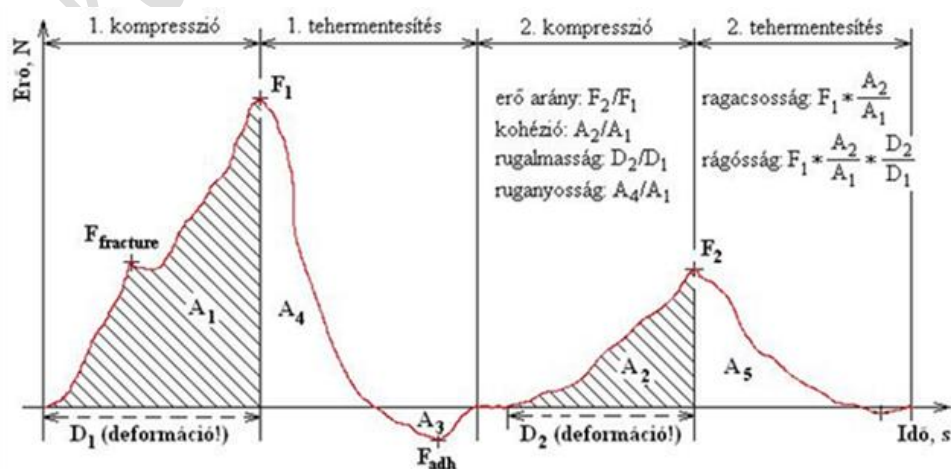
Az állományvizsgáló készülékkel roncsolásos és roncsolásmentes mérések is végezhetőek, ehhez számos mérőfej és mérőfeltét áll rendelkezésre. A piskótaminták bélzetének állományvizsgálatához TPA (Texture Profile Analysis), más néven két harapás tesztet végeztünk. A mérési beállítások a következők voltak:

- 12 ismétlés
- $24 \pm 1^\circ\text{C}$ mérési hőmérséklet
- Meghatározott: keménység, tapadosság, kohézió, rugalmasság
- Mód: TPA
- Mérőfej: A/BE-d35 akrilkorong
- Sebességek:
 - mérés előtti sebesség: 1 mm/s
 - mérés közbeni sebesség: 5 mm/s
 - mérés utáni sebesség: 5 mm/s
- Mérési deformáció %: 50 %
- Két harapás között eltelt idő: 5 s
- Trigger típusa: Auto, trigger force 5 g
- Adatszám: 200 pps (point per seconds)

A készülék kiegészítő eszközével, egy párhuzamos szeletelővel a piskóták kalapját levágtuk. A mérési beállításokat Tóth és munkatársainak (2022) cikke alapján választottuk meg. A teszt során A/BE-d35 típusú akrilkoronggal, a szeletek magasságának 50%-ig nyomtuk meg a bélzetet 5 mm/s sebességgel terhelve, a két harapás között eltelt időt 5 s időtartamra állítottuk be. A TPA teszt erő-idő görbéjéből meghatározható hét reológiai tulajdonság meghatározását a **4. ábra** szemlélteti. Az egyes koncentrációkon 9 ismétléssel végeztük a mérést.

4. ábra Élelmiszer jellegzetes TPA mérési görbéje kiértékelési magyarázattal

(Forrás: Csima, 2015)



A meghatározható paraméterek közül a keménységet (N) (tehát az első kompresszió során mért maximális erőt), az összetartó képességet (-), azaz kohéziót, valamint a rugalmasságot használtuk fel a kiértékelés során.

3.2.2 Színmérés

Minden piskóta minta bélzetén megmértük a CIE Lab színrendszer paramétereit, az L* világossági tényezőt, a* vörös-zöld és b* kék-sárga színezeti jellemzőket, ColorLite sph850 spektrométerrel (ColorLite GmbH, Katlenburg-Lindau, Németország). A méréseket 12-12 ismétléssel végeztük 24,5±1°C hőmérsékleten.

3.2.3 Érzékszervi bírálat

Két körös érzékszervi bírálatot végeztünk 16 fő laikus bíráló részvételével. Az egyes körökben a gyümölcs-, illetve zöldségpor nélküli kontrol piskótához - mint referencia - hasonlították a bírálók az adott zöldségporral dúsított tészta négy különböző koncentrációját az illat, szín, állag és íz érzékszervi tulajdonságok alapján, összesen 14 szempont szerint. A bírálati lapot a Melléklet tartalmazza.

3.2.4 Összes polifenol tartalom meghatározása

A fizikai mérések mellett a tésztaminták összes polifenol tartalmát Singleton és Rossi (1965) módszerével Folin-Ciocalteu reagenssel spektrofotometriás úton, 760 nm-en határoztuk meg.

Oldószernek a mintákhoz Levent (2019), valamint Yeşil és Levent (2022) munkái alapján alkoholos extrakciós oldatot adtunk, 8:1:1 (70%-os metanol: 1%-os sósav: desztillált víz). A mintákat DLAB MX-S Vortex keverővel (DLAB Instruments Ltd, Dlaboratory, Lund, Svédország) 1 percig kevertük. Ezután 2 órán át, 300 rpm fordulatszámmal, 25°C hőmérsékleten rázattuk Kambič termosztálható körkörös síkrázóval (Kambič, Semič, Szlovénia). A rázatást követően a mintákat Hettich MIKRO 22 R laboratóriumi centrifugában 20 percig 6000 rpm fordulatszámon centrifugáltuk 20°C hőmérsékleten. A tiszta felülúszókat a mérésekig -32°C-on tároltuk. Minden mérésből 4 ismétlés történt. Az eredményeket galluszsavból készített kalibrációs görbe segítségével µM galluszsav/100g szárazanyagban adtuk meg.

3.2.5 Színanyag meghatározása

A minták színanyagtartalmát spektrofotometriásan határoztuk meg Nilsson (1970) módosított módszere alapján Joachim (2001) szerint. Az oldatok abszorbanciáját 3

hullámhosszon, $\lambda = 474$ -, 538-, illetve 600 nm-en mértük, melyből a feketeberkenye színanyag mennyiségét mg/100 g tésztára vonatkoztatva adtuk meg. A mérést koncentrációnként három ismétléssel végeztük.

3.3 Statisztikai értékelési módszerek

Az eredmények kiértékelése során a TPA mérés görbéit a TA.XTplus állományvizsgáló készülék Texture Exponent 6.1.11 szoftverével írt makrók segítségével értékeltük ki.

A kiértékelendő mérési paramétereket Microsoft Excel 2019 programmal gyűjtöttük ki és állítottuk össze a statisztikai elemzéshez a táblázatot. A szoftverrel átlag és szórás alapján adatredukciót is végeztünk, emellett az eredmények bemutatásánál az állományvizsgálat, színmérés, kémiai mérések oszlopdiagramjait, valamint az érzékszervi bírálat eredményeit bemutató pókháló diagramot is itt készítettük el. A CIE Lab koordinátarendszer 3D ábráját az IBM SPSS 29.0.1 szoftver segítségével készítettük el.

A gyümölcs-, illetve zöldségporral dúsított piskóták közötti szignifikáns különbség elemzését ANOVA teszttel, majd további post-hoc vizsgálattal (Tukey, Games-Howell teszt), IBM SPSS 29.0 statisztikai szoftverrel végeztük.

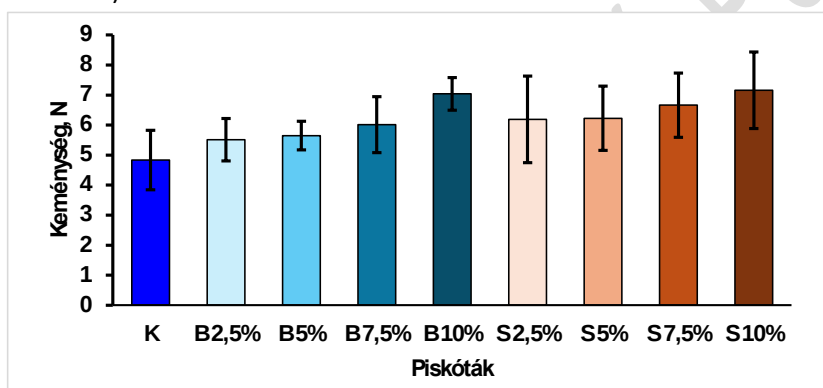
4 Eredmények és értékelésük

4.1 Texture Profile Analysis (TPA) teszt eredményei

Mint ahogyan azt már említettük, a gluténmentes lisztet tartalmazó élelmiszerek reológiája más, mint a glutént tartalmazó péksüteményeké. Emiatt is alkalmaztunk reológiai méréseket a kutatásunk során, többek között a TPA tesztet, amivel az egyes piskóták keménységének változását vizsgáltuk meg a koncentráció függvényében a kontroll mintához képest. A méréseket mindvégig a sült piskótatésztákon végeztük el. A keménységmérés eredményeit az **5. ábra** szemlélteti.

5. ábra A különböző receptúrájú piskóták keménységének [N] átlag és szórás értékei (K – kontrol; B – feketeberkenye koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)

(Forrás: saját szerkesztés)



Ahogyan azt a diagram is mutatja, jelentős különbség ugyan nem volt a gyümölcs- és zöldségpor koncentráció növelésével, viszont ettől függetlenül tisztán látható, hogy a hozzáadott por koncentrációjának növelésével a piskóta keménysége is megnövekedett. A kontrol minta keménysége volt a legalacsonyabb, a továbbiakban pedig fokozatos növekedést lehetett tapasztalni. Ez a keménységnövekedés a berkenye- és sárgarépa tartalmú piskótáknál is megfigyelhető. Az egyes koncentrációk közötti szignifikáns különbséget az **5. táblázat** foglalja össze.

5. táblázat A különböző receptúrájú piskóták keménységének [N] ANOVA eredményei ($p < 0,05$) (K – kontrol; B – feketeberkenye koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)

(Forrás: saját szerkesztés)

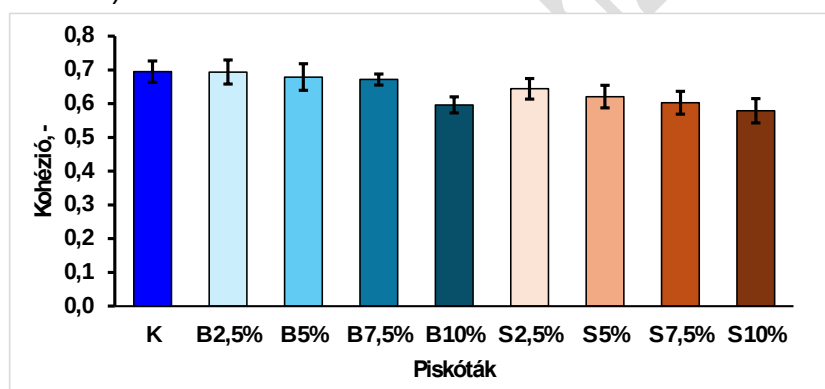
	K	B2,5	B5	B7,5	B10	S2,5	S5	S7,5	S10
K									
B2,5	-								
B5	-	-							
B7,5	-	-	-						
B10	+	+	-	-					
S2,5	+	-	-	-	-				
S5	+	-	-	-	-	-			
S7,5	+	-	-	-	-	-	-		
S10	+	+	+	-	-	-	-	-	

Az ANOVA teszt azt mutatta, hogy igencsak kevés helyen történt szignifikáns változás az egyes piskótatészták keménységében. A kontroll (K) mintától azonban a sárgarépa porral dúsított piskóták még a legkisebb koncentrációtól kezdve eltértek, de a B10 berkenye is. Ugyanez a csoport a B2,5 csoporttól is szignifikáns különbséget mutatott, mint ahogy az S10 a B2,5 és B5 csoportoktól.

