

SZAKDOLGOZAT

Hartai Soma Sándor

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Budai Campus
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Biomérnök alapképzési szak

Maglisztekkel dúsított gluténmentes tészták fizikai és kémiai vizsgálata

Belső konzulens: Név: Dr. Kaszab Tímea
beosztás: egyetemi adjunktus

Belső konzulens
intézete/tanszéke: MATE, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Élelmiszeripari Méréstechnika és Automatizálás Tanszék, Budai Campus

Belső konzulens: Név: Stefanovitsné dr. Bányai Éva
beosztás: professzor emerita

Belső konzulens
intézete/tanszéke: MATE, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Élelmiszerkémia és Analitika Tanszék, Budai Campus

Készítette: **Hartai Soma Sándor**

Budapest

2024

Tartalomjegyzék

1	Bevezetés	5
2	Célkitűzés	6
3	Irodalmi áttekintés	6
3.1	Glutén.....	6
3.2	Gluténérzékenység.....	7
3.3	Gluténmentes tészta és gyártási technológiája	8
3.3.1	A tészta	8
3.3.2	A glutén helyettesítése	9
3.3.3	Gyártási technológia.....	10
3.4	A gluténmentes élelmiszerek jogi szabályozása Magyarországon.....	11
3.5	A kutatásban használt alaplisztkeverék összetevői.....	12
3.5.1	Hidrokolloidok.....	12
3.5.2	Keményítő	12
3.5.3	Lecitinek.....	13
3.5.4	Rizsliszt.....	13
3.6	A gluténmentes tészták dúsítása értékes endogén összetevőkkel.....	14
3.6.1	Antioxidánsok, polifenolok	14
3.6.2	Gluténmentes lisztek, lisztkeverékek	14
3.6.3	Kutatásban használt értékes adalékanyagok	16
3.7	Állományvizsgálati módszerek	17
4	Anyagok és módszerek	19
4.1	Felhasznált anyagok	19
4.2	Mérési módszerek	20
4.2.1	Amplitúdó pásztázás	21
4.2.2	Vágásteszt.....	22
4.2.3	Színmérés	23
4.2.4	Érzékszervi bírálat	23
4.2.5	Összes polifenol tartalom meghatározása	23
4.3	Statisztikai értékelési módszerek.....	24
5	Eredmények és kiértékelésük	25
5.1	Előkísérletek.....	25
5.2	Tészták vízfelvétele	25
5.3	Amplitúdó pásztázás mérési eredményei.....	26
5.4	Vágásteszt mérési eredményei	28
5.5	Színmérés eredményei	32
5.6	Érzékszervi bírálat eredményei.....	36
5.7	Összes polifenol tartalom mérésének eredményei.....	38
6	Következtetések és javaslatok	41
7	Összefoglalás	43
8	Irodalomjegyzék	45
9	Melléklet.....	50
10	Táblázatok és ábrák jegyzéke.....	52
	Köszönetnyilvánítás.....	53

RÖVIDÍTÉSEK

Fizikai mennyiségek

a^*	vörös-zöld színíngerjellemező, -
b^*	kék-sárga színíngerjellemező, -
γ_{LVE}	nyírási deformáció lineáris viszkoelasztikus határnál %
G'	tárolási modulus, Pa
G''	veszteségi modulus, Pa
L^*	világossági tényező, -
τ_f	nyírófeszültség, folyáspont, Pa

Mintakódok

T	tökmaglisztet tartalmazó tészta
L	lenmaglisztet tartalmazó tészta
SZ	szőlőmaglisztet tartalmazó tészta

Fogalmak rövidítései

AACC	Amerikai Gabonakémikusok Szövetsége (American Association of Cereal Chemists)
CIE	Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság (Comission Internationale de l'Éclargie)
GM	gluténmentes
Ig E	immunoglobulin E
LVE	Lineáris viszkoelasztikus határ (Linear Viscoelatic range)
SMS	Stable Micro System
TPC	Összes polifenol tartalom (Total Polyphenol Content)

Statisztikai rövidítések

ANOVA	Varianciaanalízis (analysis of variance)
-------	--

1 Bevezetés

A tészta az egész földkerekséget hosszú idők óta átívelő, már az ókorban is ismert étel. Juhani Nagy János 1987-ben született dokumentumkötete alapján tudhatjuk, hogy a tészta ötlete már itt várta a honfoglaló magyarokat a Kárpát medencében, hiszen a több mint ezer éve itt élő szláv népek is ismerték már. Valószínűsíthető, hogy több társadalom jött rá többféleképpen a különböző gabonák feldolgozására, a feldolgozási módszerek termékeit alapanyagaik, és hasonló elkészítési folyamataik miatt helyezzük egy fogalmi kalap, a tészta fogalma alá.

Nem csoda, hogy társadalmilag egy ilyen gyökeresen beágyazódott ételt egyre szélesebb körben használnak. Sajnos egészségi okok miatt, népbetegség szinten megjelenő glutén-érzékenység miatt nagyon sokan gluténmentes ételek fogyasztására kényszerülnek.

Ugyanis az orvostudomány fejlődésével kialakult az élelmiszerekkel szembeni intolerancia, így a glutén emésztésével kapcsolatos betegségek felismerése, ezzel együtt a gluténmentes diéta létjogosultsága is.

A gluténmentes diétával együtt pedig felütötték fejüket a kihívások is, mivel a diéta alkalmazásával, a glutén mellőzése miatt tápanyaghiány léphet fel a szervezetben, és ez nagy kihívások elé állítja az élelmiszeripart.

A gyártási folyamatok során olyan problémákra kell megoldást találni, mint a gluténmentes termékek szerkezetösszetartó, textúrajavító –és stabilizáló, illetve a jó nedvesség-megőrző képességének biztosítása.

Ez a világviszonylatban létező, a lakosság jelentős hányadát érintő probléma, már hazánkban is egyre gyakrabban diagnosztizált, ugyan sok eset még felderítetlen és a valós esetszámok jóval nagyobbak, az élelmiszeriparnak fel kell készülnie új termékek fejlesztésére és létrehozására.

2 Célkitűzés

Számos kutatás foglalkozik a glutén mellőzése miatt fellépő tápanyagok pótlásával, és a gluténmentes tészta élvezeti értékéhez kapcsolódó, érzékszervi, illetve texturális tulajdonságokkal, kihívásokkal, mint ahogy ez a dolgozat is ezen marginális problémák köré pozícionálódik.

Ezért dolgozatom célja volt:

- a téma szakirodalmi körülményeinek, feldolgozása;
- az általam készített gluténmentes tészták és dúsítási lehetőségeinek vizsgálata reológiai, szín, érzékszervi és összes polifenol tartalom mérésével;
- a gluténmentes tészták dúsítására különböző értékes endogén komponensekkel rendelkező adalékanyagok kiválasztása, mint a tökmag-, lenmag- és szőlőmagliszt;
- a kapott értékek alapján összefüggést keresni az egyes termékek között, és ennek kapcsán kiválasztani a legértékesebb terméket/termékeket a gyártástechnológia szempontjából;
- kideríteni melyik termék a legnagyobb nyereség a tápanyagbevitel szempontjából a glutén emésztéséhez köthető betegségekben szenvedők részére;
- a talált összefüggések különböző statisztikai módszerrel történő alátámasztása;
- ajánlatot tenni egy új termék ipari méretekben történő gyártására.

3 Irodalmi áttekintés

Ebben a fejezetben először röviden szeretném tárgyalni a gluténnal kapcsolatos problémákat, majd rátérnék a gluténmentes tészták gyártástechnológiájára és annak jogi szabályozására. Végezetül a kutatásomhoz kapcsolódó problémákról ejtenék szót.

3.1 Glutén

A búzafehérje legfőbb raktározója a glutén, mely különböző, kapcsolatban levő fehérjék összetett keveréke, főként gliadin és glutenin alkotja. A glutén változékony, sokarcú anyag, hőstabil és meg van benne a képesség, hogy kötő vagy nyújtó ágensként viselkedjen, ezért gyakran használják adalékanyagként feldolgozott élelmiszerekben jobb textúra, nedvességmegőrzési képesség, és az íz javítása érdekében.

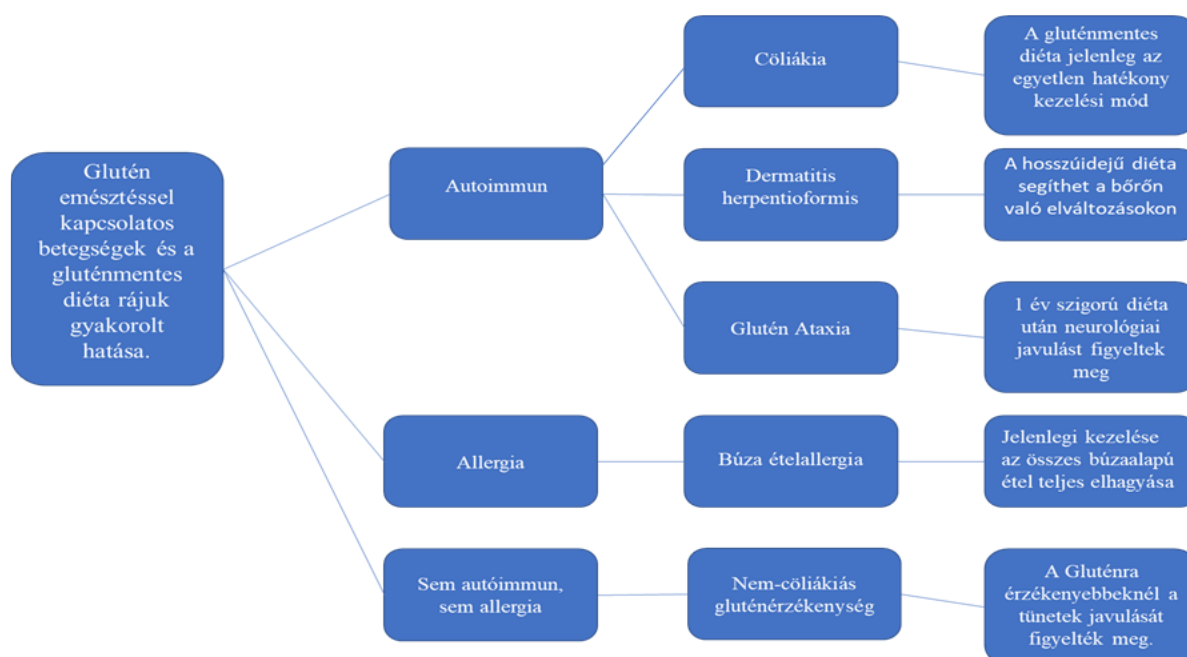
A glutén a legösszetettebb fehérjehálózatok közé tartozik, és kulcsszerepet játszik a tészták reológiai tulajdonságainak megalkotásában, szokatlan reológiai és funkcionális tulajdonságai, a gluteninek és gliadinok arányától, valamint e struktúrák kölcsönhatásaitól függenek. Mindegyik komponensnek kissé eltérő funkciói vannak, melyek döntő szerepet játszanak a viszkoelasztikus tulajdonságok meghatározásában, a kenyér kovászolása során felszabaduló szén-dioxid megkötése, és a végtermék minőségében. Például a tisztított, hidratált gliadinok jobban hozzájárulnak a tészták viszkozitásához és nyújthatóságához, míg a hidratált gluteninek összetartóak a tészta szilárdságához és rugalmasságához járulnak hozzá. Sok munka összpontosított a tészta szilárdságának fejlesztésére, például Payne 1987-es kutatása miszerint, a glutenin molekulatömege közvetlen kapcsolatban áll az elasztikus tulajdonságaival (Biesiekierski, 2016).

3.2 Gluténérzékenység

A cöliákia egy betegség, amelyről ma már sokat tudunk, beleértve a kiváltó okát (glutén), genetikai hátterét és patogén mehanizmusát. Minden ember mellett, akit cöliákiával diagnosztizálnak van legalább 5-6 beteg, aki ebben szenved, de még nem lett azonosítva, legtöbbjük felnőtt gasztrointesztinális tünetek nélkül. Néhány évvel ezelőttig majdnem az egész tudományos világ azt állította, hogy a glutén negatív hatásai csak a cöliákiához és az immunglobulin E (IgE) által közvetített allergiákhoz köthető, pedig ezek egész ritkán fordulnak elő felnőttek körében, és inkább a gyermekekre jellemzőek, ennek mentén definiálták a nem-cöliakiás gluténérzékenységet (Bizzaro és mtsai., 2010).

A gluténmentes étrend eredete 1941-re nyúlik vissza, Willem Karl Dicke gyermekorvos és tudós alkalmazta, egy cöliakiás betegnél. A mai napokban ezt a diétát kiterjesztették a cöliákia mellett más autoimmun betegségekre, mint a dermatitis herpetiform és a glutén ataxia, használják még búza okozta allergiákra emellett irritábilis bél szindrómára (*1. ábra*). Ezen betegségeknél pozitív, jótékony következményei lettek a gluténmentes étrendnek, azonban egészséges embereknél, akik áttértek erre az étrendre semmilyen ebből következő előnyt nem tudtak kimutatni. Akiknek pedig szükséges ez a diéta, azoknak számolniuk kell a diéta mikro és makro tápanyag hiányosságaival (Khoury és mtsai., 2018).

1. ábra A glutén emésztésével kapcsolatos betegségek, Khoury és mtsai. (2018) cikke nyomán



Az ábra alapján is látható a glutén emésztésével kapcsolatos betegségek sokfélesége. Ezen betegségek tünetmentességéhez elengedhetetlen a gluténmentes termékek fogyasztása.

3.3 Gluténmentes tészta és gyártási technológiája

3.3.1 A tészta

Az emberiség első feljegyzései a tésztáról ezer évre nyúlnak vissza. A tudatért, hogy kinek az ősei fogyasztották korábban, és hasonlóbban a maihoz főként Olaszország és Kína versenyez egymással. Egy populáris mítosz szerint Marco Polo vitte a tészta hírét Kínából Olaszországba, azonban al-Idrisi egy szicíliai geográfus már Marco Polo születése előtt száz évvel írt a száraz durum tésztáról itriyya-ként hivatkozva rá, a különböző anekdoták hálója pedig ennél is szövevényesebb. Nem véletlen, hogy ma is fogyasztjuk különböző formáit, hiszen könnyen elkészíthető, sokoldalú étel.

A búza alapú tészta gazdag összetett szénhidrátokban (74-77%), fehérjékben (11-15%), kevés nátriumot, aminosavakat, és lipideket is tartalmaz. A legjobb minőségű tészták durumlisztből készülnek melynek magas gluténtartalma biztosítja, végső minőségét. A durumliszt magas karotinoidtartalma teszi őt sárgábbá, sápadt társainál, kíváncsok tulajdonságai mellett is csak a föld búzatermelésének 5%-át teszi ki a durum búza, így a tésztákat is a leggyakrabban közönséges búzából gyártják.

A finomított lisztből készült tészta könnyen emészthető, de alacsony bioaktív komponens tartalommal rendelkezik, mint fenolsavak, flavonoidok, vitaminok stb. Az elmúlt

években egy globális trend kezdett kialakulni a gabona alapú termékek nagy antioxidáns/redukáló hatással rendelkező, növényekkel/adalékanyagokkal való gazdagításában. Ez az összetevőkben gazdag étrend fontos szerepet játszhat, a kardiovaszkuláris, cukor- és rák betegségek megelőzésében. Epidemiológiai vizsgálatok határozott eredményekkel támasztották alá, hogy a hosszútávú polifenolban gazdag ételek fogyasztása rendkívül hatékony a már említett betegségek mellett idegrendszeri betegségek és a csontritkulás megelőzésében. Így érthető tehát, hogy a tészták dúsítása értékes hozzávalókkal egyre gyakoribb az élelmiszeriparban (Dziki, 2021).

3.3.2 A glutén helyettesítése

A glutén helyettesítése a gabonaalapú termékekben nagy technológiai kihívást jelent az ipar számára (Arendt és mtsai., 2002). Pagani (1986) szerint kétféle megközelítés ismert, az egyik olyan összetevőkön, adalékanyagokon alapul, amelyek képesek pótolni a glutént, összetartó szerkezet létrehozásával. Ezt a megközelítést használva számos adalékanyagot/összetevőt, köztük módosított keményítőket, gumikat, emulgeálószerket, fehérjéket és enzimeket kipróbáltak már. (Lai, 2001; Chillo és mtsai., 2007; Yalcin és Basman, 2008; Sozer, 2009). Jelentős figyelem irányult a keményítőforrásra is, beleértve a rizs, a kukorica, a cirok, az álgabonák és a hüvelyesek lisztjeit. (Mestres és mtsai., 1988; Wang és mtsai., 1999; Beta és Corke, 2001; Chillo és mtsai., 2008).