A **6. ábrán** a kohézió eredménye látható. Megfigyelhető, hogy a kohézió, mint összetartó képesség, a kontroll minták esetében volt a legnagyobb, és a berkenyész, illetve sárgarépas sütemények esetében a koncentráció növekedésével az összetartó képesség csökkent. Ezt az ANOVA elemzés során – melynek eredménye a **6. táblázatban** látható – több csoport közötti észlelt szignifikáns különbség is megerősített. A nagyobb mértékű változás a berkenyész esetében figyelhető meg,

6. ábra A különböző receptúrájú piskóták kohéziójának [-] átlag és szórás értékei (K – kontroll; B – feketeberkenyész koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)

(Forrás: saját szerkesztés)



6. táblázat A különböző receptúrájú piskóták kohéziójának [-] ANOVA eredményei ($p < 0,05$) (K – kontroll; B – feketeberkenyész koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)

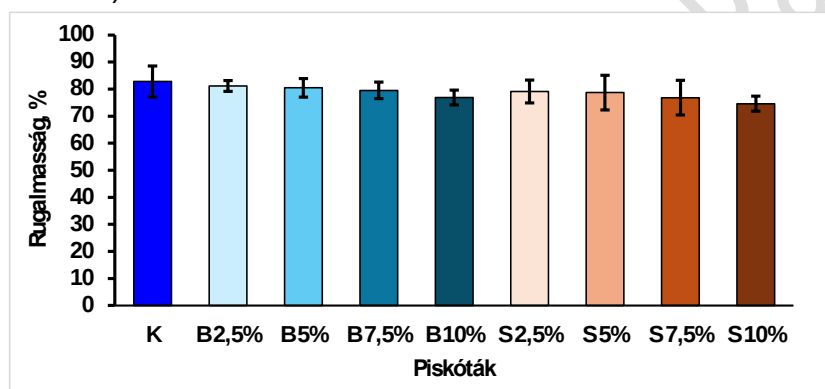
(Forrás: saját szerkesztés)

	K	B2,5	B5	B7,5	B10	S2,5	S5	S7,5	S10
K									
B2,5	-								
B5	-	-							
B7,5	-	-	-						
B10	+	+	+	+					
S2,5	+	+	-	-	+				
S5	+	+	+	+	-	-			
S7,5	+	+	+	+	-	-	-		
S10	+	+	+	+	-	+	-	-	

A varianciaanalízis eredményei alapján szignifikánsan eltért a kohéziója a kontrolltól a 10%-os berkenyésznek és az összes sárgarépas süteménynek, de a B 2,5%-os csoport is ugyanilyen eltérést mutatott. A sárgarépas piskóták is eltértek a három , kisebb koncentrációjú berkenyéstől.

A piskóták rugalmassága a hozzáadott gyümölcs- és zöldségpornak köszönhetően fokozatosan csökkent a kontrol minta értékeihez képest. Meg kell azonban jegyezni, hogy a sárgarépával dúsított süteményeknél a rugalmasság nagyobb szórást mutat, ez a sárgarépa por nagyobb szemcseméretének tudható be. A fajlagos felülete a répa por szemcséinek nagyobb, és a nedvességmegkötő képessége így más, szemben a finomszemcséjű berkenye porral (**7. ábra**). Az a tény, hogy a rugalmasság igen csekély mértékben csökkent, azt jelenti, hogy a hozzáadott zöldség- vagy gyümölcspor a legfeljebb 10% cukor kiváltásával nem változtatta meg jelentősen az állományt.

7. ábra A különböző receptúrájú piskóták rugalmasságának [%] átlag és szórás értékei (K – kontrol; B – feketeberkenye koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)
(Forrás: saját szerkesztés)



A rugalmassági eredmények ANOVA elemzésénél megállapítottuk, hogy az csökkenés mértéke nem volt szignifikáns, csupán a 10%-os sárgarépas piskóta különült el a kontroltól és a két kisebb koncentrációjú berkenyész piskótától (**7 táblázat**).

7. táblázat A különböző receptúrájú piskóták rugalmasságának [%] ANOVA eredményei ($p < 0,05$) (K – kontrol; B – feketeberkenye koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)
(Forrás: saját szerkesztés)

	K	B2,5	B5	B7,5	B10	S2,5	S5	S7,5	S10
K									
B2,5	-								
B5	-	-							
B7,5	-	-	-						
B10	-	-	-	-					
S2,5	-	-	-	-	-				
S5	-	-	-	-	-	-			
S7,5	-	-	-	-	-	-	-		
S10	+	+	+	-	-	-	-	-	

A minták reológiai tulajdonságainak vizsgálatáról elmondható, hogy a TPA teszt paramétereiből kiválasztott és értékelt fizikai paraméterek közül a legerősebb indikátornak a kohézió mutatkozott. Az ANOVA elemzés ennél a paraméternél mutatta a legtöbb szignifikáns eltérést a csoportok között. Mivel azonban sem a keménység, sem a rugalmasság csak a legnagyobb koncentrációknál jelentkezett szignifikáns különbségként, az állományvizsgálat

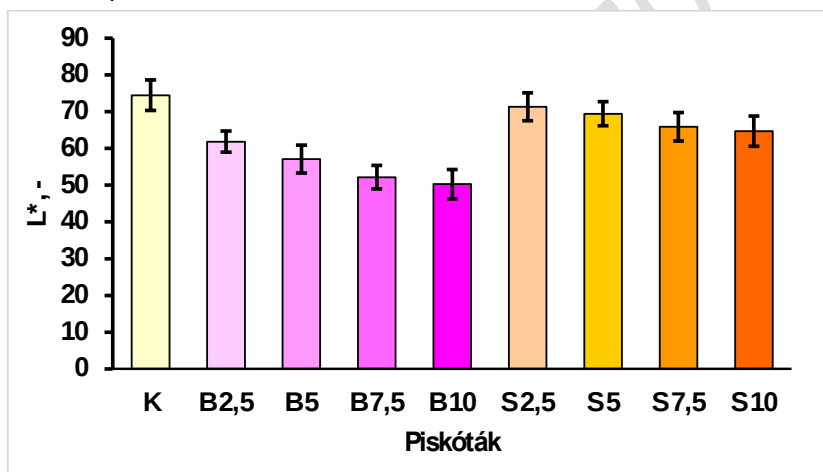
eredményei alapján kijelenthető, hogy a berkenyész piskóták legfeljebb 7,5%-os cukorkiváltás mellett még minden esetben a kontrolhoz nagyon hasonlóan viselkedtek.

4.2 Színmérés eredményei

Fontos érzékszervi tulajdonság az élelmiszerek színe, megjelenése. Az, hogy különböző gyümölcs- és zöldségporral dúsítottuk a piskóta tésztáját megváltoztatta a piskóta külső megjelenését is. A méréseket csak a sült piskóta tésztáján végeztük el, és megvizsgáltuk az egyes minták világossági tényezőjét (L^*), a vörös-zöld színezeti jellemzőjét (a^*), és a kék-sárga színezeti jellemzőjét (b^*).

A kisült piskóták **világossági tényező (L^*)** értékei a **8. ábrán** láthatóak.

8. ábra A különböző receptúrájú piskóták világossági tényező (L^*) [-] átlag és szórás értékei (K – kontrol; B – feketeberkenye koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)
(Forrás: saját szerkesztés)



A minták L^* értékeit tekintve elmondható, hogy a kontrol mintához képest a feketeberkenye port tartalmazó piskóták a koncentráció növelésével arányosan egyre sötétebbek lettek, tehát csökkent a világossági tényező. A 7,5%-os és 10%-os minták között nem volt lényeges különbség, de tisztán látható a csökkenés. A sárgarépa port tartalmazó piskóták esetében is hasonló változást láthattunk, viszont itt a csökkenés lényegesen kisebb mértékű, szabad szemmel nézve nehezen elkülöníthető volt.

A világossági tényező értékei alapján végzett ANOVA elemzés (**8. táblázat**) csak két esetben nem mutatott szignifikáns eltérést, a 2,5% és 5% sárgarépás minták között, valamint a 7,5% és 10% sárgarépás minták között. Fentebb utaltam rá, hogy a sárgarépás minták bélzetének a színe nehezen volt megkülönböztethető egymástól vélhetően a kisléptékű koncentrációnövelés miatt.

8. táblázat A különböző receptúrájú piskóták világossági tényezőjének (L^* , -) ANOVA eredményei ($p < 0,05$) (K – kontrol; B – feketeberkenye koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)

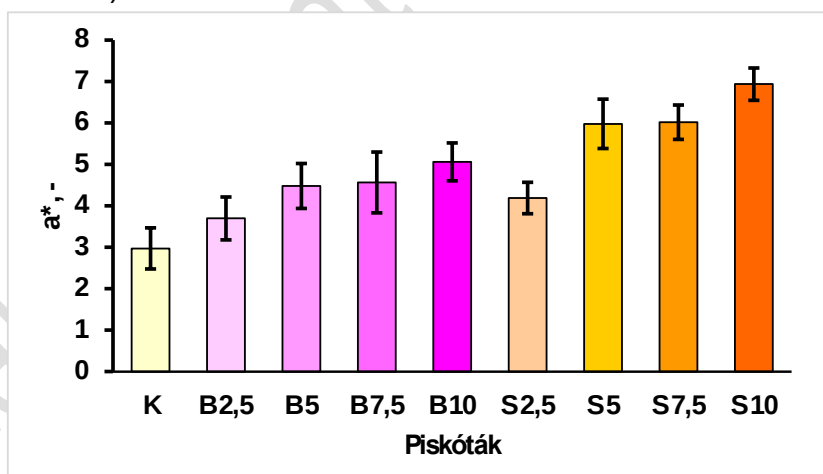
(Forrás: saját szerkesztés)

	K	B2,5	B5	B7,5	B10	S2,5	S5	S7,5	S10
K									
B2,5	+								
B5	+	+							
B7,5	+	+	+						
B10	+	+	+	+					
S2,5	+	+	+	+	+				
S5	+	+	+	+	+	-			
S7,5	+	+	+	+	+	+	+		
S10	+	+	+	+	+	+	+	-	

A **vörös-zöld színezeti jellemző (a^*)** értékei a koncentráció növekedésével arányosan növekedtek a kontrol mintához képest. A **9. ábrán** látható, hogy a berkenye esetében alacsonyabb a^* értékeket mértünk, ami egy sötétebb tónusú, a szürkéhez közelebb eső színnek felel meg. Ezzel szemben a sárgarépa tartalmazó minták a 2,5%-os berkenyét tartalmazó mintáinál magasabb értékeket mutattak, és a változás üteme nagyobb volt, mert már az %-os sárgarépa minta átlagértéke is magasabb volt a legnagyobb koncentrációjú berkenyész mintához képest. A berkenye esetében volt tapasztalható az értékek nagyobb szórása.

9. ábra A különböző receptúrájú piskóták vörös-zöld színezeti jellemző (a^*) átlag és szórás értékei (K – kontrol; B – feketeberkenye koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)

(Forrás: saját szerkesztés)



Az a^* érték növekedésének oka a sárgarépa-ban található karotionidok és a feketeberkenyében megjelenő antocianinok, hisz mind a két polifenolos vegyület pigmenteket tartalmaz, amelyek megfestik a tészták színét vörösesre. A **9. táblázat** az a^* értékek varianciaelemzésének eredményét mutatják, ahol a **9. ábrán** is jól látható módon csupán az 5% és 7,5%-os sárgarépa minták nem különültek el szignifikánsan.

9. táblázat A különböző receptúrájú piskóták vörös-zöld színezeti jellemzőjének (a^* , -) ANOVA eredményei ($p < 0,05$) (K – kontrol; B – feketeberkenye koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)

(Forrás: saját szerkesztés)

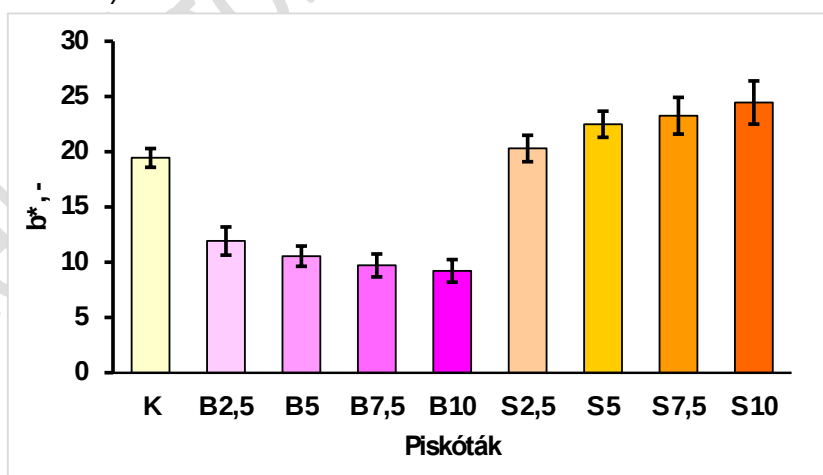
	K	B2,5	B5	B7,5	B10	S2,5	S5	S7,5	S10
K									
B2,5	+								
B5	+	+							
B7,5	+	+	+						
B10	+	+	+	+					
S2,5	+	+	+	+	+				
S5	+	+	+	+	+	+			
S7,5	+	+	+	+	+	+	-		
S10	+	+	+	+	+	+	+	+	

A **kék-sárga színezetre jellemző paraméter (b^*)** esetében a berkenyész és sárgarépas minták értékei a kontrol mintához képest ellentétes irányban változtak, amit jól szemléltet a **10. ábra**. A berkenye esetében a koncentráció növelésével a kontrol mintához képest egyre csökkent a b^* értéke. A berkenyepor hozzáadása a valóságban kissé szürke, mákos megjelenést kölcsönzött a piskótának, ez magyarázza az alacsony b^* értékeket.

A sárgarépas mintáknál a kontrol mintától a legkisebb koncentrációjú (S 2,5%) minta kis mértékben mutatott nagyobb b^* értéket, azonban a többi koncentráció már szignifikánsan eltért tőle. A berkenyész minták esetében is csak a kontroltól való szignifikáns elkülönülést volt kimutatható, azonban egymástól nem különültek el a berkenyész koncentrációk (**10. táblázat**).

10. ábra A különböző receptúrájú piskóták kék-sárga színezeti jellemző (b^*) átlag és szórás értékei (K – kontrol; B – feketeberkenye koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)

(Forrás: saját szerkesztés)



Mint ahogyan azt fentebb is említettem, a sárgarépában található karotinoidok sárga pigmentekkel rendelkeznek, amelyek megfestették a piskótát, és ez a mérés során is megjelent.

10. táblázat A különböző receptúrájú piskóták kék-sárga színezeti jellemzőjének (b^* , -) ANOVA eredményei ($p < 0,05$) (K – kontroll; B – feketeberkenye koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)

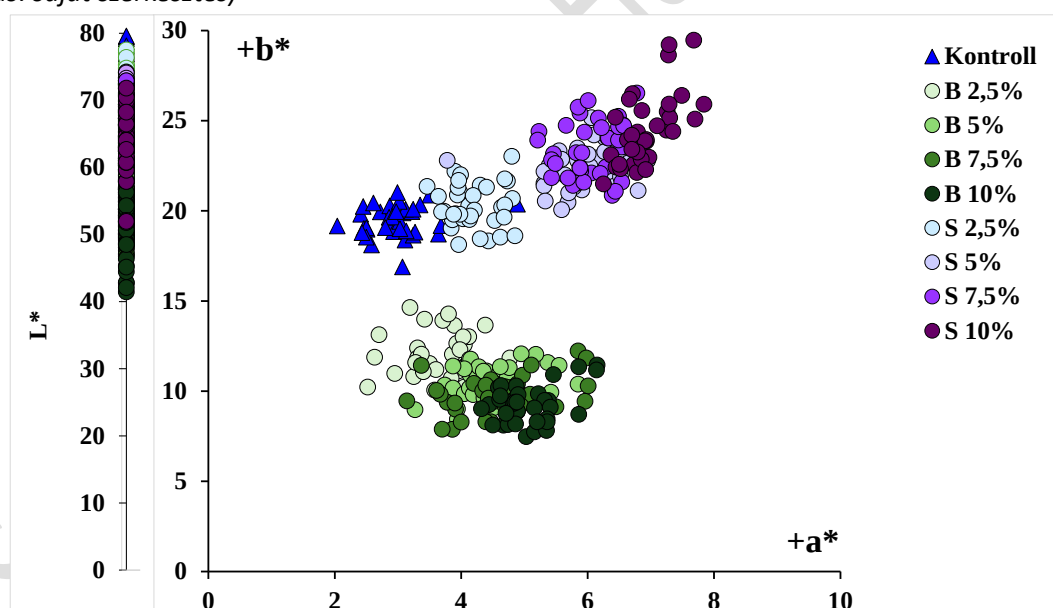
(Forrás: saját szerkesztés)

	K	B2,5	B5	B7,5	B10	S2,5	S5	S7,5	S10
K									
B2,5	+								
B5	+	-							
B7,5	+	-	-						
B10	+	-	-	-					
S2,5	-	+	+	+	+				
S5	+	+	+	+	+	+			
S7,5	+	+	+	+	+	+	-		
S10	+	+	+	+	+	+	+	+	

A három CIE Lab paramétert összevetve és koordináta rendszerben ábrázolva a **11. ábrán** láthatjuk a minták elhelyezkedését. Ezen a megjelenítésen látszik, hogy a berkenyés és sárgarépas piskóták mennyire elkülönülnek egymástól az a^* és b^* értékek alapján. Azonban az L^* értékek a két féle porral dúsított 4-4 koncentráció esetén erős átfedést mutatnak.

11. ábra CIE L^* a^* b^* színrendszer paramétereinek meghatározása a különböző receptúrájú piskóta minták esetében (K – kontroll; B – feketeberkenye koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)

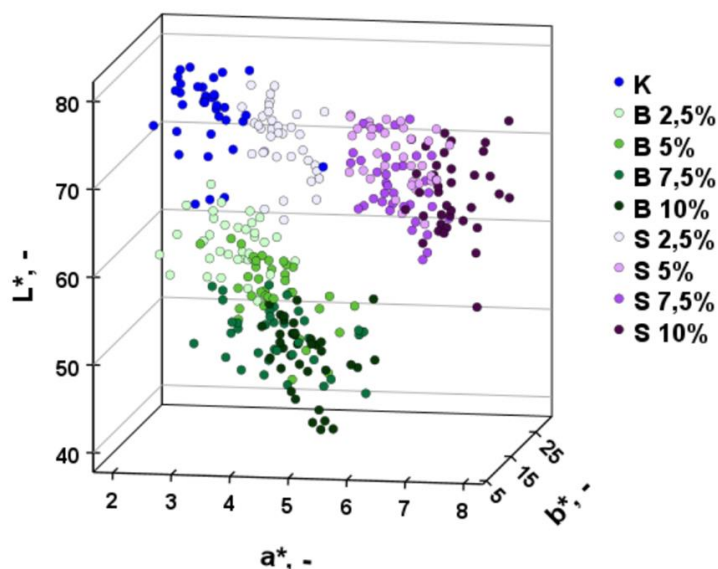
(Forrás: saját szerkesztés)



Az egymáshoz közeli L^* értékek miatt érdekes megnézni a CIE Lab rendszert 3 dimenzióban (3D), amit a **12. ábra** szemléltet. Itt jobban elkülönülnek a minták, és a sárgarépas piskóták különböző koncentrációi is nagyobb távolságban helyezkednek el egymástól.

12. ábra CIE L^* a^* b^* színrendszer paramétereinek meghatározása a különböző receptúrájú piskóta minták esetében 3D ábrázolásban (K – kontrol; B – feketeberkenye koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)

(Forrás: saját szerkesztés)



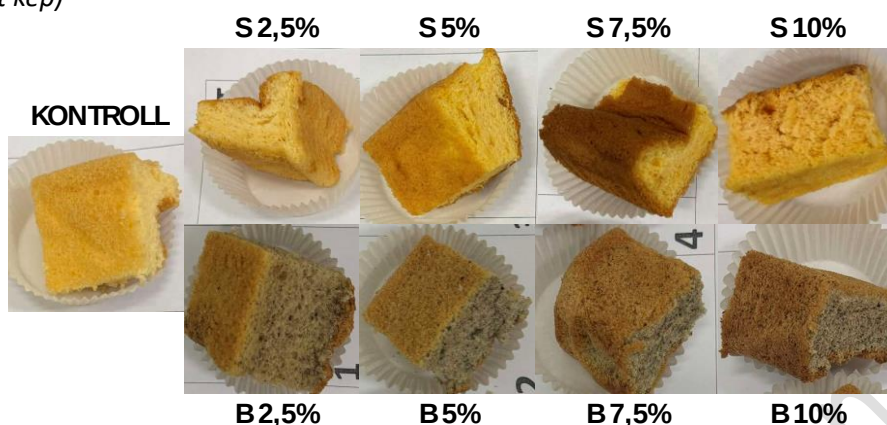
A színmérési eredményeiről összességében elmondható, hogy az L^* és b^* értékük csökkent, míg az a^* értékük fokozatosan növekedett a feketeberkenye por koncentrációjának növelésével. Emellett pedig a sárgarépa porral dúsított minták alacsony koncentrációban jó elkülönülést mutatnak a kontrol mintától, viszont ahogy növeltük a por mennyiségét a tésztában, úgy figyelhető meg a csoportok erősebb átfedése.