A második megközelítés a megfelelő feldolgozási körülményekre az új és hatékony keményítőszerveződés kialakulására fókuszál, amely képes helyettesíteni a gluténhálózatot (Resmini és Pagani, 1983; Mestres és mtsai., 1993). Ez az eljárás a keleti típusú rizs előállítására szolgáló ősi és ma is használt eljárások optimalizálásának is tekinthető. Ebben az esetben az ismétlődő melegítés és hűtéses eljárások a keményítő kocsonyásodását és retrogradációját idézik elő, ami a főzési stressznek ellenálló keményítőhálózatot hoz létre (Pagani, 1986). Hormodok és Noomhorm (2007) szerint a keményítő tésztákra gyakran jellemző a szélsőséges ruganyosság és keménység.

A rizs előfőzése egy hidrotermikus kezelés, amelynek fő lépései az áztatás, gőzölés és szárítás. E folyamat során megváltoznak a hántolatlan rizsszemcsék fizikai, kémiai, táplálkozási és érzékszervi tulajdonságai: a keményítő zselatinizálódik, a vitaminok és az ásványi anyagok egy része az endospermium felé vándorol, és lipid-amilóz komplex képződik, amely korlátozza a keményítő duzzadását és az amilóz kioldódását a főzés során (Bhattacharya, 2004).

3.3.3 Gyártási technológia

A gluténmentes tészta minőségének javítására a leggyakoribb megközelítés a keményítő funkcionális és makromolekuláris szerkezetének módosítása. A keményítő kulcsszerepet játszik a gluténmentes élelmiszerek előállításában, a gluténmentes nyersanyagok fő összetevőjeként. A gluténmentes élelmiszertechnológia elsősorban a tészta melegítésére és hűtésére épül, amely két jelenséget használ ki: a keményítő zselatinizálódását, és ezt követően a retrogradációját. A gluténmentes tészta előállításához használt első technológiai megközelítés a hőkezelt lisztekre összpontosít, amelyekben a keményítőt kocsonyásítják (Marti és mtsai., 2013).

A közelmúltban Wolf (2010) állította, hogy a kristályos keményítő makromolekulák amorfabb anyaggá alakulnak át, így formálva képlékeny terméket, ennek következtében az extrudálásos-főzéssel előállított tészták a hagyományos úton extúderrel előállított tésztákhoz képest főzés után erős szilárdságot, textúrát és ízt mutattak (Wang és mtsai., 1999).

Az extrudálásos-főzési eljárást sikeresen alkalmazták kukoricalisztből készült tészták előállításához (Wang és mtsai., 1999; Budelli és mtsai., 2007; Giménez és mtsai., 2013). A gluténmentes lisztet előtte az extruderben fűtött fallal érintkezve és/vagy gőz befecskendezésével hőkezelték, majd extrudálták, formázták, alakították és végül szárították. A tészta a veszteség javulását mutatta (Schober és mtsai., 2007; Giménez és mtsai., 2013).

Merayo és mtsai. (2011) mindkét eljárást alkalmazták natív rizslisztből készült tészta előállítására, mivel hiányzott a folyamatos és szabályos fehérjehálózat, a keményítőpolimerek kevésbé rekedtek a rizs mátrixban, ami nagy főzési veszteségű terméket eredményezett (10 g/100 g), ez kétszer-háromszor nagyobb volt a durumbúzából készült tésztaénál.

Gyakran alkalmaztak fizikai kezeléseket, például lágyítást a keményítőn, a natív fizikai-kémiai tulajdonságok megváltoztatására a különböző ipari követelményeknek megfelelően (Marti és mtsai., 2013). A lágyítás a keményítő nagy mennyiségű (több mint 40%) vízzel történő kezeléséből áll, majd alacsony hőmérsékletű zselatinizálásából (rizs esetében 50-60 °C), valamint a hő-nedvességkezelésből (kis nedvességtartalom és nagy hőmérsékleten, rizs esetében 100-120 °C) (Zavareze és mtsai., 2010). Mindkettő növeli a keményítő kristályosságát, a szemcsézettséget, merevségét és a polimerlánc társulásokat (Jacobs és mtsai., 1998; Tester és mtsa., 2000; Zavareze és mtsai., 2010). Ezek a specifikus hidrotermikus kezelések gátolják a szemcsék duzzadását, késleltetik a kocsonyásodást és növelik a keményítőpép stabilitását (Hoover és mtsa., 1994; Hormdoks és mtsai., 2007), ezáltal fokozzák

a rizstészta texturális tulajdonságait és főzési viselkedést (Yoenyongbuddhagal és mtsa., 2002; Hormdok és mtsai., 2007).

A hidrotermikus eljárások körülményeinek optimalizálása különböző főzési minőségű rizstésztát eredményez (Hoover és mtsa., 1994). A hő-nedvességkezelés alkalmasabb félszáraz és szárított tésztákmál, amelyeket nagy szakítószilárdságuk és gélkeménységük jellemez, míg a lágyítás lágy textúrát igénylő friss rizstészta előállítására alkalmas. E kezelések alkalmazásával járó javulás, az előzselatinizált liszt felhasználása általában kevésbé költséges megközelítésnek tekinthető a rizstészta minőségének javítására.

Raina és munkatársai (2005) megállapították, hogy mind a nyers, mind a főtt tészta texturális minősége jelentősen javult, ha előkocsonyásított rizslisztet használtak. A szárítási hőmérséklet megnövelte a keményítő kocsonyásodási hőmérsékletét, így emelve a kapott tészta főzési minőségét (Marti és mtsai., 2011).

Zhang és munkatársai (2013) megfigyelték, hogy a keményítő vízfelvétele csökkent a szárítási hőmérséklet emelkedésével, még a lipid-amilóz-komplexek képződése is hozzájárulhatott a szilárdság növekedéséhez és a főzési veszteség csökkentéséhez.

D'amico és munkatársai (2010) arról számoltak be, hogy a magas szárítási hőmérséklet és az előszárítás (alacsonyabb hőmérsékleten) befolyásolta a texturális jegyeket, a vizsgált hatás miatt különösen a főzési veszteség és a fehérje oldhatósága csökkent, ezek jót tettek az amaránt, quinoa, hajdina, köles és fehérbab alapú tészta gluténmentes tészta éppen maradásának. Fontos minőségi paraméterek javultak, de a búzából készült tészták teljesítményét még nem sikerült elérni. A gluténmentes tészták ugyanis a búzátésztákhoz képest alacsony rugalmassággal és jó fehérje oldékonysággal rendelkeztek.

3.4 A gluténmentes élelmiszerek jogi szabályozása Magyarországon

A gluténmentes kifejezés akkor használható, ha egy élelmiszer legfeljebb 20 mg/kg glutént tartalmaz, használható természetes úton gluténmentes élelmiszereknél is, de csak abban az esetben, ha nem téveszti meg a fogyasztót.

A nagyon alacsony gluténtartalmú besorolás akkor alkalmazható, ha egy élelmiszer legfeljebb 100 mg/kg glutént tartalmaz és egy vagy több búzát, rozst, árpát, zabot, vagy ezek keresztezett változataiból készült összetevőt tartalmaz, amelyet a gluténtartalom csökkentése érdekében speciális eljárással állítottak elő.

Az élelmiszerhez tartozó leírást kísérheti „gluténérzékenyek is fogyaszthatják” vagy „coeliakiában szenvedők is fogyaszthatják” kijelentések. Amennyiben egy élelmiszer

előállítás során kifejezetten a gluténtartalom csökkentése, illetve helyettesítése volt a cél, akkor a címkén a „kifejezetten gluténérzékenyek számára készült” vagy „kifejezetten coeliakiában szenvedők számára készült” kijelentések is feltüntethetők (OGYÉI, 2018).

3.5 A kutatásban használt alaplisztkeverék összetevői

A következőkben a kutatásban használt lisztkeverék egyes összetevőinek bemutatására térnek ki.

3.5.1 Hidrokolloidok

A hidrokolloidok a vízben oldódó poliszacharidok egy csoportja, melyek különböző kémiai szerkezettel, nagy molekulatömeggel, és hidrófil, hosszúláncú molekulákkal rendelkeznek. Hidrokolloidok hozzáadása pozitív hatással van a gluténmentes, gabonaalapú termékekre, mert javítják a termékek szerkezetét, térfogatát, textúráját, ízét, általános minőségét, valamint meghosszabbítják az eltarthatósági időt.

A hidrokolloidok alkalmazása a gluténmentes termékeknél kolloid tulajdonságaiktól függ, attól, hogy mennyire tudják növelni a vízmegkötő képességet, viszkozitást, hidratációs rátát, és a hőmérséklet hatását a hidratáción. A legtöbb hidrokolloid esetében a viszkozitás csökken a hőmérséklet növekedésével. Képesek még növelni fermentáció során a gázfejlődést, illetve megkötést is. A hidrokolloidok döntő szerepet játszanak a friss és főtt tészták előállításában. A tészta reológiáját keverés, melegítés és hűtés során a tészta készítése közbeni hidratáció határozza meg. A hidrokolloidok hozzáadása befolyásolhatja a tészta színét, keménységét és szilárdságát (Culetu és mtsai., 2021).

3.5.2 Keményítő

A cöliákia egyre gyakoribb azonosítása miatt megnövekedett a kereslet az olyan gluténmentes termékek iránt, melyek a búzaalapú termékekhez hasonló attribútumokat hordoznak magukban. A glutén helyettesítése továbbra is kihívást jelent a tudósok számára, mivel az különleges szerepet játszik a hálózat építésben, magába zárva a légbuborékokat. Ha a glutént eltávolítják a lisztből a keményítő marad a fő összetevő. A keményítő gyakran használt, zselésítő, tapadást, nedvességmegtartást növelő, sűrítő, textúrát javító, hártaképző, elhalványodás elleni összetevő, melyek hatása függ a keményítő koncentrációjától. A keményítő fontos szerepet játszik a búzaalapú, még annál is inkább a gluténmentes termékekben (Padalino és mtsai., 2016; Foschia és mtsai., 2016; Horstmann és mtsai., 2017).

3.5.3 Lecitinek

A lecitinek acetonban nem oldódó foszfolipidek keverékeiből és trigliceridekből, szénhidrátokból állnak. Módosításukra a leggyakrabban használt eljárások a következők: frakcionálás olajmentesítés, melynek célja az olaj és lecitinek szétválasztása, frakcionálás oldószerekkel, melynek célja meghatározott lecitinekben gazdag frakciók létrehozása, illetve az enzimatis és kémiai változások bemutatása (Cabezas és mtsai., 2011).

A lecitineket széles körben használják az élelmiszer, gyógyszer és kozmetikai iparokban (Krawczyk, 1996; Wendel, 2000). Az élelmiszeripar számos termékhez, főként természetes és módosított lecitineket használ, emulgeálószerként betöltött sokoldalú szerepükért is kedvelik, használják még viszkozitás szabályzásra, szóródásgátlóként és diszpergálószerként is (van Nieuwenhuyzen, 1981; Schneider, 1989; van Nieuwenhuyzen & Tomás, 2008a).

Az emulgeálószer, beleértve a lecitineket, hidrofí és lipofí részleteket is tartalmaznak, először az olaj és a víz közötti határfelületen koncentrálnak majd csökkentik a határfelületi feszültséget, ezt kövözően megkönnyítik az emulzió kialakulását a homogenizálás során. Emellett ezek a komponensek előzik meg a destabilizálódási folyamatokat, mint a krémesedést, habosodást, összeolvadást, kiülepedést, elválasztódást, így növelve a termékek eltarthatósági idejét (McClements, 1999, van Nieuwenhuyzen & Tomás, 2008b).

3.5.4 Rizsliszt

A rizs alkalmazása a búza helyett a tésztaalapú termékekben előnyös lehet a glutén problémákkal küzdő embereknél. A rizsalapú termékek a gluténmentes diéták fontos részét képezhetik. Mikor tészta alapanyagként használjuk a rizsnek szüksége van keményítőre a kocsonyásító tulajdonságai miatt, hogy kötőanyagként viselkedhessen, mert a rizsből hiányzik a búzából származó glutén tészta szerkezet összetartó képessége (Lai, 2001).

A rizslisztet gyakran használják alapanyagként a gluténmentes termékek előállításához, íze, könnyű emészthetősége és hipoallergén tulajdonságai miatt (Rosell és mtsai., 2008). A rizsliszt alkalmazása alacsony főzési és érzékszervi minőségű tésztákat eredményez, gyenge fehérjehálózat kialakulása miatt (Sandhu és mtsai. 2010). Emiatt textúra javító és a speciális kezelések alkalmazása szükséges, amelyek közül a fermentációs, hidrotermikus és enzimés kezeléseket javasolják, hogy ezek hálózatot biztosítsanak (Hormdok és mtsai., 2007; Yang és mtsai. 2008; Giménez és mtsai., 2013).

3.6 A gluténmentes tészták dúsítása értékes endogén összetevőkkel

A gluténmentes tészták dúsítása hasonló célból történik, mint az a más sütőipari termékeknél megszokott, például ásványi elemekkel, vitaminokkal stb. történő dúsítás a jobb antioxidáns hatás elérése érdekében.

3.6.1 Antioxidánsok, polifenolok

A gyümölcsök, zöldségek, és gyógynövények a fenolsavak és polifenolok lehetséges forrásai. Ezek a vegyületek a növények természetes melléktermékeiként vagy másodlagos anyagcseretermékeiként ismertek, amelyek jelen vannak a mindennapi táplálkozásban, és rendkívül előnyösek az emberi szervezet számára, például antioxidáns tulajdonságai révén gyulladáscsökkentő, rákellenes, antiallergiás, vérnyomáscsökkentő és viricid hatásuk. (Montenegro-Landívar és mtsai., 2021).

Az antioxidánsokat egyre növekvő érdeklődés övezi, élelmiszerek és gyógyszerek részeként találkozunk velük a szervezetünk. A biogén és abiogén stresszhatások ellen védő szerepet játszanak a megnövekedett szabad gyökökkel szemben, jelentős mértékben csökkenthetnek, illetve gátolhatnak nem kívánatos oxidációs folyamatokat (Halliwell és mtsai., 1995, Gulcin, 2020). Jótékony hatásai miatt sok tanulmány született különböző gluténmentes termékek antioxidánsokkal, polifenolokkal történő dúsításáról.

3.6.2 Gluténmentes lisztek, lisztkeverékek

A gluténmentes termékekben a búza helyettesítésére használt nyersanyagok a kukorica, rizs, pszeudo-gabonák, cirok, valamint ezek keményítői lehetnek (Fiorda és mtsai., 2013, Oscella és mtsai., 2014, Sandhu és mtsai., 2010).

A nem hagyományos lisztek gyakran nem rendelkeznek hasonló minőséggel, mint például a tésztatermékekhez használt durum búzadara, ezért ezek megfelelő technológiát igényelnek a feldolgozáshoz. Megfigyelték továbbá, hogy a gluténmentes termékekből hiányoznak az élelmi rostok és más fontos tápanyagok, például bizonyos ásványi elemek és vitaminok (Thompson és mtsai., 2000; Thomson és mtsai., 2005; Hager és mtsai., 2011; Nascimento és mtsai., 2013).

A fehérjékben és élelmi rostokban gazdag összetevők, mint például a hüvelyesek és növényi lisztek, a hagyományos gluténmentes lisztkeverékhez adhatók, hogy növeljék a változatosságot és a gluténmentes termékek tápértékét. A kukoricaliszt a gluténmentes termékek készítésénél az egyik legkedveltebb alapanyag (Mastromatteo és mtsai., 2011, Schober és mtsai., 2008).

Bár a kukoricaliszt számos mikro- és makrotápanyagot szolgáltat, néhány alapvető tápanyag nem megfelelő mennyiségű. Ezen termékek csak kis mennyiségű fehérjét, ásványi anyagot és élelmi rostokat tartalmaznak, ezért a cöliákiához köthető táplálkozási hiányosságok kockázatát hordozzák magukban (Muzquiz és mtsai., 2007).