4.3 Érzékszervi bírálat eredményei

A bírálatban összesen 16 laikus bíráló vett részt. Két körben végeztük a vizsgálatot, először a feketeberkenye port tartalmazó piskótákat, utána pedig a sárgarépa porral dúsított piskótákat pontozták a referenciaként szolgáló kontrol minta középértékéhez (7,5 pont). A teljes bírálati lapot magyarázattal a Melléklet fejezet tartalmazza. Az alábbi ábrán látható a két fajta piskóta látható, melyeket a bírálók két körben minősítettek.

13. ábra Az érzékszervi bírálaton kínált piskóták (K – kontrol; B – feketeberkenye koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)

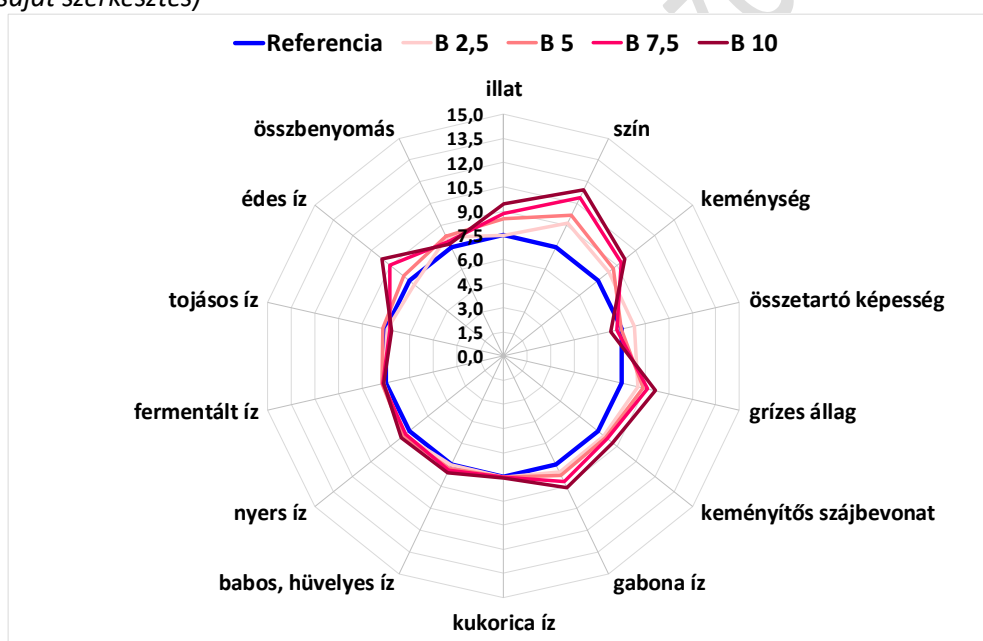
(Forrás: saját kép)



Az érzékszervi bírálat eredményeit a **14. és 15. ábrák** mutatják be.

14. ábra A feketeberkenye porral dúsított piskóták érzékszervi bírálatának pókhálódíagramja (K – kontrol; B – feketeberkenye koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)

(Forrás: saját szerkesztés)

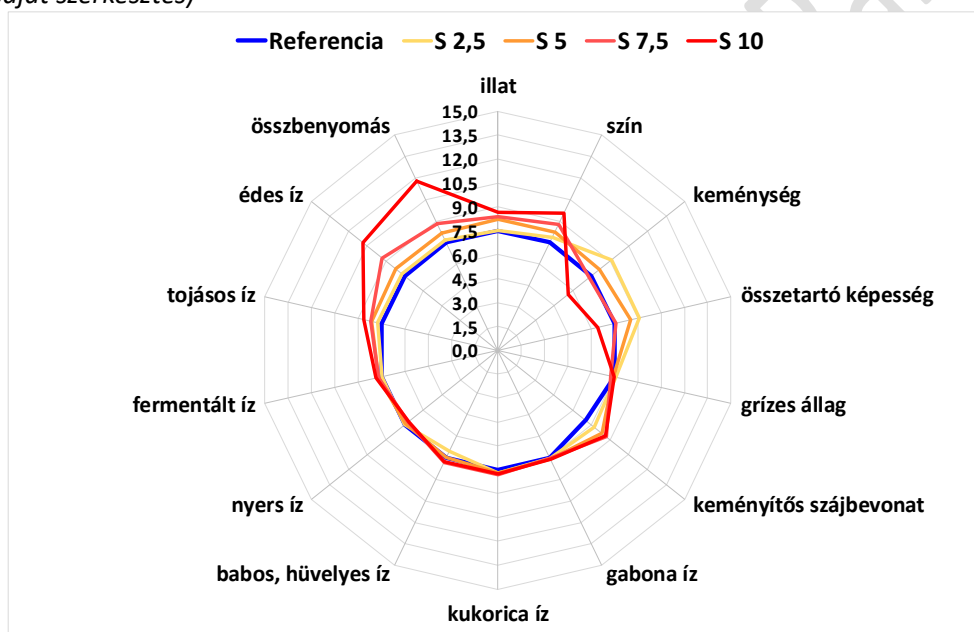


A feketeberkenyével dúsított piskóták esetében (**14. ábra**) az eredmények nem térnek el erősen a kontrol mintától a legtöbb esetben. Az illatban erősödés mutatkozott a koncentráció növekedésével. A kontrol mintáktól a színében tért el legerősebben a négy koncentráció. Közelről megfigyelve a piskóta bélzetét, megfigyelhető volt apró, piros pöttyök jelenléte a tésztában a sok „mákszerű” porszemek között. A kapott bírálói pontok alapján felállítható volt a koncentráció alapján egy pontszám növekedés is. A bírálók megfigyelték, hogy szintén a koncentráció növekedésével arányosan a grízes állag is erősödött, és jelezték a keményítős szájérzetet, valamint a gabonára jellemző ízt is. Ami még kitűnik, az az édes ízérzet,

ami a gyümölcsös hatásnak köszönhető. Megfigyelés alapján a feketeberkenyével dúsított tészták úgy tűnnek, mintha mák lenne bennük, ezzel együtt pedig picit szemcsés érzetet vált ki fogyasztás közben. Viszont ezek az értékek se térnek el túlságosan a kontrol mintától, akárcsak a többi. Az összbenyomás értéke is közel volt a kontrol mintához, talán az 5%-os berkenye port tartalmazó minta kapta a legjobb értékelést, ami szembe megy Park és Chung (2014) kutatásával, ami alapján a 10%-os feketeberkenye porral dúsított piskóták rendelkeztek a leginkább kedvező tulajdonságokkal.

A sárgarépával dúsított piskóták eredményeit a **15. ábra** mutatja be.

15. ábra A sárgarépa porral dúsított piskóták érzékszervi bírálatának pókhálódíagramja (K – kontrol; B – feketeberkenye koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)
(Forrás: saját szerkesztés)



A fenti ábrán a sárgarépa porral dúsított piskóták értékelését láthatjuk.

A sárgarépas sütemények profilja eltér a berkenyéstől, mivel itt a keménységet a koncentráció növekedésével arányosan negatív tulajdonságként értékelték a bírálók, mivel a kontrol referenciapontjához (7,5 pont) képest alacsonyabb pontokat kapott. Az eredmény alapján úgy érzékelték, hogy kisebb koncentráció puhábbá teszi a tésztát, de egy ponton szárazabbá, keményebbé válik. Az összetartó képesség romlása is negatív hatást váltott ki. A keményítőszájérzet, az édes íz egyaránt erősödött a növekvő sárgarépapornak köszönhetően. A berkenyész piskótáktól eltérően itt érezték a bírálók a tészta tojásos ízét, és csekély mértékben, de el tudták különíteni őket a kontroltól, valamint véleményük szerint a legnagyobb koncentrációjú (S 10%) tésztában erősebben jelent meg. A bírálók megítélése

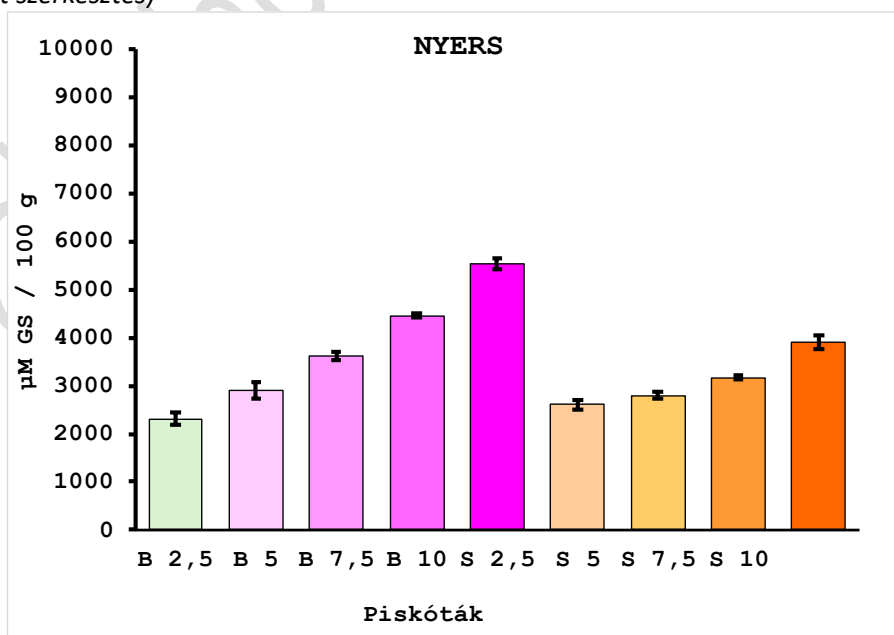
szerint az S 10 minta volt a legkedveltebb, azonban a szín esetében kevésbé tudtak különbséget tenni.

Az eredmények alapján elmondható, hogy a legtöbb szempont alapján legalább ugyanolyan értéket kaptak a dúsított piskóták, mint a kontrol minta, néhány szempontból pedig még jobbat is. Ha a kapott pontokat összevetjük a két féle porral dúsított piskóták esetében, habár szerkezete puhább, nem olyan kemény, mint a többi minta, a 10%-os sárgarépa porral dúsított piskóta volt a legkedveltebb a bírálók körében. Ez az eredmény egyezik Salehi és Aghajanzadeh (2019) által végzett kutatás eredményeivel. A kísérletünkben szereplő két féle piskóta közül azonban a csekély mértékű negatív pontozás miatt az összes vizsgált tulajdonság pontozását nézve összességében a berkenyész piskóta tűnik egy állagában, mint ízében megfelelőbb terméknek.