A gluténmentes tészták dúsítása tehát fontos és szükséges, hogy a gluténmentes étrendet követők, kellő tápértékkel rendelkező tésztához juthassanak, nem meglepő, hogy a gluténmentes tészták különböző adalékanyagokkal való dúsítása széles szakirodalomnak örvend, az **1. táblázat**ban ezekből a szakirodalomból szeretnék bemutatni párat a saját összeállításom alapján.

1. táblázat Cikkgyűjtemény a gluténmentes tészták dúsításáról

liszt fajtája	aránya a keverékben	cikkben említett élettani hatás	eredmény	hivatkozás
csicseriborsó	15%	nagy mennyiségben tartalmaz összetett szénhidrátokat és telítetlen zsírsavakat, vitaminokban és ásványi anyagokban gazdag	- a kontrol mintához képest (100%-os kukoricaliszt) az élelmi rost-, fehérje- és zsírtartalom növekedését mutatják. - A hidrokolloidok, mint a pektin, guar liszt és agar (2%) a spagetti érzékszervi minőségének észrevehető javulását eredményezte	Padalino és mtsai (2014)
barnarizs	40%	magas rosttartalom	- jobb érzékszervi értékelést mutatott, a többi tésztához képest - a keményítőhálózat megerősödött, így gyakorolva pozitív hatást a kukorica- és barna rizs alapú főtt tészta textúrájára	Marti és mtsai. (2013) Silva és mtsai (2016)
cirok, rizs burgonya	40:20:40	-	jó sűrűség, a hozam, a tömeg-növekedés és az alacsony főzési veszteség	Ferreira és mtsai (2016)
quinoa	-	A quinoa és az amaránt használata javította a tápértéket, mivel jó minőségű fehérjéjük, élelmi rostjaik és telítetlen zsírsavakban gazdag lipidjeik vannak. Megfelelő mennyiségű ásványi anyagot, vitamint és jelentős mennyiségű bioaktív anyagot is tartalmaznak, mint például szaponinokat, fitoszterolokat, szkvalént, fagopiritolokat és polifenolokat	A spagetti a lágybúzához képest elfogadható fizikai tulajdonságokkal rendelkezett.	Caperuto és munkatársai (2000)
amaránt	25%		- az amaránt szemek alkalmazása javítja a textúrát és a tészta főzési minőségét - más gluténmentes forrásokhoz képest a makró tápanyagok tartalma az amarántlisztben 2-3-szor magasabb	Pedersen és mtsai. (1990) De la Barca és mtsai. (2010) Fiorda és mtsai (2013)
amaránt	-	Az amaránt magasabb élelmi rost- és ásványianyag-tartalmat mutat, a fehérjék pedig jobb aminosav-tápanyagtartalom egyensúllyal rendelkeznek más növényi lisztekhez képest.	az amarántliszt hozzáadása a rizsliszt alapú tésztákhoz extrudációs főzéssel kombinálva javítja a texturális és táplálkozási minőségét	Cabrera-Chávez és mtsai (2012)
manióka-keményítő és bagasz liszt	70:30	-	a főzővízben kisebb szilárdanyag-veszteséget mutattak a teljes kiőrlésű tésztamintához képest	Florida és mtsai (2013)
éretlen útifű	-	jótékony hatást gyakorol az emberi egészségre, mely emészthetetlen összetevőkkel, mint a rezisztens keményítővel hozható összefüggésbe	ígéretesnek bizonyult a szilárdság, a keménység, az összetartó képesség és a rághatóság miatt a búzadarából készült spagettikhez hasonló vagy annál jobb tulajdonságokkal rendelkezett	Faisant és mtsai. (1995)
gesztenye	10, 20, 30, 40, 50%	a nagyobb gesztenyeliszt mennyiséggel nőtt az antioxidáns tartalom is		Oniszczuk és mtsai. (2019)

3.6.3 Kutatásban használt értékes adalékanyagok

A tészták dúsításával kapcsolatos kutatás fontos feladat jelen korunk tudósai számára, hiszen így jobb tápértékű, szervezetünk szempontjából kulcsfontosságú anyagokat tartalmazó termékekhez juthatunk. Miután a dúsításra tökmag, lenmag és szőlőmagliszteket használtam ezért az ezekhez kapcsolódó irodalmakat mutatom be.

Ungureanu-Iuga és Mironeasa (2021) szőlőhéj lisztet adtak búzaliszthez, kutatásukban a szőlőhéj liszt szignifikánsan befolyásolta a tészta textúráját, egy keményebb, összetartóbb tésztát kaptak. Céljuk volt előállítani egy nagyobb tápértékű tésztát, ennek sikerét a magasabb rost, összpolicfenol és rezisztens keményítő tartalom igazolta. Szín-méréssel azt állapították meg hogy a növekvő szőlőhéj liszt koncentráció mellett a tészta veszített a sárgaságából, és világosságából, a vörös árnyalat pedig fokozódott a pigmentek bevitelének köszönhetően.

Zhu és Li (2019) friss tésztát készítettek búzalisztból és lenmaglisztből. Kutatásuk során megállapították, hogy a 25 g/kg és 50 g/kg-os lenmagliszttel való dúsítás a legkívánatosabb táplálkozási és érzékszervi szempontból. A kapott tészták nagyobb antioxidáns kapacitással rendelkeztek.

A búzaliszthez Madenci és mtsai. (2018) lenmaglisztet vagy gránátalma lisztet és különböző rostokat adtak. Alacsony rosttartalma ellenére a gránátalmamagliszt rendelkezett a legnagyobb antioxidáns kapacitással, és a kutatásukban azt is kimutatták, hogy a kombinált összetevőjű tészták rendelkeznek a legjobb, legkívánatosabb tulajdonsággal minden vizsgált szempontból.

A gluténmentes tészták dúsítására Mirhosseini és mtsai. (2015) kukoricaliszthez 25, és 50% tökmaglisztet és durián maglisztet adtak, kutatásukban a 25%-nyi tökmaglisztes dúsítás eredményezte a legkívánatosabb tulajdonságokat. Ugyanakkor méréseik során kiderült, hogy a duriánmagliszt növeli a keménységet és csökkenti a tapadóképeséget, ebből következő pozitív hatással van a textúrára, ezért javasolják a duriánmagliszt tökmagliszt melletti kis mennyiségű alkalmazását.

Gluténmentes tészták főzési hatását Rocchetti és mtsai. (2017) vizsgálták, mely során a kutatásuk megmutatta, hogy a pseudo gabona, zöldség- és rizslisztből készült tészták lehetséges forrásai lehetnek a fenolos vegyületeknek. A hőkezelés az összes fenoltartalom és az antioxidáns kapacitás szignifikáns csökkenését eredményezte.

A szőlőhéj és tejsavópor hozzáadása a főzési idő és főzési veszteségek, illetve a nyers és főtt tészta szilárdságának csökkenését, simább tésztát, sárgásabb árnyalatot, jobb ízt, textúrát és megjelenést eredményezett (Ungureanu-Iuga és mtsai., 2020).

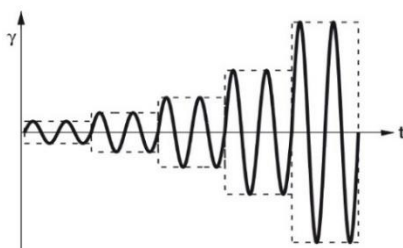
A borkészítés után fennmaradt szőlőtörköly vizes kivonatát adták durum búzaliszthez Marinelli és mtsai., (2015), ami nagyobb polifenol-, flavonoid- és antioxidáns tartalomhoz vezetett. Kutatásuk szerint ez egy lehetséges felhasználása ennek a sok esetben kihasználatlan mellékterméknek.

3.7 Állományvizsgálati módszerek

A vizsgált anyag tulajdonságai és a mérni kívánt reológiai tulajdonságok alapján szükséges megválasztani a megfelelő mérési módszert (Macsihin & Macsihin, 1987). Így a kísérlet során elkészített gluténmentes nyers és főtt tészták vizsgálata egyaránt fontos volt, mivel a nyers tészta reológiai tulajdonságai befolyásolhatják a főtt tészta számos érzékszervi tulajdonságát, mint például a rugalmasság, keménység, rágósság, ragacsosság, állag vagy éppen az összetartó képesség.

Az amplitúdó pásztázás alkalmas az élelmiszer-, kozmetikai, gyógyszerészeti és orvosi iparban felhasznált anyagok viselkedésének vizsgálatára és leírására. A **2. ábrán** látható módon az amplitúdó pásztázás esetén a mérőrendszer eltérítését fokozatosan növelik az egyik mérési pontról a másikra, miközben a frekvenciát állandó értéken tartják (Mezger, 2014).

2. ábra Előre beállított amplitúdó pásztázás, szabályozott feszültséggel és amplitúdó növelésével öt lépésben, ahol a frekvencia mind az öt mérési ponton állandó (Mezger, 2014)



A mérés során G' tárolási modulus értékeket és a G'' veszteségi modulus értékeket kapjuk a nyírási deformáció, illetve a nyírófeszültség függvényében. A G' modulus az anyag elasztikus tulajdonságáról, míg a G'' modulus az anyag viszkózus tulajdonságáról ad információt. A γ nyírási deformáció az elfordulási út (s) és a rétegvastagság (H) hányadosaként értelmezhető. Például, ha $s = 1 \text{ mm}$ és $H = 1 \text{ mm}$, akkor $\gamma = 1$, azaz 100% (Mezger, 2014).

Az SMS TA-XTplus (Stable Micro Systems, Surrey, UK) precíziós penetrométert sokféle iparág használja, pl.: műanyagipar, kozmetikai ipar, gyógyszeripar, élelmiszeripar. A mérőfej mozgatható vertikálisan. A működés alapelve, ha a mérőfej elmozdulásával az erőmérő cella erőt érzékel, akkor attól a pillanattól kezdve rögzíti az elmozdulást. Mivel a mérőfej sebességét a programban be kell állítani, így az idő is rögzítésre kerül. Tehát a készülék az erőt, az elmozdulást (deformációt) és az időt egyidejűleg rögzíti. Az adatokból különféle görbék

készíthetőek, amelyekre modelleket lehet illeszteni. A készülék képes mind összenyomás, mind húzás (nyújtás) során az erő, a deformáció és az idő rögzítésére, emellett számos előre beprogramozott vizsgálati módszer áll rendelkezésre.

A dolgozatom témájához kapcsolódó kutatások alapján megállapítottam, hogy számos összetevővel végeztek kísérletet, azonban nem találtam olyan párosítást egyik esetben sem, ahol gluténmentes lisztkeveréket helyettesítettek volna különböző koncentrációban maglisztekkel úgy, hogy közben a fizikai, érzékszervi és kémiai tulajdonságokat egyszerre vizsgálták.

Ezért döntöttem úgy, hogy a tökmag-, lenmag- és szőlőmaglisztet együtt vizsgálom, és a magliszttel helyettesített gluténmentes lisztkeverékből készült nyers és főtt tészta reológiai tulajdonságai, színe, érzékszervi tulajdonságai és összes polifenol tartalma alapján.

4 Anyagok és módszerek

A kísérletben reológiai- és színméréseket, valamint az érzékszervi bírálatot az Élelmiszeripari Méréstechnika és Automatizálás Tanszéken, míg a polifenol tartalom meghatározást az Élelmiszerkémia és Analitika Tanszéken végeztük.

4.1 Felhasznált anyagok

Az *előkísérlethez* és a kutatás további részéhez Old Miller's Pastry Mix gluténmentes lisztkeveréket a Táplálékallergia Centrumból szereztük be. A GM lisztkeverék összetevői: kukoricakeményítő, koncentrátum (glükózszirup, emulgeálószer: guarliszt, napraforgólecitin, rizsliszt), de ezek aránya titkosított.

A *tésztakészítéshez* Old Miller's Pastry Mix (GM lisztkeverék) gluténmentes lisztkeveréket és kereskedelmi forgalomban kapható tök-, len- és szőlőmaglisztet használtunk, amelyek, a préselést követő, zsírtalanított töretből őrölt Nature Cookta termékek voltak.

Az előkísérlet során az adalékanyagokat külön-külön vizsgáltuk polifenol tartalom alapján, ennek az adatai **2. táblázat**ban szerepelnek. A kapott eredmények alapján állítuk össze a kísérletet.

2. táblázat Előkísérlet során vizsgált adalékanyagok koncentrációi

kód	minta	koncentrációk, g / 10 ml vízben			
T	tökmagliszt	0,1	0,5	1,0	2,0
L	lenmagliszt	0,1	0,5	1,0	2,0
SZ	szőlőmagliszt	0,1	0,5	1,0	2,0

Az összeállított *tészták* alapanyagait a **3. táblázat**ban foglaltuk össze, melyben a maglisztek koncentrációit korábbi kutatások alapján határoztuk meg (Mirhosseini és mtsai. (2015); Zhu és Li (2019); Ungureanu-Iuga és mtsai. (2020); Iuga és Mironeasa (2020); Ungureanu-Iuga és Mironeasa (2021); Chen és mtsai. (2021)), kerülve a reológiai és érzékszervi tulajdonságok előnytelen változását.

3. táblázat A kísérlet receptúrái

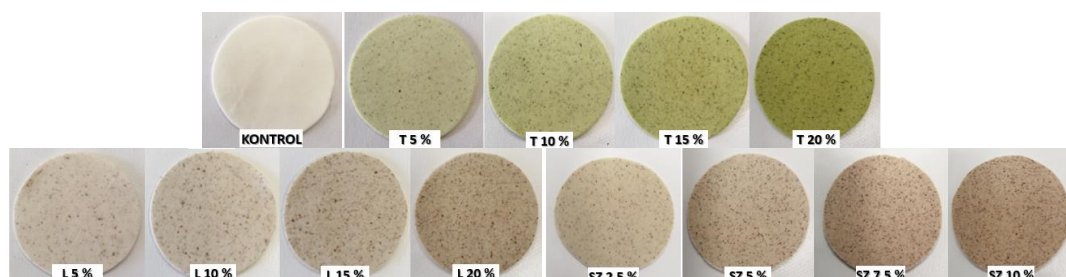
mennyiségek g	kontrol	tökmaglisztes				lenmaglisztes				szőlőmaglisztes			
	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %	5 %	10 %	15 %	20 %	2,5 %	5 %	7,5 %	10 %
GM lisztkeverék*	50 g	47,5 g	45 g	42,5 g	40 g	47,5 g	45 g	42,5 g	40 g	48,75 g	47,5 g	46,25 g	45 g
tökmagliszt	-	2,5 g	5 g	7,5 g	10 g	-	-	-	-	-	-	-	-
lenmagliszt	-	-	-	-	-	2,5 g	5 g	7,5 g	10 g	-	-	-	-
szőlőmagliszt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,25 g	2,5 g	3,75 g	5 g
víz	29,1 g	29,1 g	29,1 g	29,1 g	29,1 g	29,1 g	29,1 g	29,1 g	29,1 g	29,1 g	29,1 g	29,1 g	29,1 g
tészta tömege, g	79,1 g	79,1 g	79,1 g	79,1 g	79,1 g	79,1 g	79,1 g	79,1 g	79,1 g	79,1 g	79,1 g	79,1 g	79,1 g

Tészták összeállítása, előkészítése méréshez és főzése

A tésztát a **3. táblázat** receptúrája alapján összedolgoztuk, majd 10 percig gyúrtuk. Ezt követően 5 g mintát analitikai mérlegen bemértünk, és SilverCrest SSMS 600 inox, nemesacél 600W botmixerrel (Lidl, Németország) morzsásra aprítottuk, és 2-2 g nyers tésztát 1-1 db Falcon csőbe bemértük. Ezeket a mintákat a polifenol tartalom meghatározásáig -18°C-os fagyasztoóban tároltuk.

A maradék tésztából 25 g mennyiséget analitikai mérlegen kimértük az amplitúdó pásztázás méréséhez. Az egyes tésztákat egy ERNESTO (OWIM GmbH, Németország) inox mechanikus, 7 fokozatú kézi tésztanyújtó berendezéssel 7-es, 6-os, végül 5-ös fokozaton kinyújtottuk egyre vékonyabbra, és 50 mm átmérőjű pogácsaszaggatóval 3-3 korongot vágunk ki. Ekkor a tészta vastagsága $1,715 \pm 0,02$ mm volt digitális tolómérővel 3 helyen mérve (**3. ábra**).

3. ábra Kísérlet nyers tésztái (T – tökmag; L – lenmag; SZ – szőlőmag)



A fennmaradó tésztából átdolgozást követően, az imént említett tésztanyújtó berendezés metéltvágójával 6 mm szélességű szélesmetéltet készítettünk, amiket 50 mm hosszúra vágunk fel. A nyers tészta méréséből megmaradt mennyiségből 25 g metélt tésztát kimérve indukciós főzőlapon 250 g vízzel 1600W teljesítményen és 180°C hőmérsékleten addig főztük a tésztát, amíg a kettévágva már nem fehér a közepe. Ekkor a főzővizet leöntöttük és a tésztát tésztastrővel felfogtuk. A főzővizet és a tésztát visszamértük, hogy meghatározzuk a tészta vízfelvételét és a főzővízből a víz visszapótlását követően, az edényben lefedett és kihűlt állapotban 10-10 ml-t 1-1 db Falcon csőben lefagyasztottuk, emellett színmérésre is félretettünk belőle. A főtt tésztából is vágástesztet végeztünk, majd a maradékot botmixerrel leaprítva 2-2 g mennyiséget 1-1 db Falcon csőbe bemértünk és lefagyasztottuk.

4.2 Mérési módszerek

A kísérlethez a receptúrák alapján begyúrt tésztákat először nyújtottuk és formáztuk, majd reológiai mérésenként a nyers tészták elasztikus és viszkózus tulajdonságait amplitúdó pásztázással megvizsgáltuk. Ezt követően, a tésztákból szélesmetéltet készítettünk, és nyersen,

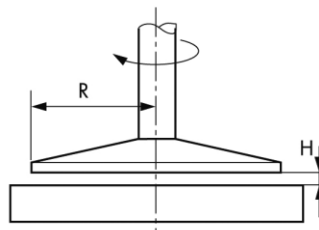
majd főtt állapotban vágástesztet végeztünk. A nyers- és főtt tészták, valamint a főzővíz színét és összes polifenol tartalmát megmértük, végül laikus bírálók részvételével vizsgáltuk a tészták érzékszervi tulajdonságait.

4.2.1 Amplitúdó pásztázás

A reológiai mérésekhez, így az amplitúdó pásztázáshoz az Élelmiszeripari Mérés technika és Automatizálás Tanszék MCR302 típusú oszcillációs reométerét (Anton Paar, Ausztria, Graz) használtuk. A készülékkel oszcillációs és rotációs módban egyaránt mérhetünk. Emellett a mérőfej nagyon finom mozdulatokra képes kicsi nyírási deformáció értékek mellett, a légsapágyas kialakítása miatt.

A mérésekhez PP50 típusú mérőfejet használtunk, mely egy 50 mm átmérőjű rozsdamentes acélból készült mérőfej. A mérőfej alatt egy 53 mm átmérőjű teflonbevonatú mintatartó felület található, mellyel így egy párhuzamos lapgeometria kialakítással mérhetünk (4. ábra).

4. ábra Párhuzamos lap-lap mérési geometria (Mezger, 2014)

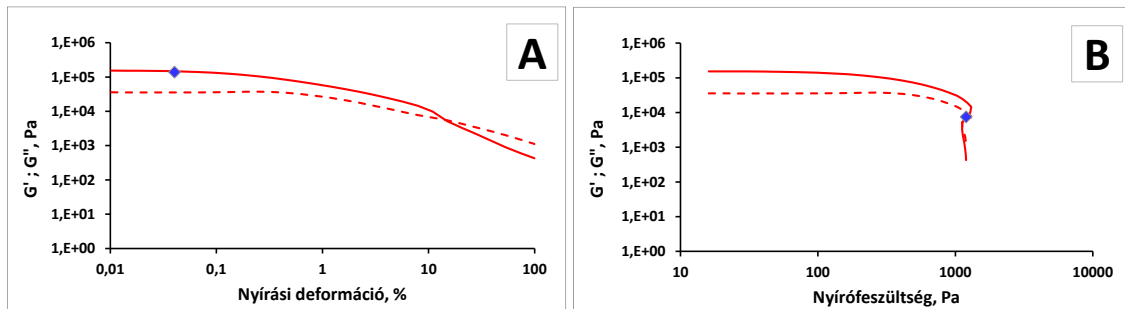


Az alábbi beállításokkal mértem Larossa és mtsai. (2015) cikke nyomán:

- rétegvastagság (gap) $H = 1,7 \text{ mm}$
- szögsebesség $\omega = 6,28 \text{ rad/s}$
- nyírási deformáció $\gamma = 0,01 - 100\%$
- 30 adatpont, konstans léptékkel, 10 s / adat adatrögzítéssel
- 3 ismételtség / tézstaminta
- $25 \pm 0,2^\circ\text{C}$ mérési hőmérséklet

A készülék Rheo Compass szoftverének segítségével végeztünk a méréseket, valamint a kiértékelt paraméterek közül a lineáris viszkoelasztikus határt (linear viscoelastic range limit = LVER limit) γ_{LVE} nyírási deformáció értékét és τ_f folyáspontot határoztuk meg. Az 5. ábra szemléltet általános mérési görbéket. A γ_{LVE} az az érték, amikor a G' tárolási modulus a maximális érték 97%-ára csökken, ezt a pontot értjük az elasztikus és viszkózus viselkedés választóvonalának. A görbék ezután csökkenni kezdenek, majd elérik azt a kereszteződési pontot, amikor a G' tárolási- és G'' veszteségi modulus értékek azonosak lesznek. Ezt a pontot nevezzük folyáspontnak. A γ_{LVE} és τ_f értékeket az 5. ábrán kék ponttal jelöltem.

5. ábra Amplitúdó pásztázás mintagörbe G' ; G'' értékei nyírási deformáció (A) és nyírófeszültség (B) függvényében



Mivel a kísérlet során készített tésztáink igen kis mértékben tartalmaztak zsiradékot és zsírtalanított maglisztekkel dúsítottuk őket, így a mérőfej és a tésztafelület közötti csúszás elkerülése érdekében vízálló dörzspapírt rögzítettünk a PP50-es mérőfej mérési felületére. Habár a tésztát ugyan 50 mm átmérőjű pogácsaszaggatóval vágunk ki a kinyújtott tésztából, a mérési felületre helyezve, körben a szélét napraforgó olajjal óvatosan bekentük, hogy elkerüljük a levegővel érintkező tésztafelület száradását a mérés közben, elkerülve ezzel a mérési eredmények esetleges torzulását.

4.2.2 Vágásteszt

A nyers, valamint a kifőzött szélesmetélten az SMS TA-XTplus (Stable Micro Systems, Surrey, UK) precíziós penetrométerrel vágástesztet végeztünk az Amerikai Gabonakémikusok Szövetségének (American Association of Cereal Chemists = AACC) AACC 66-50.01 mérési szabványa nyomán (SMS, Exponent), azonban a mérést spagetti helyett szélesmetélttel végeztük, továbbá a rendelkezésünkre álló mérőfejek közül a HDP/BSK (Blade Set with Knife) feltét segítségével végeztük a méréseket az alábbi beállításokkal:

- Mód: Measure Force in Compression
- Opció: Return to Start
- Sebességek:
 - mérés előtti sebesség: N/A
 - mérés közbeni sebesség: 0,17 mm/s
 - mérés utáni sebesség: 10 mm/s
- mérési deformáció: 4,5 mm
- trigger típusa: Button (5mm magasból indítva a mérést)
- adatszám: 400 pps (point per seconds)

A vágási teszt során a nyers és főtt tészta esetében egyaránt 12 ismétlést végeztünk, szobahőmérsékleten ($23 \pm 1^\circ\text{C}$ -on), majd a kapott erő-deformáció görbékéből a maximális vágási erőt és a maximális vágási erőig végzett nyírási munkát határoztuk meg.

4.2.3 Színmérés

Minden receptúra esetében mértük az L^* világossági tényezőt, a^* vörös-zöld és b^* kék-sárga színezeti jellemzőket a nyers- és főtt tészta felületén, valamint a főzővíz esetében küvettában, ColorLite sph850 spektrométerrel (ColorLite GmbH, Katlenburg-Lindau, Németország). A méréseket 3-3 ismétléssel végeztük $23 \pm 1^\circ\text{C}$ hőmérsékleten.

4.2.4 Érzékszervi bírálat

Három körös érzékszervi bírálatot végeztünk 11 laikus bíráló részvételével. Az egyes körökben a magliszt nélküli tésztához (= referencia) hasonlították a bírálók az adott magliszttel gazdagított tészta négy különböző koncentrációját az illat, szín, állag és íz érzékszervi tulajdonságok alapján, összesen 13 szempont szerint. A bírálati lapot a Melléklet tartalmazza.

4.2.5 Összes polifenol tartalom meghatározása

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

Az előkísérlet során minden egyes komponensből négy koncentrációjú oldatot készítettünk, (2. táblázat), annak eldöntésére, hogy majd melyik koncentrációt tartjuk a legalkalmasabbnak a további mérések során. Az oldószernek a mintákhoz Levent (2019), valamint Yeşil és Levent (2022) munkái alapján alkoholos extrakciós oldatot adtunk, 8:1:1 (80%-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, 200 rpm fordulatszámmal, 25°C hőmérsékleten rátattuk 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 6 ismételést történt. Az eredményeket az eredményeket galluszsavból készített kalibrációs görbe segítségével μM galluszsav/100g szárazanyagban, illetve a főzővíz esetében μM galluszsav/literben adtuk meg.

4.3 Statisztikai értékelési módszerek

Az eredmények kiértékelése során az amplitúdó pásztázás görbéit RheoCompass szoftverrel, a vágás erő-deformáció görbéit a TA-XTplus állományvizsgáló készülék Exponent szoftverében található makrók segítségével értékeltük ki.

A paramétereket MS Excel 2016 programmal gyűjtöttük ki, majd állítottuk össze a statisztikai elemzéshez a táblázatot. Ugyanezen programmal adatredukciót végeztünk átlag és szórás alapján, emellett az eredmények bemutatásánál az oszlopdiagramokat, valamint az érzékszervi bírálat eredményeit bemutató pókháló diagramot is itt készítettük el.

A maglisztekkel dúsított tésták közötti szignifikáns különbség elemzését ANOVA teszttel, majd további post-hoc vizsgálattal (Tukey, Mann-Withney teszt), Past-4.03 for Windows statisztikai szoftverrel végeztük.

5 Eredmények és kiértékelésük

5.1 Előkísérletek

Az előkísérletek során a 2. táblázatban felsorolt adalékanyagok összes polifenol tartalmát vizsgáltuk 4 koncentrációban (g/10 ml vízben). Koncentrációnként a három ismétlésének eredményét $\mu\text{M GS}/100\text{ g}$ mennyiségre megadva a **4. táblázat** mutatja be.

4. táblázat Az egyes koncentrációkban mért TPC ($\mu\text{M GS} / 100\text{ g}$) átlag és szórás adatai

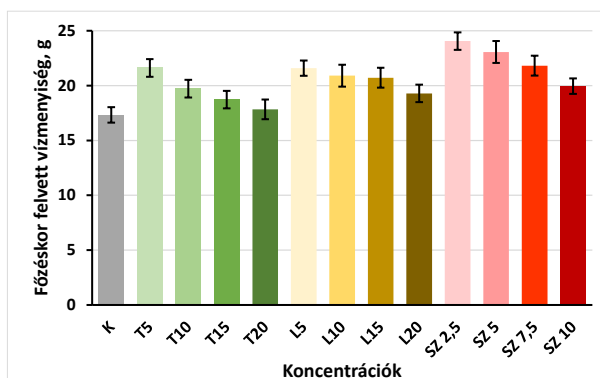
kód	minta	$\mu\text{M GS}/100\text{ g}$			
		0,1	0,5	1,0	2,0
T	tökmagliszt	1136,3 $\pm$ 3,122	476,3 $\pm$ 24,35	469,6 $\pm$ 12,3	363,7 $\pm$ 9,252
L	lenmagliszt	2534,8 $\pm$ 6,228	1112,5 $\pm$ 399,4	1162,6 $\pm$ 4,207	1210,4 $\pm$ 486,2
SZ	szőlőmagliszt	55185,2 $\pm$ 32,075	44000,0 $\pm$ 1299,335	41851,85 $\pm$ 2225,9	36018,5 $\pm$ 5109,1

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a legnagyobb TPC értéke a szőlőmaglisztnek volt, míg a legkisebb értéket a tökmagliszt adta. Mindhárom lisztminta esetében a koncentráció növelésével csökkenő polifenol tartalmat mértünk, melynek oka az egyre rosszabb kioldásban keresendő, evvel számolni kell majd a tészta készítése során.

5.2 Tészták vízfelvétele

A tésztakészítés során a növekvő adalékanyag mennyiségének adagolása a lisztkeverék rovására történt, ami feltehetően így a keményítő mennyiségét csökkentette. Vizsgáltuk a főtt tészta vízfelvevő képességét különböző koncentrációjú adalékanyagok jelenléte mellett (**6. ábra**).

6. ábra Tészta felvett főzővíz mennyisége, g



Látható, hogy a kontrol minta vízfelvétele volt a legkisebb, és az egyes maglisztek legkisebb koncentrációjánál ez az érték megugrott, majd a koncentrációjuk növekedésével arányosan csökkent a felvett víz mennyisége. A kontrol minta esetében a főzési idő a magliszt-tartalom nélkül rövidebb volt, ami kevesebb főzővíz felvételét tette lehetővé. A legnagyobb vízmennyiséget a szőlőmagliszttel dúsított tészták vettek fel (eredeti tömeg 79,8-96,24%-át),

míg a legkevesebbet a dúsított tészták közül a tökmaglisztes (eredeti tömeg 71,36-86,44%-át). A növekvő koncentrációval arányos csökkenésnek az oka feltehetően az egyes maglisztek zsírtartalmára vezethető vissza, ugyanis a legmagasabb zsírtartalma 100 g termékre viszonyítva a lenmagnak, míg a legalacsonyabb a szőlőmagnak volt. A tésztába bevitt magliszt mennyiségével arányosan a zsírtartalom is nőtt, ami a felvett főzővíz mennyiséget csökkentette. A főzési idők a magliszttel dúsított tészták esetében megegyeztek, ami a kontrol mintához képest hosszabb volt, lévén a rostoknak hosszabb főzési időre volt szükségük.

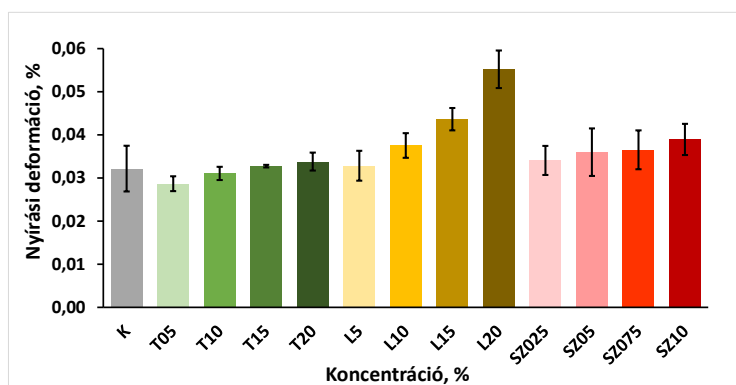
Összeségében elmondható, hogy a maglisztek koncentrációjának növekedésével arányosan csökkent a tészták vízfellevő képessége.

5.3 Amplitúdó pásztázás mérési eredményei

A reológiai tulajdonságok vizsgálata során először a nyers tésztát amplitúdó pásztázással vizsgáltuk, hogy meghatározzuk a lineáris viszkoelasztikus (LVE) határát a mintának, ami után a rugalmas képességét elkezd elveszíteni.

A **7. ábrán** látható a nyírási deformáció (%) értéke ebben a pontban. Megállapítottuk, hogy mindhárom adalékanyag esetében a koncentráció növekedésével arányosan nőtt a nyírási deformációs LVE határérték, tehát nőtt a rugalmassága a tésztáknak. A lenmag esetében ez a növekedés bizonyult a legnagyobbnak, az L 15 és L20 minták esetében szignifikáns növekedést tapasztaltunk a többi mintához képest. A tökmagliszt és szőlőmagliszt esetében kisebb mértékű növekedési tendencia figyelhető meg, amik nem a kontrol minta szórási értékén belül mozogtak.