4.4 Összes polifenol tartalom mérés eredményei

A gluténmentes piskóták sárgarépa és feketeberkenye porral történt dúsítása abból a célból történt, hogy táplálkozásélettani szempontból értékes élelmiszert állítsunk elő. Ennek vizsgálatára megmértük a minták összes polifenol tartalmát mind a nyers, mind a sült állapotban. Habár nyersen nem fogyasztjuk a tésztát, a sütés során bekövetkező változás mértéke is fontos volt, hisz a hőhatás nagy befolyással van egyes polifenolos vegyületekre.

16. ábra A különböző receptúrájú nyers piskóták összes polifenol tartalma μM galluszsav/100 g szárazanyagban (K – kontrol; B – feketeberkenye koncentrációk; S – sárgarépa koncentráció) (Forrás: saját szerkesztés)



A **16. ábrán** látható, hogy a kontrol mintához képest a hozzáadott gyümölcs- és zöldségpor koncentráció növelésével arányosan nőtt az egyes minták polifenol tartalma a nyers piskótatésztákban. A sárgarépa esetében nem kiugróan magas a polifenolos vegyületek tartalma, a 2,5%-os és 5%-os sárgarépa port tartalmazó mintákban igen elhanyagolható növekedést tapasztaltunk. Ezzel szemben a feketeberkenye eredményei kedvezőbb értékeket mutattak. A hozzáadott por koncentrációjának növelésével a polifenol tartalma is nőtt a nyers tésztának igen jelentősen. A 10%-os feketeberkenye port tartalmazó minta majdnem háromszoros értékét adta a kontrol mintának. A következő táblázatban található a mérés varianciaanalízis eredményei.

11. táblázat A különböző receptúrájú nyers piskóták összes polifenol (μM galluszsav/100 g szárazanyag) tartalmának ANOVA eredményei ($p < 0,05$) (K – kontrol; B – feketeberkenye koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)

(Forrás: saját szerkesztés)

	K	B2,5	B5	B7,5	B10	S2,5	S5	S7,5	S10
K									
B2,5	+								
B5	+	+							
B7,5	+	+	+						
B10	+	+	+	+					
S2,5	+	+	+	+	+				
S5	+	-	+	+	+	-			
S7,5	+	+	+	+	+	+	+		
S10	+	-	+	+	+	+	+	+	

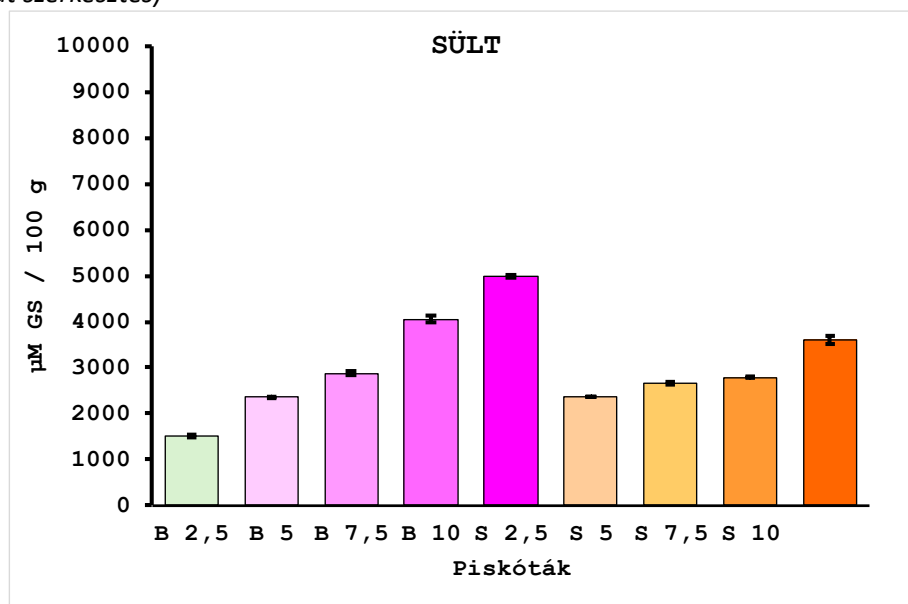
Az ANOVA táblázatból is tisztán kiolvasható, hogy szignifikánsan megnövekedett a minták polifenol tartalma, arányosan a növekedő hozzáadott por koncentrációjával. A B 2,5% az S 5% és S 10%-os mintáktól, és az S 2,5% az S 5%-os mintáktól nem különült el szignifikánsan.

(**11. táblázat**).

Megvizsgáltuk az egyes minták polifenol tartalmát sütés után is (**17. ábra**), és hasonló eredményeket kaptunk, mint a nyers tészták vizsgálatánál.

17. ábra A különböző receptúrájú sült piskóták polifenol tartalma μM galluszsav/100 g szárazanyagban (K – kontrol; B – feketeberkenye koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)

(Forrás: saját szerkesztés)



A kontrol mintának a polifenol tartalma a sütés után többlet csökkent, mint a többi, dúsított tésztának, így a sárgarépa port tartalmazó mintáknak az összes polifenol tartalma egy kicsivel kiemelkedőbb volt, mint sütés előtt. Mindegyik minta polifenol tartalma csökkent valamelyest, ami az antioxidánsok hőérzékeny tulajdonságából adódik. Viszont a csökkenéssel együtt is kifejezetten kedvező eredményeket kaptunk, főleg a feketeberkenyével dúsított piskóták esetében. A varianciaanalízis eredményeit a **12. táblázat** foglalja magába.

12. táblázat A különböző receptúrájú sült piskóták összes polifenol (μM galluszsav/100 g szárazanyag) tartalmának ANOVA eredményei ($p < 0,05$) (K – kontrol; B – feketeberkenye koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)

(Forrás: saját szerkesztés)

	K	B2,5	B5	B7,5	B10	S2,5	S5	S7,5	S10
K									
B2,5	+								
B5	+	+							
B7,5	+	+	+						
B10	+	+	+	+					
S2,5	+	-	+	+	+				
S5	+	+	-	+	+	+			
S7,5	+	+	-	+	+	+	-		
S10	+	+	+	+	+	+	+	+	

A nyers tésztákhoz képest elhanyagolható mértékben csökkent a polifenol tartalma a sült mintáknak, amit a táblázat is mutat, csak eggyel kevesebb szignifikáns értéket mutatott. Így összességében elmondható, hogy sütés után is – néhány kivétellel - megmaradt a szignifikánsan megnövekedett polifenol tartalom az egyes piskótatésztákban.

Összességében elmondható a mérések alapján, hogy a feketeberkenye porral dúsított piskóták nyersen és sült is kedvezőbb értékeket adtak az összes polifenol tartalmukat illetően,

így ezek a minták jobbnak bizonyultak, mint a sárgarépa port tartalmazó minták. Ettől függetlenül viszont mind a kettő piskótáról elmondható, hogy kedvezőbb a tápanyagtartalmuk, mint a kontrol mintának, amit nem dúsítottunk semmivel. Az eredmények alapján a berkenyével dúsított piskóták értékesebbek táplálkozásélettani szempontból.

4.5 Színanyag meghatározás eredményei

A mérések során a tésztákban található feketeberkenye por mennyisége kevésnek bizonyult a színanyagtartalom meghatározáshoz, így nem kaptunk számunkra értékes, használható adatokat. Ez az eredmény oka lehet a feketeberkenyében található antocianinok hőérzékenysége. További okok is elképzelhetők ezen felül, amiért nem sikerült kimutatni a kifejezetten nagy mértékben hozzáadott antocianinokat. Ennek fényében a kísérlet ezen része sikertelen volt. Sajnos a kísérlet megismétlésére nem volt lehetőség, ami magyarázatot adhatott volna a sikertelen mérésre.

5 Következtetések és javaslatok

Kutatásunk során sok szempontból tudtuk megvizsgálni a különböző receptúrájú piskótákat. Az irodalmi áttekintés következtében hasonló kutatásokkal is találkoztam, viszont egyiknél se tapasztaltam azt, hogy gluténmentes piskótán végezték volna el a kísérletet. Erre nagyon jó példa Salehi és Aghajanzadeh 2019-es kutatása, amiben feketeberkenye és sárgarépa port is alkalmaztak a piskóták dúsítására. Elsőként a feketeberkenyével, a továbbiakban pedig a sárgarépával dúsított piskótákra szeretnék kitérni.

Irodalmi áttekintésem során azt tapasztaltam, hogy már történtek kísérletek a feketeberkenye hatásait tekintve a piskótákra. Park és Chung 2014-ben muffinokat dúsítottak 0-15% között és ezeknek az összes polifenol- és flavonoidtartalmát vizsgálták meg. Eredményeik azt mutatták, hogy a hozzáadott por koncentrációját növelve arányosan növekedett az antioxidáns-tartalma is a süteményeknek, saját kutatásunk során pedig mi is ugyanezt az eredményt tapasztaltuk. Továbbá arról is beszámoltak, hogy vörössége és keménysége is megnövekedett a dúsított süteményeknek, a sült piskóta tésztája pedig jelentősen sötétebb lett. Mi is ezeket a jellemzőket tapasztalhattuk a méréseink során, amiket diagrammal és ANOVA táblázattal is igazoltunk. Valamint a mi sütemény tésztánk szignifikánsan sötétebb, szinte mákra hasonlító színt vett fel. Park és Chung (2014) érzékszervi bírálatot is végzett a kutatásuk során, amiről azt nyilatkozták, hogy a 10%-os feketeberkenye port tartalmazó sütemény rendelkezett a legelfogadhatóbb tulajdonságokkal. Ezzel szemben a mi kutatásunk során összességében az 5%-os piskóta kapta az összbenyomás alapján a legjobb értékelést. Salehi és Aghajanzadeh (2019) is Park és Chung (2014) kutatására hivatkoztak a saját cikkükben és az ő eredményeiket használták fel.

Ami a sárgarépa porral dúsított piskótákat illeti, Salehi és Aghajanzadeh (2019) 0-30% között dúsították az egyes piskótákat. Azt tapasztalták, hogy a por koncentrációjának növelésével a nyers tészta viszkozitása is növekedett, ahogy majd a továbbiakban a morzsa és maga a piskóta színe is egyre sötétebb lett. Arról is beszámoltak, hogy a magasabb sárgarépa por koncentrációt tartalmazó sütemények hamu-, sűrűség-, β -karotin és nedvességtartalma növekedett, míg a minták fehérje- és szénhidráttartalma csökkent. A mi kutatásunk során más reológiai aspektusait vizsgáltuk a piskótáknak, amiről ők nem számoltak be. Viszont az érzékszervi bírálatot összevetve ugyanolyan eredményt kaphattunk, mint ők a kutatásuk során.