7. ábra Amplitúdó pásztázás nyírási deformáció értéke (%) az LVE pontban



Varianciaanalízissel (ANOVA) összehasonlítottam a kontrol minta és a 3x4 maglisztes minta nyírási deformáció értékeit $p < 0,05$ érték mellett, a kapott eredményeket az **5. táblázatban** foglaltuk össze. Megállapítottuk, hogy szignifikánsan az L20 minta különült el a többi mintától

az L15 mintát kivéve, emellett a kontrol mintától az L15, valamint a T10 és T15 minták egymástól.

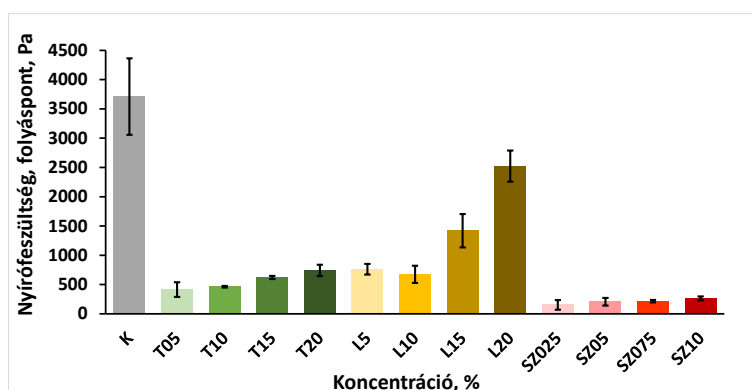
5. táblázat Nyírási deformáció (%) varianciaanalízis eredménye

Nyírási deformáció, %, ($p < 0,05$)													
K	T05	T10	T15	T20	L5	L10	L15	L20	SZ025	SZ05	SZ075	SZ10	
K	-												
T05	-												
T10	-	-											
T15	-	+	-										
T20	-	-	-	-									
L5	-	-	-	-	-								
L10	-	-	-	-	-	-							
L15	+	-	-	-	-	-	-						
L20	+	+	+	+	+	+	+	-					
SZ025	-	-	-	-	-	-	-	+					
SZ05	-	-	-	-	-	-	-	+	-				
SZ075	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-			
SZ10	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-		

Az amplitúdó pásztázással a minták folyáspontját (τ_f) is meghatároztuk. Ez a paraméter a minták folyásgörbéjének felvétele során egy kezdeti nyírófeszültség esetén már fellépő kezdeti ébredő nyírófeszültséghez köthető.

Az eredményeket a **8. ábra** mutatja be. Látható, hogy a legmagasabb folyáspontja az adalékmentes tésztának volt, egyúttal a legnagyobb szórása is. Ezt úgy gondolom, hogy az okozhatta, hogy adalékanyag nélkül a nyers tézta kissé ragadósnak bizonyult, és a folyáspontja emiatt nagyobb ingadozást mutatott. Emellett látszik, hogy a koncentráció növelése egyaránt növelte a folyáspont értékét is. A lenmagliszttel dúsított téztták esetében kaptam a legmagasabb τ_f értéket, a növekedés szignifikáns különbséget mutatott a csoporton belül.

8. ábra Amplitúdó pásztázás folyáspont értéke (Pa)



A szignifikáns elkülönülést a csoportok között ANOVA teszttel ellenőriztük (**6. táblázat**). A kontrol minta kimagasló folyáspont értéke miatt mindegyik csoporttól szignifikánsan elkülönült, ahogy az L20 minta is a szintén magas értéke miatt. Ha adalékanyag fajtájaként nézzük meg a mintákat, ott látható, hogy a tökmagliszt esetében a koncentráció

növekedésével a T05 minta a T15 és T20 mintáktól, míg a T10 a T20 is elkülönül szignifikánsan.

6. táblázat Folyáspont (Pa) varianciaanalízis eredménye

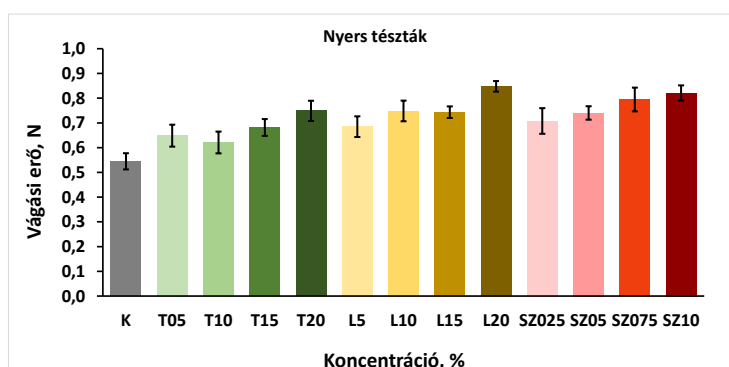
Nyírófeszültség - folyáspont, Pa (p<0,05)													
	K	T05	T10	T15	T20	L5	L10	L15	L20	SZ025	SZ05	SZ075	SZ10
K													
T05	+												
T10	+	-											
T15	+	+	-										
T20	+	+	+	-									
L5	+	-	-	-	-								
L10	+	-	-	-	-	-							
L15	+	-	-	-	-	-	-						
L20	+	+	+	+	+	+	+	+					
SZ025	+	-	-	-	-	-	-	-	+				
SZ05	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-			
SZ075	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-		
SZ10	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	

Az amplitúdó pásztázás eredményeit összevetve elmondható, hogy mindkét vizsgált paraméter esetében a maglisztek javítottak a tesztá állományán és csökkentették a ragadósságát. Emellett a lenmagliszettel dúsított tesztában látszott a legnagyobb változás a koncentráció növekedésével, ami által a legelőnyösebben nőtt a rugalmassága a tesztának.

5.4 Vágástereszt mérési eredményei

Az amplitúdó pásztázás mellett a másik reológiai mérés a vágási teszt volt. Ennek során először nyers, majd a kifőzött metélt tesztát vágtuk ketté. A vágás során a maximális vágási erő, valamint a vágáshoz szükséges összes munka bizonyult megfelelő paraméternek a csoportok összehasonlítása érdekében. A vágási erő eredménye a **9. ábrán** láthatóak. Elmondható, hogy a legkisebb vágási erőt, ami egyben a minta keménységéről ad információt a kontrol minta adta. Az egyes maglisztfajták esetében a koncentráció-növekedéssel arányosan nőtt a minták keménysége, a legnagyobb mértékű változást a nyers tesztá esetében a lenmagliszt mutatta, nem sokkal voltak alacsonyabb értékei a tökmag- és szőlőmaglisztes tesztáknak sem.

9. ábra A vágási erő (N) alakulása a különböző fajta és koncentrációjú nyers teszták esetén



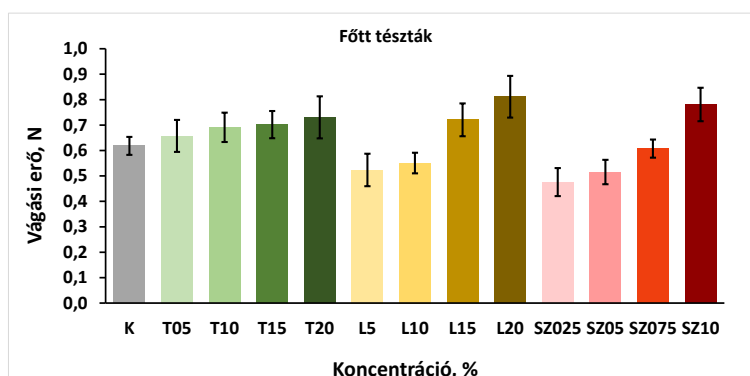
A vágási erő ANOVA eredményei (7. táblázat) alapján elmondható, hogy a kontrol minta szignifikánsan elkülönült a többi csoporttól, ami az SZ025 mintától eltekintve a legnagyobb koncentrációjú lenmaglisztes (L20) mintáról is elmondható. Fajtákon belül is legnagyobb koncentráció szignifikánsan elkülönül a kisebb koncentrációjú csoporttársaitól.

7. táblázat Vágási erő (N) ANOVA eredménye nyers téstánál

Vágási erő, N - nyers tést (p<0,05)													
	K	T05	T10	T15	T20	L5	L10	L15	L20	SZ025	SZ05	SZ075	SZ10
K													
T05	+												
T10	+	-											
T15	+	-	-										
T20	+	+	+	-									
L5	+	-	-	-	-								
L10	+	+	+	-	-	-							
L15	+	+	-	-	-	-	-						
L20	+	+	+	+	+	+	+	+					
SZ025	+	+	-	-	-	-	-	-	-				
SZ05	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-			
SZ075	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-	+		
SZ10	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	

A megfőzött téstákat is vágási tesztnek vetettük alá. A téstákat azonos mennyiséggel, azonos hőfokon főztük, addig míg a közepük is átfőtt. A kapott eredmények a 10. ábrán azt mutatják, hogy egyrészt magmaradt a növekvő koncentrációval arányosan növekedő keménység. Emellett a tökmagliszt esetében a vágási erő enyhe növekedést mutatott, ezzel szemben a lenmag- és szőlőmagliszt esetében a keménység csökkenés mutatkozott. A csökkenés mellett jobban széthúztak a koncentrációk, és nagyobb is a minták szórása.

10. ábra A vágási erő (N) alakulása a különböző fajta és koncentrációjú főtt tésták esetén



Az ANOVA eredmények (8. táblázat) ebben az esetben nagyobb elkülönülést mutattak a nyers téstához képest. A már meglévő szignifikáns különbség mellett a lenmag- és szőlőmaglisztes termékek jobban elkülönültek az alacsonyabb koncentrációval a tökmaglisztes főtt téstától.

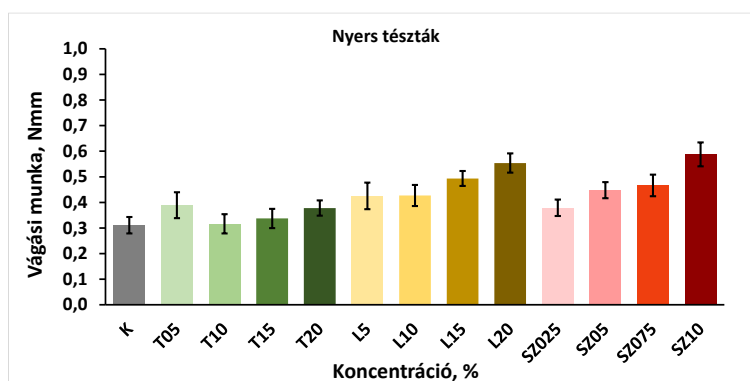
8. táblázat Vágási erő (N) ANOVA eredménye főtt téstánál

Vágási erő, N - főtt téstta (p<0,05)													
K	T05	T10	T15	T20	L5	L10	L15	L20	SZ025	SZ05	SZ075	SZ10	
K	-												
T05	-												
T10	-	-											
T15	+	-	-										
T20	+	-	-	-									
L5	+	+	+	+	+								
L10	-	+	+	+	+	-							
L15	+	-	-	-	-	+	+						
L20	+	+	+	+	-	+	+						
SZ025	+	+	+	+	+	-	-	+	+				
SZ05	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-			
SZ075	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+		
SZ10	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	

A vágási erő mellett kíváncsiak voltunk a vágáshoz szükséges munkához, ami az emberi rágás szempontjából a minta ketté harapásához szükséges harapási munkával lehetne összeegyeztetni, persze csak főtt téstta esetében. Azonban az is érdekelt, hogy ez is hasonlóan változott-e a vágási erőhöz képest.

A nyers téstta esetében a **11. ábrán** látható, hogy a koncentráció növekedésével arányosan nőtt a vágási munka is. Ezt a növekvő tendencián a tökmagliszt legkisebb koncentrációja törte meg csupán, ami annak volt köszönhető, hogy a téstta kissé lágyabb volt, lassabban érte el a maximális vágási erőt a fej, és ez összességében nagyobb területű munkát eredményezett az erő-deformáció görbe alatt. Mindemellett elmondható az is, hogy a legnagyobb vágási munka lenmaglisztes termékekhez kellett, míg a legkisebb a tökmagliszthez.

11. ábra A vágási munka (Nmm) alakulása a különböző fajta és koncentrációjú nyers téstták esetén



A szignifikáns elkülönülés a nyers téstták esetében a **9. táblázatban** látható. Az eredmény gyengébb, mint a vágási erő esetében, de látszik például, hogy a 10%-ban szőlőmagliszttel helyettesített lisztkeverékből készült téstta esteében (SZ 10) az L20 mintát leszámítva mindegyiktől elkülönül már.

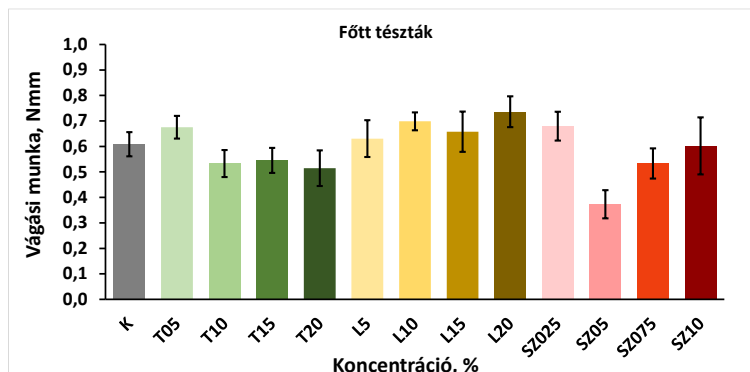
9. táblázat Vágási munka (Nmm) ANOVA eredménye nyers tésztánál

Vágási munka, Nmm - nyers tészta ($p < 0,05$)													
	K	T05	T10	T15	T20	L5	L10	L15	L20	SZ025	SZ05	SZ075	SZ10
K													
T05	+												
T10	-	+											
T15	-	-	-										
T20	-	-	-	-									
L5	+	-	+	+	-								
L10	+	-	+	+	-	-							
L15	+	+	+	+	+	-	-						
L20	+	+	+	+	+	+	+	-					
SZ025	-	-	-	-	-	-	-	-	+				
SZ05	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+			
SZ075	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-		
SZ10	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	

A főtt tészta vágási munkája esetében a **12. ábrán** látható, hogy a nyers eredményeihez képest növekedés mutatkozott, mindamelllett, hogy nagyobb volt a vizsgált szélesmetéltek szórása. Ebből arra következtettek, hogy az eredményt befolyásolhatta, hogy habár a főzés azonos körülmények között zajlott, nem volt egyenletes a hőeloszlása a főzőedénynek.

Főzéskor ugyanis nem egyenletesen forrott a víz az edényalj teljes felületén, amit azzal próbáltunk kompenzálni, hogy a főzési idő alatt 1-2 alkalommal óvatosan átforgattuk a tésztát az edényben. A nagyobb szórást a főtt tészta vágási ereje kapcsán is észleltük, amit véleményünk szerint szintén az egyenetlen hőeloszlás okozhatott.

12. ábra A vágási munka (Nmm) alakulása a különböző fajta és koncentrációjú főtt tészták esetén



A főtt tésztáknál a vágási munka nagyobb szórása csökkentette a különbségeket a minták között és így a szignifikáns különbségeket is (**10. táblázat**). Azért elmondható, hogy a lenmaglisztet tartalmazó minták a másik két maglisztes mintáitól szignifikánsan eltérnek, a legkisebb koncentrációkat kivéve.

10. táblázat Vágási munka (Nmm) ANOVA eredménye főtt téstánál

Vágási munka, Nmm - főtt téstá (p<0,05)													
K	K	T05	T10	T15	T20	L5	L10	L15	L20	SZ025	SZ05	SZ075	SZ10
T05	-												
T10	-	+											
T15	-	+	-										
T20	-	+	-										
L5	-	-	-		-								
L10	-	-	+	+	+	-							
L15	-	-	-	+	+	-	-						
L20	+	-	+	+	+	-	-	-					
SZ025	-	-	+	+	+	-	-	-	-				
SZ05	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+			
SZ075	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+		
SZ10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	

A nyers és főtt tésták vágási eredményei alapján elmondható, hogy a nyers tésták esetében tapasztalt, a növekvő koncentrációval arányosan növekvő tendenciát a vágási erő és vágási munka paramétereit egyaránt rontotta a főzésnél tapasztalt egyenetlen hőeloszlás. A lenmaglisztes minták esetében váltak szét legjobban a különböző koncentrációk, ez alapján úgy gondoljuk, hogy a különböző koncentrációjú lenmaglisztes főtt téstát érzékszervi bírálattal is meg lehetne különböztetni egymástól, amire a dolgozat későbbi részében kitérünk.

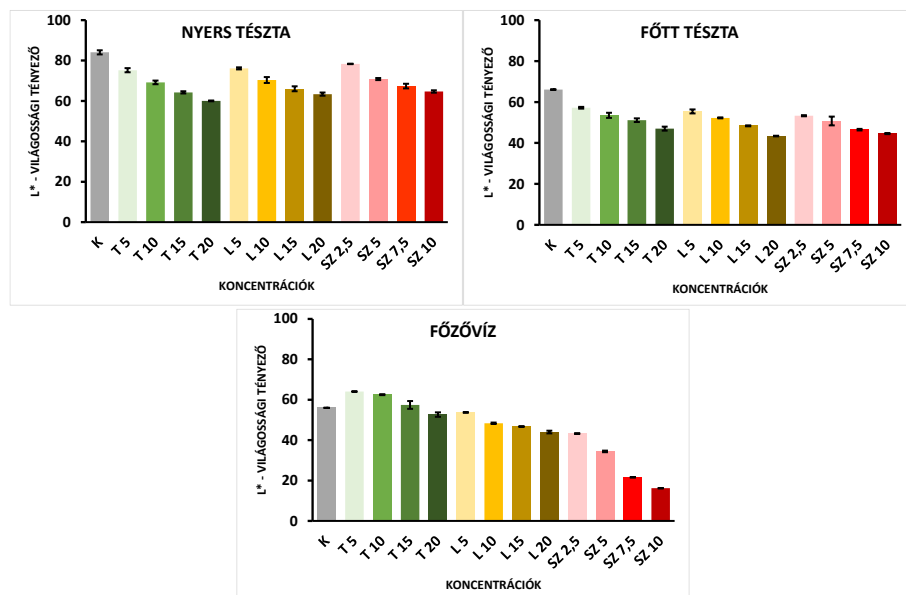
5.5 Színmérés eredményei

A színmérés során a nyers- és főtt téstán kívül megvizsgáltam a főzővíz színének alakulását a koncentráció növekedésével az egyes maglisztfélék esetében. Az eredményeket két irányból vetettük össze, egyrészt összehasonlítottuk az L* (világossági tényező), a* (vörös-zöld színezeti jellemző) és b* (kék-sárga színezeti jellemző) paraméterek alakulását egyenként a nyers- és főtt téstá, valamint a főzővíz esetében. Ezt követően CIE Lab 2D koordináta-rendszerben ábrázoltuk az egyes csoportokat.

A 13. ábrán látható L* értékek esetében megállapítottuk, hogy a nyers- és főtt téstá, valamint a főzővíz esetében az értékek csökkentek. Ez a csökkenést mindhárom maglisztes téstá esetében megfigyeltük. Az egyes maglisztes csoportokon belül a különbség szignifikánsnak bizonyult, emellett a kontrol minta L* értéke magasabb volt a többi mintához képest, mivel nem sötétítette be magliszt. A nyers téstá esetében a főzés hatására a minták sötétedtek, csökkent az L* értékük. A főzővíz L* értéke mutatta a legalacsonyabb értékeket, és megfigyeltük, hogy a szőlőmaglisztes minták esetében látszott a legnagyobb különbség a főzővíz színében az egyes koncentrációk között. A tökmag- vagy lenmagliszttel készült minták között kisebb mértékű sötétedést mértünk a koncentráció növekedésével arányosan, de a szignifikáns különbség az ábrán is jól látható. Ezt a színmérési eredményekre is lefuttatott

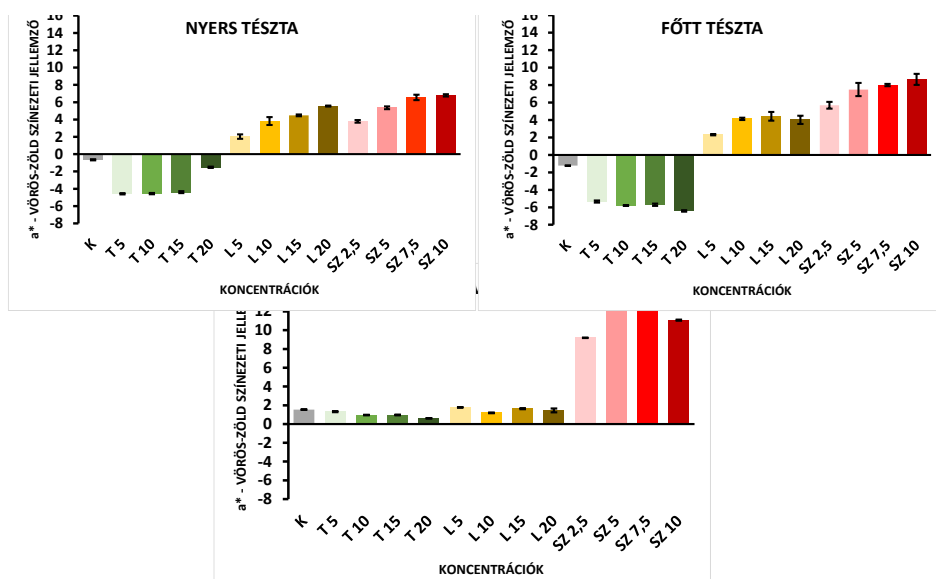
ANOVA teszt is megerősítette, és az összes mérési módszer közül a színmérési L^* értéke az egyik, ahol ennyire elkülönülnek egymástól a minták.

13. ábra A nyers- és főtt tészták, valamint a főzővíz világossági tényezője a különböző magliszttel készült tésztáknál



A nyers tészta eredményeit nézve a tökmagliszt zöld színe negatív a^* eredményt adott, melynek az eredménye a koncentráció növekedésével csökkent. Emellett a kontrolminta is negatív értéket mutatott. A lenmag- és szőlőmagliszt esetében szintén látható a koncentráció növekedésével arányos változás. Itt azonban az összetevők vöröses árnyalata miatt pozitív értékeket kaptunk (**14. ábra**). A szőlőmaglisztes tészta inkább bordó, míg a lenmaglisztes tészta kissé barnább tónusú volt (lásd 2. ábra).

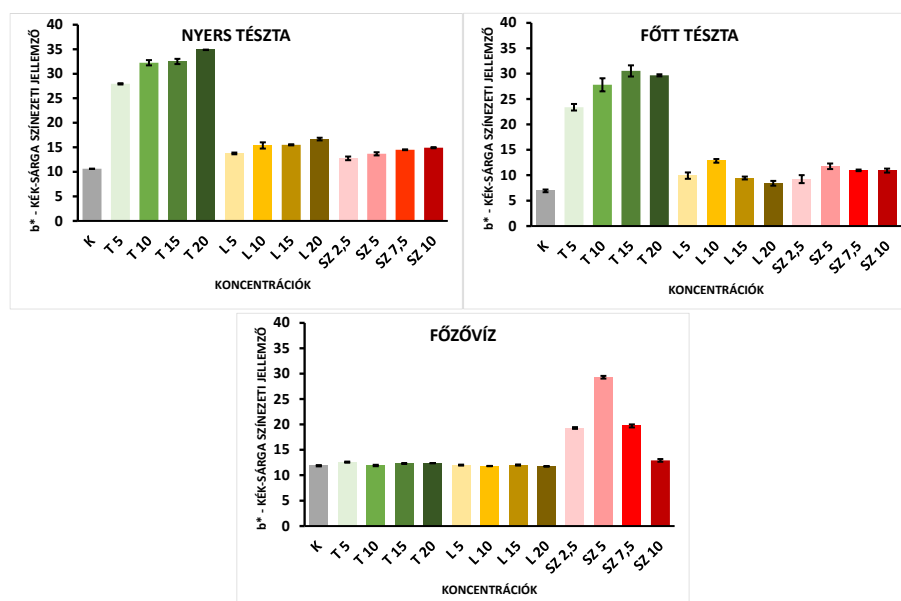
14. ábra A nyers- és főtt tészták, valamint a főzővíz vörös-zöld színezeti jellemzője a különböző magliszttel készült tésztáknál



A főtt minták esetében a nyershez hasonló viselkedést látni, azonban nagyobb a minták szórása, amit a nem egyenletes forrásnak tulajdonítok főzés közben. A főzés hatására erősebbek lettek fajtától függően a zöld- és vörös árnyalatok. A főzéskor a szőlőmaglisztes mintákból oldódott ki a legtöbb színanyag a főzővízbe. A kontrol minta és a tökmaglisztes minták esetében már nem látszódott a zöld jelenléte, inkább világos, halvány sárga volt a víz tónusa.

A kék-sárga színezeti jellemző eredményeit a **15. ábra** szemlélteti. A legnagyobb eltérés a három magliszt között itt volt tapasztalható. A nyers tökmaglisztes tésztaminták magas sárgás (pozitív b^*) értéke szignifikánsan elkülöníti a csoportot a másik két maglisztes csoporttól. Emellett elmondható, hogy a kontrol minta mutatta a legalacsonyabb értéket, valamint látható a növekvő b^* érték a koncentráció növekedésével. Az egyenetlen vízforrás már nagyobb szórást eredményezett a főtt tésztákban, emellett az értékek is csökkentek minden esetben, ahogy a koncentráció növekedéssel arányos b^* emelkedése is. A főzővízbe leginkább a szőlőmagliszt színanyagai oldódtak ki, aminek köszönhetően a magas a^* értéknek is köszönhetően együtt narancsos árnyalatot adtak a főzővíznek.

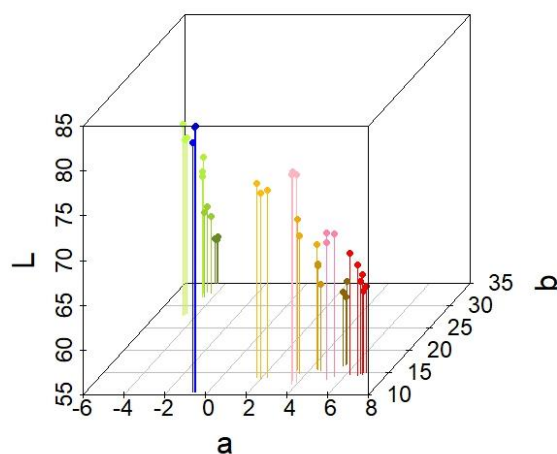
15. ábra A nyers- és főtt tészták, valamint a főzővíz kék-sárga színezeti jellemzője a különböző magliszttel készült tésztáknál



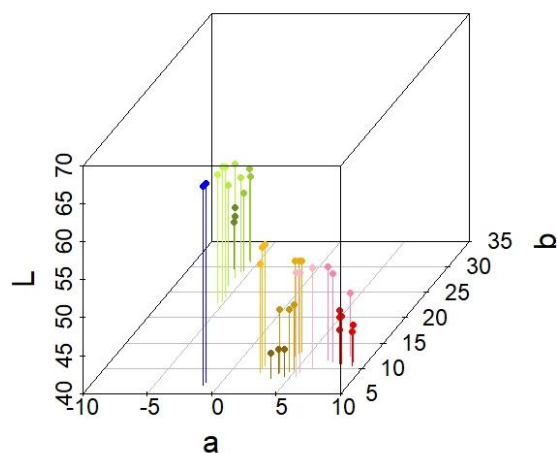
CIE Lab rendszerben ábrázolva mintákat a korábban leírt eredmények megerősítését láthatjuk a **16-18. ábrákon** (nyers -16. ábra; főtt tészta – 17. ábra; főzővíz – 18. ábra) Az a^* és b^* értékeket együtt megfigyelve a tökmaglisztes tészták jól elkülönülnek, de a b^* értékek alapján a lenmag- és szőlőmaglisztes csoportok is elkülöníthetők egymástól. A főtt tészta esetében utóbbiak az a^* értékek szerint is elkülönülnek. A főzővíz esetében a szőlőmaglisztes

tészták főzővize akkora mértékben különül el a többi csoporttól, hogy ezzel a léptékkal a **18. ábrán** nem lehet különbséget tenni a többi minta között.

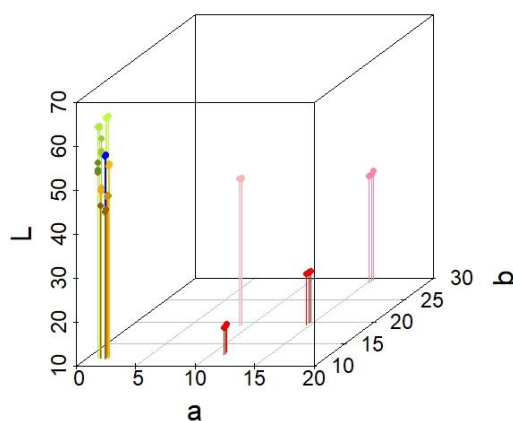
16. ábra A nyers tészták színe CIE Lab színrendszerben



17. ábra A nyers tészták színe CIE Lab színrendszerben



18. ábra A főtt tészták főzővizének színe CIE Lab színrendszerben



A színmérési eredmények alapján elmondható, hogy legjobb színmegtartó képessége a lenmagliszttel dúsított tésztáknak van. Emellett elmondható, hogy a legkisebb mértékű változást ezek a minták mutatták a főzés során mind tésztáját, mind főzővizét nézve.

5.6 Érzékszervi bírálat eredményei

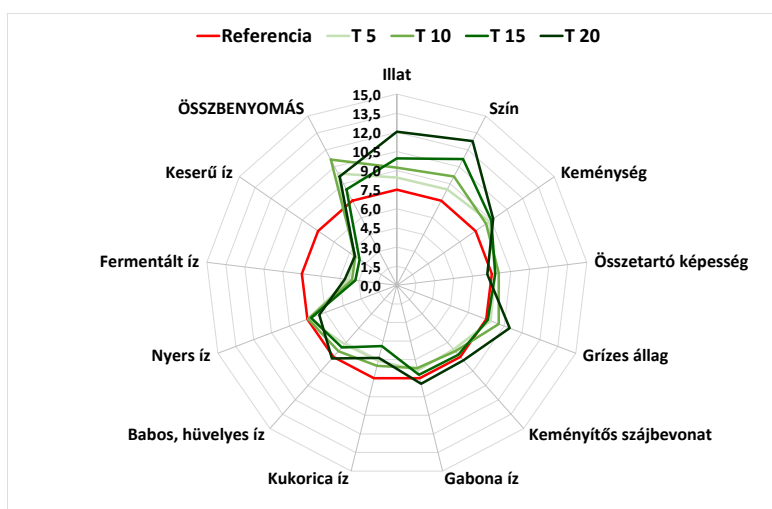
Az érzékszervi bírálat során a 11 laikus bíráló összesen 13 szempont szerint hasonlította össze a tésztamintákat. A **19. ábrán** láthatóak a kifőzött rövidmetéltek, ahol a bírálók három körben az adott magliszttel, négy különböző koncentrációban dúsított tésztáját hasonlították össze a kontrol mintával.

19. ábra Az érzékszervi bírálatnál kínált rövidmetéltek



A **20-22. ábrákon** az érzékszervi bírálat eredményeit szeretnénk bemutatni pókhálódigramon. A **20. ábrán** a tökmagliszttel készült tészták eredményei láthatóak. A tökmaglisztes minták a kontrol mintától való legnagyobb eltérést az illat, szín, grízes állag, a kukoricás-, fermentált- és keserű íz és összbenyomás tulajdonságokban mutattak. Az illat és szín esetében a koncentráció növekedésével nőtt az adott pontszám is, a többi korábban felsorolt tulajdonságok esetében elmondható, a kontrolhoz képest grízesebbnek találták a mintákat, emellett a kukoricás-, fermentált- és keserű ízt kevésbé érezték a bírálók, végül az összbenyomás alapján is kedveltebbnek bizonyultak. Érdekes a keménység tulajdonságra adott válasz is, mivel összhangban van a 10. ábrán korábban bemutatott vágási erővel a főtt tézta esetében, annak ellenére, hogy ott nem volt szignifikáns különbség a koncentrációk között.