Mind a két esetben a 10%-os sárgarépa port tartalmazó piskóták rendelkeztek a legkedvezőbb érzékszervi tulajdonságokkal.

Mindemellett azt tapasztaltam, hogy bár lehet találni kutatásokat arról, hogy különböző gyümölcs- és zöldségporokkal dúsítottak élelmiszereket, ez egyelőre még nem egy elterjedt kutatási terület, főleg, ha gluténmentes tésztáról van szó. A sárgarépa hasznos komponensei és egészségnövelő hatásai már régóta ismertek, viszont a feketeberkenye még új kutatási területnek számít. Így javaslatként lehet említeni a feketeberkenye további egészségnövelő hatásait különböző élelmiszerekben, valamint kísérletezni, hogy milyen hozzáadott gyümölcsökkel és zöldségekkel lehet dúsítani a különböző gluténmentes élelmiszereket, hisz ezek szegényes tápanyagtartalma egy folyamatosan fennálló probléma.

Javaslatot lehet még tenni a már ismert hatású porokkal dúsított élelmiszerek előállítására, hisz ez egy célravezető megoldás lehet a gluténmentes diétát követő emberek problémájára a kiegyensúlyozott és egészséges táplálkozás megvalósítására.

6 Összefoglalás

A gluténérzékenység egy széles körben elterjedt, viszont még így is az érintettek körében kis számban diagnosztizált élelmiszerallergia. A betegségnek úgymond „gyógymódja” nincs, így csak a teljeskörű kizáró diéta alkalmazható a mindennapokban, ami sok kérdést és kihívást okoz az élelmiszeripar számára.

Fontos lenne értékes komponensek hozzáadásával dúsított tésztákkal a kínálatot növelni, hogy mind szerkezetileg, mind tápanyagtartalom szempontjából értékes élelmiszereket tudjanak előállítani azok számára, akiknek egészsége megköveteli a glutén teljes kizárását az étrendből, ami egy igencsak nagy kihívás az élelmiszeripar számára.

Kutatásunk célja egy egészségnövelt piskóta előállítása volt. Két különböző növényi eredetű porral (feketeberkenye és sárgarépa) dúsítottuk különböző koncentrációban (0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10%) piskótatésztákat, és ezeknek vizsgáltuk a reológiai tulajdonságait, az összes polifenol tartalmát, valamint érzékszervi bírálatot is végeztünk rajtuk.

A reológiai tulajdonságaikat illetően nem történt nagy változás, valamint meglepő eredményt sem kaptunk a piskótákat illetően a kontrol mintához képest. Ami a piskóták keménységét illeti, a legtöbb esetben a koncentrációval arányosan növekedett a piskóták keménysége, és csak néhány esetben mutatott a varianciaanalízis szignifikáns különbséget. A sütemények rugalmassága is kis mértékben nőtt, míg a dúsított piskóták kohéziója csökkenni látszott a kontrol mintához képest, és több csoport is szignifikáns különbség lépett fel az ANOVA eredmények alapján. Összességében a legtöbb esetben a 10%-os sárgarépa port tartalmazó minták különültek el a leginkább a többi mintától, viszont a kohéziót illetően ezt a 10%-os feketeberkenye port tartalmazó mintákról lehetett elmondani.

A színmérés eredményei sem okoztak nagy meglepetést a mérések során. Összességében el lehet mondani, hogy a feketeberkenye por koncentrációjának növelésével a világossági tényező (L^*) és a kék-sárga színezeti tényező (b^*) értéke fokozatosan csökkent, míg a vörös-zöld színezeti tényező (a^*) értéke növekedni látszott. A sárgarépa port illetően a koncentráció növelésével mind a három tényező növekedést mutatott. Alacsony koncentrációban a minták jól elkülönülnek a kontrol mintától, viszont a hozzáadott por mennyiségének növelésével a csoportok átfedése figyelhető meg. A minták színét illetően az érzékszervi bírálat során a legerősebben a 10%-os feketeberkenye porral dúsított piskóták különültek el.

Az összes polifenol tartalom mérés során azt tapasztalhattuk, hogy sütés előtt és után is sikerült szignifikánsan megnövelni az egyes minták antioxidáns tartalmát. Egyértelműen azt mutatták az eredmények, hogy a koncentráció növelésével arányosan növekedik a polifenol tartalom. Mérésünk során azt tapasztaltuk, hogy a feketeberkenye por önmagában gazdagabb polifenolos vegyületekben, hisz az ezzel a porral dúsított piskóták határozottan magasabb polifenol tartalmat mutattak ki. Ez a mérés alapján a 10%-os feketeberkenye port tartalmazó sütemények bizonyultak a legértékesebb mintáknak az többi közül.

Az érzékszervi bírálaton kapott eredmények szerint viszont a 10%-os sárgarépa port tartalmazó mintáknak volt a legmagasabb az értékelése az összbenyomást illetően. A többi dúsított piskótához képest kiemelkedően magas értékelést kapott ebből a szempontból, valamint a keménységét illetően, hisz jóval puhábbnak bizonyult, mint a többi minta. Így az érzékszervi tulajdonságokat illetően ez a minta számított a legértékesebbnek. Ez alátámasztja Salehi és Aghajanzadeh 2019-es kutatását, hisz ők is ezt az eredményt kapták.

A színanyagtartalmát nem tudtuk megmérni a piskótáknak, mivel a sárgarépa por esetében nagy különbség nem volt, viszont a feketeberkenyét tartalmazó piskótákban kevésnek bizonyult a színanyagtartalom, értékes eredményeket nem kaptunk. Idő hiányában nem tudtuk a kísérletet újra elvégezni, viszont a továbbiakban lehetőség nyílna az újra elvégzésre, hogy fény derüljön az első mérés sikertelenségére.

Kutatásunk értékes tud lenni a jövőbeli mérések és egyéb kutatások számára, hisz egyelőre nem egy elterjedt, felkapott irány a gluténmentes tészták és piskóták dúsítása gyümölcs- és zöldségporokkal. Így a méréseink hiánypótlók, hisz több szempontból is megvizsgáltuk a kész élelmiszereket, hogy a dúsítás milyen hatással is volt a szerkezetükre az adalékanyagok hozzáadása. Az egyezések a szakirodalmi cikkekben történő mérésekkel és kutatásokkal biztató, hisz így a folyamat reprodukálható, valamint fontos visszajelzést ad a mérések sikerességéről. A méréseket ki lehet terjeszteni más hozzáadott gyümölcs- és zöldségporokra, hogy a jövőben több egészségnövelt sütemény kerülhessen be a gyártástechnológiába a minden szempontnak megfelelő koncentrációban.

7 Irodalomjegyzék

1. Abbas, M., Saeed, F., Anjum, F. M., Afzaal, M., Tufail, T., Bashir, M. S., ... & Suleria, H. A. R. (2017). Natural polyphenols: An overview. *International Journal of Food Properties*, 20(8), 1689-1699. DOI: <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1220393>
2. Alappat, B., & Alappat, J. (2020). Anthocyanin pigments: Beyond aesthetics. *Molecules*, 25(23), 5500. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25235500>
3. Alasalvar, C., Grigor, J. M., Zhang, D., Quantick, P. C., & Shahidi, F. (2001). Comparison of volatiles, phenolics, sugars, antioxidant vitamins, and sensory quality of different colored carrot varieties. *Journal of agricultural and food chemistry*, 49(3), 1410-1416. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf000595h>
4. Arora, B., Kamal, S., & Sharma, V. P. (2017). Sensory, nutritional and quality attributes of sponge cake supplemented with mushroom (*Agaricus bisporus*) powder. *Nutrition & Food Science*, 47(4), 578-590.
5. Balakireva, A. V., & Zamyatnin Jr, A. A. (2016). Properties of gluten intolerance: gluten structure, evolution, pathogenicity and detoxification capabilities. *Nutrients*, 8(10), 644. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu8100644>
6. Banga, O. (1963). Main Types of the Western Carotene Carrot and their Origin.
7. Biesiekierski, J. R. (2017). What is gluten?. *Journal of gastroenterology and hepatology*, 32, 78-81. DOI: <https://doi.org/10.1111/jgh.13703>
8. Bourne, M. (2002). Food texture and viscosity: concept and measurement. Elsevier.
9. Calderaro, A., Barreca, D., Bellocco, E., Smeriglio, A., Trombetta, D., & Laganà, G. (2020). Colored phytonutrients: role and applications in the functional foods of anthocyanins. In *Phytonutrients in food* (pp. 177-195). Woodhead Publishing. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815354-3.00011-3>
10. Carrot, W. (2011). Carrot: history and iconography. *Chronica*, 51(2), 13
11. Chaudhry, N. A., Jacobs, C., Green, P. H., Rampertab, S. D. (2021): All things gluten: A review. *Gastroenterology Clinics*. 50(1): 29-40. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gtc.2020.10.007>
12. Culetu, A., Susman, I. E., Duta, D. E., & Belc, N. (2021). Nutritional and functional properties of gluten-free flours. *Applied Sciences*, 11(14), 6283. DOI: <https://doi.org/10.3390/app11146283>

13. Csima Gy. (2015): Zselatin alapú édesipari termék reológiájának jellemzése; Doktori disszertáció; Budapest Corvinus Egyetem, Budapest DOI: 14267/phd.2015035
14. da Silva Dias, J. C. (2014). Nutritional and health benefits of carrots and their seed extracts. *Food and Nutrition Sciences*, 5(22), 2147.
15. Denev, P., Kratchanova, M., Petrova, I., Klisurova, D., Georgiev, Y., Ognyanov, M., & Yanakieva, I. (2018). Black chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot) fruits and functional drinks differ significantly in their chemical composition and antioxidant activity. *Journal of Chemistry*, 2018.
16. Dias, J. S. (2012). Nutritional quality and health benefits of vegetables: A review. *Food and Nutrition Sciences*, 3(10), 1354-1374.
17. Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., & Attia, H. (2011). Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food chemistry*, 124(2), 411-421.
18. Gambuś, H., Gambuś, F., Pastuszka, D., Wrona, P., Ziobro, R., Sabat, R., ... & Sikora, M. (2009). Quality of gluten-free supplemented cakes and biscuits. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(sup4), 31-50.
19. Gasparre, N., & Rosell, C. M. (2023). Wheat gluten: A functional protein still challenging to replace in gluten-free cereal-based foods. *Cereal Chemistry*, 100(2), 243-255.
20. Gonnissen, Y., Goncalves, S. I. V., De Geest, B. G., Remon, J. P., & Vervaet, C. (2008). Process design applied to optimise a directly compressible powder produced via a continuous manufacturing process. *European journal of pharmaceuticals and biopharmaceutics*, 68(3), 760-770.
21. Halliwell, B. (1996). Antioxidants: the basics-what they are and how to evaluate them. *Advances in pharmacology*, 38, 3-20.
22. Horszwald, A., Julien, H., & Andlauer, W. (2013). Characterisation of *Aronia* powders obtained by different drying processes. *Food chemistry*, 141(3), 2858-2863.
23. Ikram, A., Rasheed, A., Ahmad Khan, A., Khan, R., Ahmad, M., Bashir, R., & Hassan Mohamed, M. (2024). Exploring the health benefits and utility of carrots and carrot pomace: a systematic review. *International Journal of Food Properties*, 27(1), 180-193.
24. Jurendić, T., & Ščetar, M. (2021). *Aronia melanocarpa* products and by-products for health and nutrition: A review. *Antioxidants*, 10(7), 1052.