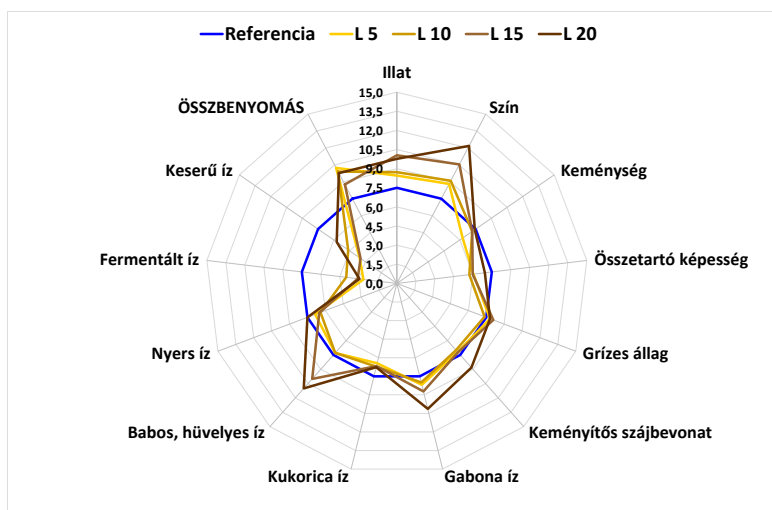
20. ábra A tökmaglisztes tészták érzékszervi bírálatának pókhálódigramja



A **21. ábrán** látható lenmaglisztes tézta esetében a szín, a gabonás-, babos-hüvelyes-, fermentált- és keserű ízek és összbenyomás tulajdonságok esetén van nagy eltérés a kontrol mintához képest. A koncentráció növekedéssel arányosan csak a szín és a gabona- és babos-

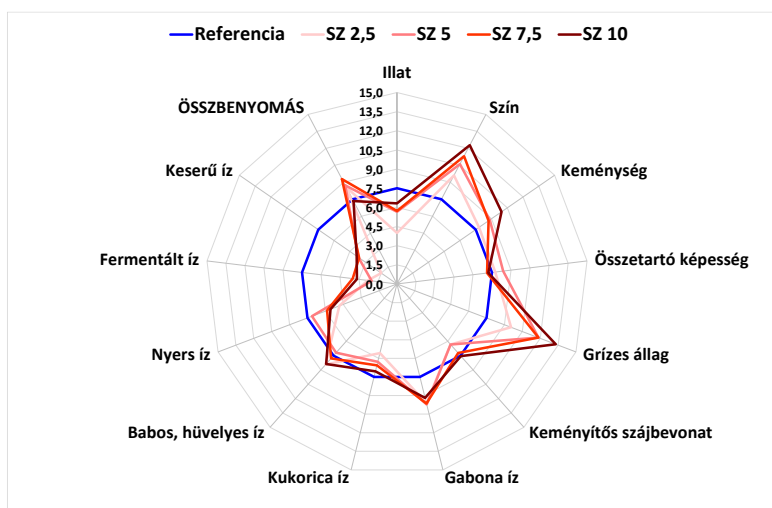
hüvelyes íz esetében adtak magasabb pontot a bírálók. Szintén kevésbé volt érzékelhető a fermentált- és keserű íz. A tökmagliszthez hasonlóan itt is keménység tulajdonságra adott választ is fontos megemlíteni, mivel összhangban van a 10. ábrán korábban bemutatott főtt tészta vágási erővel. A két kisebb koncentrációjú tésztát puhábbnak ítélték a kontrollhoz képest a bírálók, a két nagyobbat pedig keményebbnek.

21. ábra A lenmaglisztes tészták érzékszervi bírálatának pókhálódíagramja



A 22. ábrán látható lenmaglisztes tészták esetében a szín, a grízes állag, gabonás-, fermentált- és keserű ízek és összbenyomás tulajdonságok esetén van jelentősebb eltérés a kontrol mintához képest. A másik magliszttől eltérően a szőlőmagliszttel készült tésztáknál a kontrolmintánál tapasztalt alapillatot sem érezték a bírálók.

22. ábra A szőlőmaglisztes tészták érzékszervi bírálatának pókhálódíagramja



A koncentráció növekedésével arányosan a szín és a grízes állag dominált, ezekre adtak magasabb pontot a bírálók. A grízes állag dominálását a főzés alatt szőlőmagliszt megduzzadásával és a vélhetően a „keményebb” lisztörleménnyel tudnánk magyarázni. A

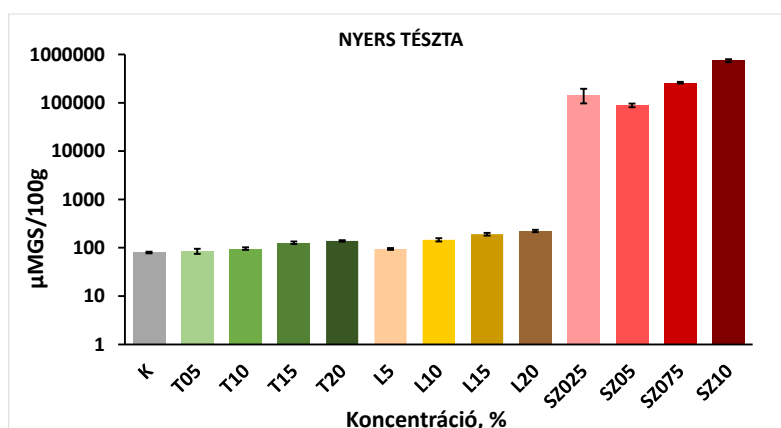
tökmaglisztes tésztáknál kisebb mértékben volt jelen, míg a lenmaglisztes mintáknál nem volt jellemzően nagyobb a kontrolmintához képest a grízes állag. Ezeknél a szőlőmaglisztes mintáknál sem volt jellemző a fermentált- és keserű íz. A keménység esetében azonban elmondható, hogy a tökmagliszthez képest kissé keményebbnek érezték a mintákat a bírálók. Ez a 10. ábrán korábban bemutatott vágási erő esetében csak a legnagyobb koncentrációjú szőlőmaglisztes tésztánál volt jelen, de koncentrációval együtt növekedő pontszám itt is jelen van.

Az érzékszervi bírálat eredményei alapján a lenmaglisztes minták mutatták a legnagyobb hasonlóságot a kontrol mintához képest a legtöbb tulajdonságban. Emellett a fizikai mérések közül a vágási erő és szín mérési eredményeivel a három féle maglisztes tészta közül a lenmaglisztes tészták eredményei csengenek össze a legjobban. A grízes állag, mint negatív tulajdonság is a legkisebb mértékben jellemezte ezeket a mintákat.

5.7 Összes polifenol tartalom mérésének eredményei

A nyers- és főtt tészták, valamint a főzővíz összes polifenol tartalmát is meghatároztuk. A nyers tészta (23. *ábra*) esetében a tökmag- és a lenmaglisztet tartalmazó tészták esetében arányosan növekedett a polifenol tartalom a koncentráció függvényében, mindkét esetben közel azonos értéket mutatva. Egyértelműen kiugrik a szőlőmaglisztes tészták galluszsavra vonatkoztatott polifenol tartalma, a legkisebb koncentrációt leszámítva (ahol a szórás a legmagasabb) a koncentráció növekedésével arányosan a polifenol tartalom is nőtt. A kontrol mintához képest mindegyik mintának nagyobb a polifenol tartalma.

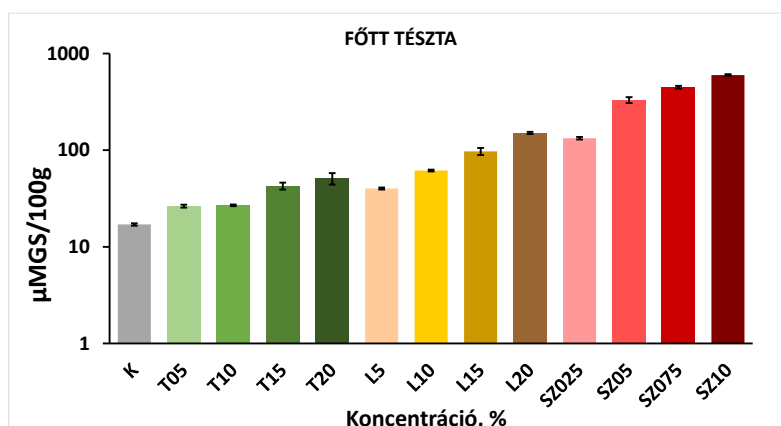
23. *ábra* A nyers tészták összes polifenol tartalma



A főtt tésztákban (24. *ábra*) hasonló, a koncentráció növekedésével azonos polifenol tartalom növekedést kaptunk mindhárom esetben a kontrolhoz viszonyítva. Ugyanakkor meg

kell állapítani, hogy a nyers tésztához viszonyítva jelentősen csökkent a polifenol tartalom. Ez a csökkenés a tökmaglisztnél a legkevésbé, míg a szőlőmaglisztnél a legerősebben jelentkezett.

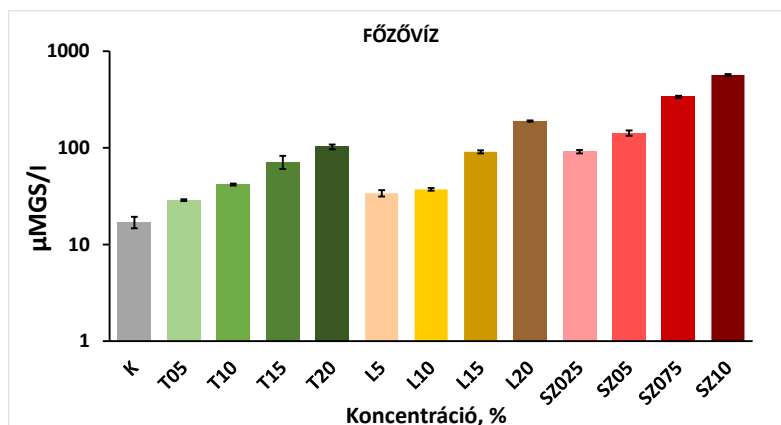
24. ábra A főtt tészták összes polifenol tartalma



A polifenol tartalom csökkenés feltehetően részben a kioldódásnak, részben a hő hatására történő degradációnak köszönhető.

A főzővíz (25. ábra) esetében a növekvő adalékanyag koncentrációval arányos nagyobb mennyiségű a főzővízbe került összes polifenol tartalom. A nyers- és a főtt tésztára vonatkozó tendenciák itt is kimutathatók.

25. ábra A főzővíz összes polifenol tartalma



Az összes polifenol tartalom ANOVA eredménye (11-13. táblázat) alapján elmondható, hogy a maglisztek koncentrációi erős szignifikáns különbséget mutattak nyers-, főtt tészta és főzővíz esetében egyaránt. A nyers tészta esetében a szőlőmaglisztes tésztáknál volt a legkisebb az eltérés, míg a főtt tészta és főzővíz esetében mindegyik minta elkülönült egymástól.

11. táblázat Nyers tésták összes polifenol tartalmának ANOVA eredménye

Összes polifenol tartalom - NYERS TÉSZTA - ($p < 0,05$)													
K	K	T05	T10	T15	T20	L5	L10	L15	L20	SZ025	SZ05	SZ075	SZ10
K													
T05	+												
T10	+	+											
T15	+	+	+										
T20	+	+	+	+									
L5	+	+	+	+	+								
L10	+	+	+	+	+	+							
L15	+	+	+	+	+	+	+						
L20	+	+	+	+	+	+	+	+					
SZ025	-	-	-	+	+	-	-	+	+				
SZ05	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
SZ075	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
SZ10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

12. táblázat Főtt tésták összes polifenol tartalmának ANOVA eredménye

Összes polifenol tartalom - FŐZŐVÍZ - ($p < 0,05$)													
K	K	T05	T10	T15	T20	L5	L10	L15	L20	SZ025	SZ05	SZ075	SZ10
K													
T05	+												
T10	+	-											
T15	+	+	+										
T20	+	+	+	-									
L5	+	-	-	+	+								
L10	+	+	+	+	+	+							
L15	-	+	+	+	+	+	+						
L20	+	-	-	+	+	+	+	+					
SZ025	+	-	+	+	+	+	+	+	+				
SZ05	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
SZ075	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
SZ10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

13. táblázat Főzővizek összes polifenol tartalmának ANOVA eredménye

Összes polifenol tartalom - FŐTT TÉSZTA - ($p < 0,05$)													
K	K	T05	T10	T15	T20	L5	L10	L15	L20	SZ025	SZ05	SZ075	SZ10
K													
T05	-												
T10	+	+											
T15	-	-	+										
T20	-	-	+	-									
L5	+	+	+	+	+								
L10	+	+	+	+	+	+							
L15	-	-	+	+	-	+	+						
L20	+	+	+	+	+	+	+	+					
SZ025	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
SZ05	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
SZ075	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
SZ10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

Az összes polifenol tartalom alapján egyértelműen a szőlőmagliszttel dúsított tésták polifenolos komponensekben a leggazdagabbak, azonban meg kell jegyezni, hogy ezekből a téstákból távozott/degradálódott a legtöbb polifenolos vegyület. Ezzel szemben a lenmagliszttel dúsított téstáknál a veszteség mértéke a legkisebb volt. Ez alapján, valamint a kedvező fizikai mérési eredmények alapján a lenmagliszttel dúsított tésták bizonyultak a legmegfelelőbbnek.

6 Következtetések és javaslatok

A gluténérzékenység korunk aktuális problémája, ráadásul Bizzaro és mtsai., (2010) szerint minden kimutatott gluténérzékenység mellett további 5-6 ki nem mutatott eset rejlik. Mivel napjainkban a gluténmentes diétát más autoimmun betegségek esetén is sikerrel alkalmazzák, egyre nagyobb az igény a számukra megfelelő élelmiszerek iránt. Ez az élelmiszeripar számára is kihívás, mivel akiknek szükséges ez a diéta, számolniuk kell mikro és makro tápanyaghiánnyal.

Ezért választottam dolgozatom céljaként, hogy a gluténmentes tészták tápanyaghiányosságainak leküzdése mellett fontos kérdésekre is választ adjak, melyek a fogyasztók és gyártók számára egyaránt fontos lehet, ezek a termékek reológiai, szín és érzékszervi tulajdonságai. Gyártástechnológiai szempontból megközelítve a problémát pedig lehetőség nyílik akár más gyártási folyamatok értékes melléktermékeinek hasznosítására a gluténmentes termékekhez adalékanyag formájában hozzáadva, ezzel értékes endogén összetevőkkel dúsítva azokat.

Kutatásom során célom volt a téma feldolgozásán túl a készített gluténmentes tészták reológiai-, szín-, érzékszervi vizsgálata, valamint polifenol tartalom meghatározása értékes endogén komponensekkel rendelkező adalékanyagok hozzáadásával, melyek közül a tökmag-, lenmag- és szőlőmaglisztet választottam. Az eredmények kiértékelése mellett célom volt a termékek közül kiválasztani a vizsgált tulajdonságok alapján a legalkalmasabb terméket, amely megfelelő lehetne ipari méretekben történő gyártása is.

Kutatásunk hiánypótló, hiszen nem találtunk szakirodalmat, amely egyszerre vizsgálná a nyers- és főtt gluténmentes tészta reológiai-, szín- és érzékszervi tulajdonságait, figyelmet fordítva polifenol tartalom alakulására a főzés során a tésztában és a főzővízben egyaránt.

Az előkísérleteink alapján megállapítottuk, hogy a legnagyobb TPC értéke a szőlőmaglisztnek volt, míg a legkisebb értéket a tökmagliszt adta. Mindhárom lisztminta esetében a koncentráció növelésével csökkenő polifenol tartalmat mértünk, melynek oka az egyre rosszabb kioldásban keresendő.

Kísérletünkben a reológiai mérések közül az amplitúdó pásztázás eredményeit összevetve elmondható, hogy mindkét vizsgált paraméter esetében a maglisztek javítottak a tészta állományán és csökkentették a ragadósságát. Emellett a lenmaglisztes tészta mutatta a legjobb rugalmasságot.

A nyers és főtt tészták vágási eredményei alapján elmondható, hogy a nyers tészták esetében tapasztalt, növekvő koncentrációval arányosan növekvő tendenciát a vágási erő és

vágási munka paramétereit egyaránt rontotta a főzésnél tapasztalt egyenetlen hőeloszlás. A lenmaglisztes minták esetében váltak szét legjobban a különböző koncentrációk, ezt érzékszervi bírálatokkal próbáltuk megkülönböztetni egymástól.

A színmérési eredmények alapján elmondható, hogy legjobb színmegtartó képessége a lenmagliszttel dúsított tésztáknak van. Emellett elmondható, hogy a legkisebb mértékű változást ezek a minták mutatták a főzés során mind tésztáját, mind főzővizét nézve. A reológiai és szín méréseink eredményei egybevágnak Ungureanu-Iuga és mtsai. (2020) mérési eredményeivel, a főtt tészták keménysége a nyers tésztákhoz képest kb. tizedére csökkent, a színeredményeknél a főtt és nyers tészták közötti különbségek is arányosak a cikk és a mi méréseink között.