25. Jurikova, T., Mlcek, J., Skrovankova, S., Sumczynski, D., Sochor, J., Hlavacova, I., ... & Orsavova, J. (2017). Fruits of black chokeberry *Aronia melanocarpa* in the prevention of chronic diseases. *Molecules*, 22(6), 944.
26. Kähkönen, M. P., Hopia, A. I., & Heinonen, M. (2001). Berry phenolics and their antioxidant activity. *Journal of agricultural and food chemistry*, 49(8), 4076-4082.
27. KAUR, C., & Kapoor, H. C. (2001). Antioxidant activity and quality of minimally processed Indian cabbage (*Brassica oleracea* var *Capitata*). *Journal of food processing and preservation*, 25(5), 367-380.
28. Kokotkiewicz, A., Jaremicz, Z., & Luczkiewicz, M. (2010). *Aronia* plants: a review of traditional use, biological activities, and perspectives for modern medicine. *Journal of medicinal food*, 13(2), 255-269.
29. Landjeva, S. L. I. O., Neumann, K. L. I. O., Lohwasser, U. L. I. O., & Boerner, A. L. I. O. (2008). Molecular mapping of genomic regions associated with wheat seedling growth under osmotic stress. *Biologia Plantarum*, 52, 259-266. L
30. Larossa, V., Lorenzo, G., Zaritzky, N., Califano, A. (2015): Dynamic rheological analysis of gluten-free pasta as affected by composition and cooking time *Journal of Food Engineering*, Vol.160, p 11-18
31. Levent, H. (2019): *Physical, chemical and sensory evaluation of gluten-free tarhana with legume hulls and flours*, *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 11 (4): 401-409
32. Levent, H., Sayaslan, A., & Yeşil, S. (2021). Enrichment of gluten-free cakes with grape molasses and bioactive rich ingredients. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 64, e21200027.
33. Longnecker, M. P., Newcomb, P. A., Mittendorf, R., Greenberg, E. R., & Willett, W. C. (1997). Intake of carrots, spinach, and supplements containing vitamin A in relation to risk of breast cancer. *Cancer epidemiology, biomarkers & prevention: a publication of the American Association for Cancer Research, cosponsored by the American Society of Preventive Oncology*, 6(11), 887-892.
34. Lu, T. M., Lee, C. C., Mau, J. L., & Lin, S. D. (2010). Quality and antioxidant property of green tea sponge cake. *Food chemistry*, 119(3), 1090-1095.
35. McKay, S. A. (2001). Demand increasing for aronia and elderberry in North America. *New York Fruit Quarterly*, 9(3), 2-3.

36. Melini, V., & Melini, F. (2019). Gluten-free diet: Gaps and needs for a healthier diet. *Nutrients*, 11(1), 170.
37. Mezger, T. G. (2014): *The Rheology Handbook*, 4th Edition, Hanover: Vincentz Network, European Coatings Tech Files, ISBN 3-86630-650-4
38. Park, H. J., & Chung, H. J. (2014). Influence of the addition of aronia powder on the quality and antioxidant activity of muffins. *Food Science and Preservation*, 21(5), 668-675.
39. Peña-Ramos, E. A., Xiong, Y. L., & Arteaga, G. E. (2004). Fractionation and characterisation for antioxidant activity of hydrolysed whey protein. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(14), 1908-1918.
40. Pico, J., Reguilón, M. P., Bernal, J., & Gómez, M. (2019). Effect of rice, pea, egg white and whey proteins on crust quality of rice flour-corn starch based gluten-free breads. *Journal of Cereal Science*, 86, 92-101.
41. Puvanenthiran, A., Stevovitch-Rykner, C., McCann, T. H., & Day, L. (2014). Synergistic effect of milk solids and carrot cell wall particles on the rheology and texture of yoghurt gels. *Food Research International*, 62, 701-708.
42. Quiles, A., Campbell, G. M., Struck, S., Rohm, H., & Hernando, I. (2018). Fiber from fruit pomace: A review of applications in cereal-based products. *Food Reviews International*, 34(2), 162-181.
43. Raees-ul, H., & Prasad, K. (2015). Nutritional and processing aspects of carrot (*Daucus carota*)-A review. *South Asian Journal of Food Technology and Environment*, 1(1), 1-14.
44. Ramić, M., Vidović, S., Zeković, Z., Vladić, J., Cvejic, A., & Pavlić, B. (2015). Modeling and optimization of ultrasound-assisted extraction of polyphenolic compounds from *Aronia melanocarpa* by-products from filter-tea factory. *Ultrasonics sonochemistry*, 23, 360-368.
45. Riskó, T. C., Péntek, Á., & Wiwczarowski, T. (2017). Bread consumption habits in the gluten free diet. *APSTRACT: Applied Studies in Agribusiness and Commerce*, 11, 113-120.
46. Sahagún, M., & Gómez, M. (2018). Assessing influence of protein source on characteristics of gluten-free breads optimising their hydration level. *Food and Bioprocess Technology*, 11, 1686-1694.

47. Salehi, F., & Aghajanzadeh, S. (2020). Effect of dried fruits and vegetables powder on cakes quality: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 95, 162-172.
48. Salehi, F., & Kashaninejad, M. (2017). The effect of quince powder on rheological properties of batter and physico-chemical and sensory properties of sponge cake. *Journal of Food Biosciences and Technology*, 7(1), 1-8.
49. Scherf, K. A., Koehler, P., & Wieser, H. (2016). Gluten and wheat sensitivities—an overview. *Journal of Cereal Science*, 67, 2-11.
50. Seidemann, J. (1993). Chockberries a fruit little known till now. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau (Germany)*, 89(5).
51. Shan, L., Molberg, Ø., Parrot, I., Hausch, F., Filiz, F., Gray, G. M., ... & Khosla, C. (2002). Structural basis for gluten intolerance in celiac sprue. *Science*, 297(5590), 2275-2279.
52. Sharoba, A. M., Farrag, M. A., & Abd, E. S. (2013). Utilization of some fruits and vegetables waste as a source of dietary fiber and its effect on the cake making and its quality attributes. *J Agroaliment Proc Technol* 19: 429–444. *Food Technol Biotechnol*, 48, 435-450
53. Shukitt-Hale, B., Lau, F. C., & Joseph, J. A. (2008). Berry fruit supplementation and the aging brain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(3), 636-641.
54. Šic Žlabur, J., Dobričević, N., Pliestić, S., Galić, A., Bilić, D. P., & Voća, S. (2017). Antioxidant potential of fruit juice with added chokeberry powder (*Aronia melanocarpa*). *Molecules*, 22(12), 2158.
55. Simon, P. W., Rolling, W. R., Senalik, D., Bolton, A. L., Rahim, M. A., Mannan, A. M., ... & Ijaz Shah, A. (2021). Wild carrot diversity for new sources of abiotic stress tolerance to strengthen vegetable breeding in Bangladesh and Pakistan. *Crop Science*, 61(1), 163-176.
56. Singleton, V.L., Rossi, J.A (1965): Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*. January 1965 16: 144-158
57. Skendi, A., Papageorgiou, M., & Varzakas, T. (2021). High protein substitutes for gluten in gluten-free bread. *Foods*, 10(9), 1997.
58. Slimestad, R., Torskangerpoll, K., Nateland, H. S., Johannessen, T., & Giske, N. H. (2005). Flavonoids from black chokeberries, *Aronia melanocarpa*. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18(1), 61-68.

59. Srikanlaya, C., Therdthai, N., Ritthiruangdej, P., & Zhou, W. (2018). Effect of hydroxypropyl methylcellulose, whey protein concentrate and soy protein isolate enrichment on characteristics of gluten-free rice dough and bread. *International Journal of Food Science & Technology*, 53(7), 1760-1770.
60. Tian, Y., Liimatainen, J., Alanne, A. L., Lindstedt, A., Liu, P., Sinkkonen, J., ... & Yang, B. (2017). Phenolic compounds extracted by acidic aqueous ethanol from berries and leaves of different berry plants. *Food Chemistry*, 220, 266-281.
61. Tóth, M., Kaszab, T., Meretei, A. (2022): Texture profile analysis and sensory evaluation of commercially available gluten-free bread samples. *European Food Research and Technology*. 248(6): 1447–1455. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-021-03944-2>
62. Vertuani, S., Angusti, A., & Manfredini, S. (2004). The antioxidants and pro-antioxidants network: an overview. *Current pharmaceutical design*, 10(14), 1677-1694.
63. Vidović, S., Ramić, M., Ambrus, R., Vladić, J., Szabó-Révész, P., & Gavarić, A. (2019). Aronia berry processing by spray drying: From byproduct to high quality functional powder. *Food Technology and Biotechnology*, 57(4), 513.
64. Vidović, S., Savikin, K., Aćimović, M., Vladić, J., Čujić, N., Gavarić, A., & Janković, T. (2017). Insight to the current state and challenges in Aronia melanocarpa cultivation, phytochemicals, potential and applications. *Medicinal plants-production, cultivation and uses*, 59-84.
65. Welch, C. R., Wu, Q., & Simon, J. E. (2008). Recent advances in anthocyanin analysis and characterization. *Current analytical chemistry*, 4(2), 75-101.
66. Williamson, G. (2017). The role of polyphenols in modern nutrition. *Nutrition bulletin*, 42(3), 226-235. DOI: <https://doi.org/10.1111/nbu.12278>
67. World Health Organization. (2019). The state of food security and nutrition in the world 2019: safeguarding against economic slowdowns and downturns (Vol. 2019). Food & Agriculture Org..
68. Yeşil, S. and Levent, H. (2022): *The influence of fermented buckwheat, quinoa and amaranth flour on gluten-free bread quality*, LWT 160 113301
69. Zaini, R., Clench, M. R., & Le Maitre, C. L. (2011). Bioactive chemicals from carrot (*Daucus carota*) juice extracts for the treatment of leukemia. *Journal of medicinal food*, 14(11), 1303-1312.

8 Ábrák és táblázatok jegyzéke

1. ábra A kontrol és a különböző koncentrációjú berkenyész piskóták (B – berkenyész)	19
2. ábra A kontrol és a különböző koncentrációjú sárgarépa piskóták (S – sárgarépa).....	20
3. ábra Az SMS TA.XTplus precíziós állománymérő berendezés mérés közben	20
4. ábra Élelmiszer jellegzetes TPA mérési görbéje kiértékelési magyarázattal.....	21
5. ábra A különböző receptúrájú piskóták keménységének [N] átlag és szórás értékei (K – kontrol; B – feketeberkenyész koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)	24
6. ábra A különböző receptúrájú piskóták kohéziójának [-] átlag és szórás értékei (K – kontrol; B – feketeberkenyész koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)	25
7. ábra A különböző receptúrájú piskóták rugalmasságának [%] átlag és szórás értékei (K – kontrol; B – feketeberkenyész koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)	26
8. ábra A különböző receptúrájú piskóták világossági tényező (L*) [-] átlag és szórás értékei (K – kontrol; B – feketeberkenyész koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk).....	27
9. ábra A különböző receptúrájú piskóták vörös-zöld színezeti jellemző (a*) átlag és szórás értékei (K – kontrol; B – feketeberkenyész koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk).....	28
10. ábra A különböző receptúrájú piskóták kék-sárga színezeti jellemző (b*) átlag és szórás értékei (K – kontrol; B – feketeberkenyész koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk).....	29
11. ábra CIE L* a* b* színrendszer paramétereinek meghatározása a különböző receptúrájú piskóta minták esetében (K – kontrol; B – feketeberkenyész koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk).....	30
12. ábra CIE L* a* b* színrendszer paramétereinek meghatározása a különböző receptúrájú piskóta minták esetében 3D ábrázolásban (K – kontrol; B – feketeberkenyész koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)	31
13. ábra Az érzékszervi bírálaton kínált piskóták (K – kontrol; B – feketeberkenyész koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)	32
14. ábra A feketeberkenyész porral dúsított piskóták érzékszervi bírálatának pókhálódigramja (K – kontrol; B – feketeberkenyész koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk).....	32
15. ábra A sárgarépa porral dúsított piskóták érzékszervi bírálatának pókhálódigramja (K – kontrol; B – feketeberkenyész koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)	33
16. ábra A különböző receptúrájú nyers piskóták összes polifenol tartalma μM galluszsav/100 g szárazanyagban (K – kontrol; B – feketeberkenyész koncentrációk; S – sárgarépa koncentráció)	34
17. ábra A különböző receptúrájú sült piskóták polifenol tartalma μM galluszsav/100 g szárazanyagban (K – kontrol; B – feketeberkenyész koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk).....	36
1. táblázat A feketeberkenyész tápanyagtartalma és ajánlott napi bevitel.....	11
2. táblázat A sárgarépa tápanyagtartalma és az ajánlott napi bevitel 2000 kalóriás étrend esetén (Ikram és mtsai., 2024 nyomán).....	14
3. táblázat A GM lisztkeverék energia- és tápláléktáblázata	18
4. táblázat A kísérleti receptúrák	18
5. táblázat A különböző receptúrájú piskóták keménységének [N] ANOVA eredményei ($p < 0,05$) (K – kontrol; B – feketeberkenyész koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk).....	24
6. táblázat A különböző receptúrájú piskóták kohéziójának [-] ANOVA eredményei ($p < 0,05$) (K – kontrol; B – feketeberkenyész koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk).....	25
7. táblázat A különböző receptúrájú piskóták rugalmasságának [%] ANOVA eredményei ($p < 0,05$) (K – kontrol; B – feketeberkenyész koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk).....	26

8. táblázat A különböző receptúrájú piskóták világossági tényezőjének (L^* , -) ANOVA eredményei ($p < 0,05$) (K – kontrol; B – feketeberkenye koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)	28
9. táblázat A különböző receptúrájú piskóták vörös-zöld színezeti jellemzőjének (a^* , -) ANOVA eredményei ($p < 0,05$) (K – kontrol; B – feketeberkenye koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk) .	29
10. táblázat A különböző receptúrájú piskóták kék-sárga színezeti jellemzőjének (b^* , -) ANOVA eredményei ($p < 0,05$) (K – kontrol; B – feketeberkenye koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk) .	30
11. táblázat A különböző receptúrájú nyers piskóták összes polifenol (μM galluszsav/100 g szárazanyag) tartalmának ANOVA eredményei ($p < 0,05$) (K – kontrol; B – feketeberkenye koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)	35
12. táblázat A különböző receptúrájú sült piskóták összes polifenol (μM galluszsav/100 g szárazanyag) tartalmának ANOVA eredményei ($p < 0,05$) (K – kontrol; B – feketeberkenye koncentrációk; S – sárgarépa koncentrációk)	36

9 Melléklet

Érzékszervi bírálat – bírálati lap

Gluténmentes piskóta - Érzékszervi bírálat

Szakkifejezések (tulajdonság-magyarázat) és pontozás

TULAJDONSÁGOK MAGYARÁZATA

Illat: a szagok intenzitása

Szín: a minta színének intenzitása, az intenzitás foka

Állag

- **Keményiség:** Az erő nagysága az első harapáskor
- **Összetartóképeség:** A tésztamassza összetartási foka rágás közben 5 rágás után mérve
- **Grízes:** Kis szabálytalan részecskék észlelése rágás közben
- **Keményítő-szájbevonat:** Annak mértéke, hogy a minta milyen mértékben keveredik a nyállal, hogy keményítő-tartalmú, tészta egy masszát képezzen, amely bevonja a száj felületét rágás közben

Íz

- **Gabona íz:** Általános kifejezés a gabonákhoz, például a kukoricához, zabhoz és a búzához kapcsolódó aromás anyagok leírására. Összességében szemcsés benyomás, édes, barna, néha általános diós íz.
- **Kukorica íz:** A kukorica aromajellemzői
- **Babos, hüvelyes íz:** Enyhén barna, dohos, diós, keményítő-szájbevonat, amely a főtt száraz babhoz társul
- **Nyers íz:** Nyers vagy nyers gabonatermékekhez kapcsolódó nyers aromás íz
- **Fermentált íz:** Édes, túlérett aromák, amelyek fermentált gyümölcsökhöz, zöldségekhez vagy gabonákhoz kapcsolódnak, és ecetes vagy élesztős jegyekkel is rendelkezhetnek
- **Tojásos íz:** A tojásra emlékeztető íz, a termékre jellemző
- **Édes íz:** Kellemes, édes íz, a termékre jellemző

Összbenyomás:

Jelezze, mennyire szereti vagy nem szereti a mintát (a fent felsorolt speciális érzékszervi tulajdonságok, például megjelenés, íz, állag, illat, szín tekintetében)

PONTOZÁS

A referencia- és minta-pontszámok egy 15 pontos skálán alapulnak, 0,5 pontos lépésekkel (1 = küszöbérték, 1.5-től 5-ig = enyhe; 5.5-től 10-ig = közepes; 10.5-től 15-ig = erős).

Kérjük, minden mintához adja meg a következők egyikét:

1 – küszöbérték, nem értelmes/nem jellemző

1.5 – 2 – 2.5 – 3 – 3.5 – 4 – 4.5 – 5 – **enyhe**

5.5 – 6 – 6.5 – 7 – 7.5 – 8 – 8.5 – 9 – 9.5 – 10 – **közepes**

10.5 – 11 – 11.5 – 12 – 12.5 – 13 – 13.5 – 14 – 14.5 – 15 – **erős**

Minta-kiértékelő lap

Életkor: 1 18-25 2 26-35 3 36-45 4 46-55 5 > 55

Neme: 1 Nő 2 férfi

Pontozás: 1-től 15-ig 0,5 pontos lépésekben!

Illat

Mintakód	Pont
Ref	7.5
1	
2	
3	
4	

Szín

Mintakód	Pont
Ref	7.5
1	
2	
3	
4	

Állag

Keményiség

Mintakód	Pont
Ref	7.5
1	
2	
3	
4	

Összetartó képesség

Mintakód	Pont
Ref	7.5
1	
2	
3	
4	

Grízes állag

Mintakód	Pont
Ref	7.5
1	
2	
3	
4	

Keményítő szájbevonat

Mintakód	Pont
Ref	7.5
1	
2	
3	
4	

Íz

Gabona íz

Mintakód	Pont
Ref	7.5
1	
2	
3	
4	

Kukorica íz

Mintakód	Pont
Ref	7.5
1	
2	
3	
4	

Babos, hüvelyes íz

Mintakód	Pont
Ref	7.5
1	
2	
3	
4	

Nyers íz

Mintakód	Pont
Ref	7.5
1	
2	
3	
4	

Fermentált íz

Mintakód	Pont
Ref	7.5
1	
2	
3	
4	

Tojásos íz

Mintakód	Pont
Ref	7.5
1	
2	
3	
4	

Édes íz

Mintakód	Pont
Ref	7.5
1	
2	
3	
4	

Összbenyomás

Mintakód	Pont
Ref	7.5
1	
2	
3	
4	

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnék mondani a konzulenseimnek, Dr. Kaszab Tímeának és Stefanovitsné Dr. Bányai Évának, akik útmutatásukkal és segítségükkel elősegítették a dolgozatom elkészítését, amiért szakmai segítségnyújtásukkal irányították munkámat, időt és energiát nem kímélve segítettek a méréseim, valamint eredményeim kiértékelése során.

Továbbá köszönetet szeretnék mondani a Táplálékallergia Centrumnak, amiért biztosították a kutatásunkhoz használatos anyagokat, valamint a Bíróréti Állatsimogató vezetőségének, amiért házi tyúktojással járultak hozzá a mérések sikerességéhez.

Végül, de nem utolsó sorban hálát szeretnék mondani a Méréstechnika és Automatizálás Tanszék és az Élelmiszerkémia- és Analitika Tanszék munkatársainak is.

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakedolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: Háros Anna
A Hallgató Neptun kódja: P8544H
A dolgozat címe: Gépjárműves szállítások optimális útvonaltervezése
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Élelmiszertudományi és Technológiai Tanszék, Élelmiszerminőség és Élelmiszerbiztonság Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakedolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítást teszek, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

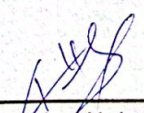
Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumba. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védelmet követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumban.

Kelt: Budapest, ²⁰²⁴ év november hó 04 nap


Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

NYILATKOZAT

Hanzó Panna (hallgató Neptun azonosítója: **P8S4YH**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védeésre javaslom / **nem javaslom**².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: Budapest, 2024. november 4.



belső konzulens
Dr. Kaszab Tímea

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

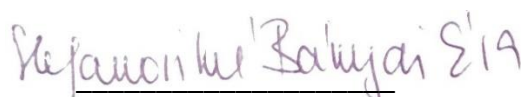
NYILATKOZAT

Hanzó Panna (hallgató Neptun azonosítója: **P8S4YH**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot⁴ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom⁵.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*6}

Kelt: Budapest, 2024. november 4.



belső konzulens
Stefánovitsné dr. Bányaí Éva

⁴ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

⁵ A megfelelő aláhúzendó.

⁶ A megfelelő aláhúzendó.