Az érzékszervi bírálat eredményei alapján a lenmaglisztes minták mutatták a legnagyobb hasonlóságot a kontrol mintához képest a legtöbb tulajdonságban. Emellett a fizikai mérések közül a vágási erő és szín mérési eredményeivel a három féle maglisztes tészta közül a lenmaglisztes tészták eredményei csengenek össze a legjobban. A grízes állag, mint negatív tulajdonság is a legkisebb mértékben jellemezte ezeket a mintákat. Az érzékszervi minősítés eredményei Zhu és Li (2019) eredményeivel mutatnak hasonlóságot, a legnagyobb adalékanyag koncentrációval rendelkező tésztáknál érzékelhető volt az érzékszervi minőség csökkenése.

Az összes polifenol tartalom alapján egyértelműen a szőlőmagliszttel dúsított tészták polifenolos komponensekben a leggazdagabbak, azonban meg kell jegyezni, hogy ezekből a tésztákból távozott/degradálódott a legtöbb polifenolos vegyület. Ezzel szemben a lenmagliszttel dúsított tésztáknál a veszteség mértéke a legkisebb volt. Ez alapján, valamint a kedvező fizikai mérési eredmények alapján a lenmagliszttel dúsított tészták bizonyultak a legmegfelelőbbnek. A főzés során fellépő veszteség az összes polifenol tartalomban Rocchetti és mtsai. (2022) eredményeivel mutat hasonló értékeket.

A szakirodalmi cikkekkel való egyezések nagyon biztatóak, hiszen azt jelenthetik, hogy kutatásunk reprodukálható és fontos visszajelzés a jövőbeni kutatásainkra nézve is. Eredményeink alapján elmondható, hogy minden mérést figyelembe véve a lenmagliszt birtokolta a legkedvezőbb tulajdonságokat, ipari léptékben történő gyártásra is ezt az adalékanyagot ajánlanám.

A méréseinket ki kell terjeszteni további adalékanyagokra, illetve az általunk használt adalékanyagok legjobb koncentrációinak megállapítására, valamint új főzési technológia kidolgozására, mely akár a főzési veszteségek minimalizálására összpontosít.

7 Összefoglalás

Számos kutatás foglalkozik a gluténmentes életmód tápanyaggazdagabbá tételéhez, és a gluténmentes tészta élvezeti értékéhez kapcsolódó, érzékszervi, illetve texturális és beltartalmi tulajdonságokkal, kihívásokkal, mint ahogy ez a dolgozat is ezen marginális problémák köré pozicionálódik, kiegészítve a már jelen lévő információkat, saját eredményeivel.

A dolgozatom készítése során tehát a téma széleskörű szakirodalmi feldolgozásán kívül méréseket végeztünk, melyeket a következőkben foglalom össze, röviden:

Előkísérletek: Az előkísérletek során külön mértük a tök-, len- és szőlőmagliszt összes polifenol tartalmát. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a legnagyobb TPC értéke a szőlőmaglisztnek volt, míg a legkisebb értéket a tökmagliszt adta. Mindhárom lisztminta esetében a koncentráció növelésével csökkenő polifenol tartalmat mértünk, melynek oka az egyre rosszabb kioldásban keresendő, evvel számolni kell majd a tészta készítése során

Tészták vízfelvétele: A tésztakészítés során a növekvő adalékanyag mennyiségének adagolása a lisztkeverék rovására történt, ami feltehetően így a keményítő mennyiségét csökkentette. Vizsgáltuk a főtt tészta vízfelvevő képességét különböző koncentrációjú adalékanyagok jelenléte mellett. Összeségében elmondható, hogy a maglisztek koncentrációjának növekedésével arányosan csökkent a tészták vízfelvevő képessége. A dúsítatlan kontroll mintának volt a legkisebb vízfelvevő képessége.

Amplitúdó pásztázás: A reológiai tulajdonságok vizsgálata során először a nyers tésztát amplitúdó pásztázással vizsgáltuk, hogy meghatározzuk a lineáris viszkoelasztikus (LVE) határát a mintának, ami után a rugalmas képességét elkezd elveszíteni. Az amplitúdó pásztázás eredményeit összevetve elmondható, hogy mindkét vizsgált paraméter esetében a maglisztek javítottak a tészta állományán és csökkentették a ragadósságát. Emellett a lenmagliszttel dúsított tésztában látszott a legnagyobb változás a koncentráció növekedésével, ami által a legelőnyösebben nőtt a rugalmassága a tésztának.

Vágásteszt: Az amplitúdó pásztázás mellett a másik reológiai mérés a vágási teszt volt. Ennek során először nyers, majd a kifőzött metélt tésztát vágtuk ketté. A vágás során a maximális vágási erő, valamint a vágáshoz szükséges összes munka bizonyult megfelelő paraméternek a csoportok összehasonlítása érdekében. A nyers és főtt tészták vágási eredményei alapján elmondható, hogy a nyers tészták esetében tapasztalt, a növekvő koncentrációval arányosan növekvő tendenciát a vágási erő és vágási munka paramétereket egyaránt rontotta a főzésnél tapasztalt egyenetlen hőeloszlás. A lenmaglisztes minták esetében

váltak szét legjobban a különböző koncentrációk, ez alapján úgy gondoljuk, hogy a különböző koncentrációjú lenmaglisztes főtt tésztát érzékszervi bírálattal is meg lehetne különböztetni egymástól, amire a dolgozat későbbi részében kitérünk.

Színmérés: A színmérés során a nyers- és főtt tésztán kívül megvizsgáltam a főzővíz színének alakulását a koncentráció növekedésével az egyes maglisztfélék esetében. Az eredményeket két irányból vetettük össze, egyrészt összehasonlítottuk az L^* (világossági tényező), a^* (vörös-zöld színezeti jellemző) és b^* (kék-sárga színezeti jellemző) paraméterek alakulását egyenként a nyers- és főtt tészta, valamint a főzővíz esetében. Ezt követően CIE Lab 2D koordinátarendszerben ábrázoltuk az egyes csoportokat. A színmérési eredmények alapján elmondható, hogy legjobb színmegtartó képessége a lenmagliszttel dúsított tésztáknak van. Emellett elmondható, hogy a legkisebb mértékű változást ezek a minták mutatták a főzés során mind tésztáját, mind főzővizét nézve.

Érzékszervi bírálat: Az érzékszervi bírálat során 11 laikus bíráló összesen 13 szempont szerint hasonlította össze a tésztamintákat. Az eredmények alapján a lenmaglisztes minták mutatták a legnagyobb hasonlóságot a kontrol mintához képest a legtöbb tulajdonságban. A grízes állag, mint negatív tulajdonság is a legkisebb mértékben jellemezte ezeket a mintákat.

Összes polifenol tartalom: A nyers- és főtt tészták, valamint a főzővíz összes polifenol tartalmát is meghatároztuk. Az összes polifenol tartalom alapján egyértelműen a szőlőmagliszttel dúsított tészták polifenolos komponensekben a leggazdagabbak, azonban meg kell jegyezni, hogy ezekből a tésztákból távozott/degradálódott a legtöbb polifenolos vegyület. Ezzel szemben a lenmagliszttel dúsított tésztáknál a veszteség mértéke a legkisebb volt. Ez alapján, valamint a kedvező fizikai mérési eredmények alapján a lenmagliszttel dúsított tészták bizonyultak a legmegfelelőbbnek.

Eredményeink alapján elmondható, hogy minden mérést figyelembe véve a lenmagliszt birtokolta a legkedvezőbb tulajdonságokat, ipari léptékben történő gyártásra is ezt az adalékanyagot ajánlanám.

8 Irodalomjegyzék

1. AACC 66-50.01 szabvány, SMS, Exponent szoftver, Application study for TA-XTplus, Stable Micro Systems, Surrey, UK
2. Arendt, E.K., O'Brien, C.M., Schober, T., Gormley, T.R., Gallagher, E., (2002): *Development of gluten-free cereal products*. Farm and Food 12, 21-27.
3. Beta, T. & Corke, H., (2001): *Noodle quality as related to sorghum starch properties*. Cereal Chemistry 78, 417-420.
4. Bhattacharya, K.R., (2004): *Parboiling of rice*. In: Champagne, E.T. (Ed.), *Rice: Chemistry and Technology*. The American Association of Cereal Chemists, Inc., St Paul, pp.
5. Biesiekierski, J. R. (2016): *What is gluten?* Journal of Gastroenterology and Hepatology 2017; 32 (Suppl. 1): 78–81
6. Bizzaro, N., Tozzoli, R., Villalta, D., Fabris, M., Tonutti, E. (2010): *Cutting-Edge Issues in Celiac Disease and in Gluten Intolerance*, Clinic Rev Allerg Immunol (2012) 42:279–287
7. Budelli, A.; Fontanesi, M. (2007): *Gluten-Free Pasta and Dough, Use of the Dough and Process for Preparing Same*. U.S. Patent EP 1749450 A1
8. Cabezas, D., Madoery, R., Diehl, B. W. K., Tomás, M. C. (2011): *Emulsifying Properties of Different Modified Sunflower Lecithins*, J Am Oil Chem Soc 89:355–361
9. Cabrera-Chávez, F.; de la Barca, A.M.C.; Islas-Rubio, A.R.; Marti, A.; Marengo, M.; Pagani, M.A.; Bonomi, F.; Iametti, S. (2012): *Molecular rearrangements in extrusion processes for the production of amaranth-enriched, gluten-free rice pasta*. LWT Food Sci. Technol. 47, 421–426.
10. Caperuto, L.; Amaya-Farfan, J.; Camargo, C. (2000): *Performance of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) flour in the manufacture of gluten-free spaghetti*. J. Sci. Food Agric.
11. Chen, S.H., Ni, Z.J., Thakur, K., Wang, S., Zhang, J.G., Shang, J.F., Wei, Z.J. (2021): *Effect of grape seed power on the structural and physicochemical properties of wheat gluten in noodle preparation system*. Food Chemistry 355 (2021) 129500
12. Chillo, S., Laverse, J., Falcone, P.M., Del Nobile, M.A., (2007): *Effect of carboxymethylcellulose and pregelatinized corn starch on the quality of amaranthus spaghetti*. Journal of Food Engineering 83, 492-500.
13. Chillo, S., Laverse, J., Falcone, P.M., Del Nobile, M.A., (2008): *Quality of spaghetti in base amaranthus wholemeal flour added with quinoa, broad bean and chickpea*. Journal of Food Engineering 84, 101-107.
14. Culetu, A.; Duta, D.E.; Papageorgiou, M.; Varzakas, T. (2021): *The Role of Hydrocolloids in Gluten-Free Bread and Pasta; Rheology, Characteristics, Staling and Glycemic Index*. Foods 10, 3121.
15. D'Amico, S.; Hrabalova, M.; Müller, U.; Berghofer, E. (2010): *Bonding of spruce wood with wheat flour glue—Effect of press temperature on the adhesive bond strength*. Ind. Crops Prod. 31, 255–260.
16. Dziki, D. (2021): *Current Trends in Enrichment of Wheat Pasta: Quality, Nutritional Value and Antioxidant Properties*, Processes 2021, 9, 1280
17. Khoury, D.E., Balfour-Ducharme, S., Joye, I. S. (2018): *A Review on the Gluten-Free Diet: Technological and Nutritional Challenges*, Nutrients 10:1410
18. Faisant, N.; Gallant, D.J.; Bouchet, B.; Champ, M. (1995): *Banana starch breakdown in the human small intestine studied by electron microscopy*. Eur. J. Clin. Nutr. 49, 98–104.
19. Ferreira, S.M.R.; de Mello, A.P.; de Caldas, M.; dos Anjos, R.; Krüger, C.C.H.; Azoubel, P.M.; de Oliveira Alves, M.A. (2016): *Utilization of sorghum, rice, corn flours with potato starch for the preparation of gluten-free pasta*. Food Chem. 191, 147–151.

20. Fiorda, F.A.; Soares, M.; da Silva, F.A.; Souto, L.R.F.; Grosmann, M.V.E. (2013): *Amaranth flour, cassava starch and cassava bagasse in the production of gluten-free pasta: Technological and sensory aspects* International. Int. J. Food Sci. Technol. 48, 1977-1984.
21. Flores-Silva, P.C.; Berrios, J.D.J.; Panb, J.; Agama-Acevedoa, E.; Monsalve-González, A.; Bello-Pérez, L.A. (2010): *Gluten-free spaghetti with unripe plantain, chickpea and maize: Physicochemical, texture and sensory* Schoenlechner, R.; Wendner, M.; Siebenhandl-Ehn, S.; Berghofer, E. *Pseudocereals as alternative sources for high folate content in staple foods*. J. Cereal Sci. 52, 475–479.
22. Fiorda, F.A.; Soares, M.S.; Da Silva, F.A.; Grosmann, M.V.E.; Souto, L.R.F. (2013): *Microstructure, texture and colour of gluten-free pasta made with amaranth flour, cassava starch and cassava bagasse*. Food Sci. Technol. Leb. 54, 132–138.
23. Foschia, M.; Beraldo, P.; Peressini, D. (2016): *Evaluation of the physicochemical properties of gluten-free pasta enriched with resistant starch*. J. Sci. Food Agric. in press.
24. Giménez, M.A.; Gonzalez, R.J.; Wagnerc, J.; Torres, R.; Iobo, M.O.; Samman, N.C. (2013): *Effect of extrusion conditions on physicochemical and sensorial properties of cornbroad beans (Vicia faba) spaghetti type pasta*. Food Chem. 136, 538–545.
25. Gulcin, İ. (2020): *Antioxidants and antioxidant methods: an updated overview*. Arch Toxicol 94, 651–715
26. Hager, A.; Ryan, L.; Schwab, C.; Ganzle, M.; O'Doherty, J.; Arendt, E. (2011): *Influence of the soluble fibres inulin and oat beta-glucan on quality of dough and bread*. Eur. Food Res. Technol. 232, 405–413.
27. Halliwell, B., Aeschbach, R., Loliger, J., Aruoma, O. I. (1995): *The Characterization of Antioxidants* Fd Chem. Toxk'. Vol. 33, No. 7, pp. 601-617
28. Hoover, R.; Vasanthan, T. (1994): *Effect of heat-moisture treatment on the structure and physicochemical properties of cereal, legume, and tuber starches*. Carbohydr. Res. 252, 33–53.
29. Hormodok, R., Noomhorm, A., (2007): *Hydrothermal treatments of rice starch for improvement of rice noodle quality*. Food Science and Technology 40, 1723-1731.
30. Horstmann, S. W., Lynch, K. M., Arendt, E. K. (2017): *Starch Characteristics Linked to Gluten-Free Products*, Foods 6, 29
31. Igua, M. and Mironeasa, S. (2020): *Potential of grape byproducts as functional ingredients in baked goods and pasta*.
32. Jacobs, H.; Delcour, J.A. (1998): *Hydrothermal modifications of granular starch, with retention of the granular structure: A review*. J. Agric. Food Chem. 46, 2895–2905.
33. Juhani Nagy, J. (1987): *Honfoglalás előtt és után*, <https://mek.oszk.hu/02200/02248>
34. Krawczyk T (1996): *Lecithin: consider the possibilities*. Inform 7:1158–1167
35. Lai, H.M., (2001): *Effects of rice properties and emulsifiers on the quality of rice pasta*. Journal of the Science of Food and Agriculture 82, 203-216.
36. 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
37. 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
38. Macsihin, JU.A., Macsihin, Sz.A. (1987): *Élelmiszeripari termékek reológiája*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 247 p., pp. 18-28., 43-51.,
39. Madenci1, A. B., Bilgiçli, N., Türker, S. (2018): *Effects of dietary fibre and antioxidant-rich ingredients on some quality characteristics of fresh and dry pasta*, Quality Assurance and Safety of Crops & Foods

40. Marinelli, V., Padalino, L., Nardiello, D. Del Nobile, M. A., Conte, A. (2015): *New Approach to Enrich Pasta with Polyphenols from Grape Marc*, Journal of Chemistry
41. Marti, A.; Fongaro, L.; Rossi, M.; Lucisano, M.; Ambrogina Pagani, M. (2011): *Quality characteristics of dried pasta enriched with buckwheat flour*. Int. J. Food Sci. Technol. 46, 2393–2400.
42. Marti, A.; Pagani, M.A. (2013): *What can play the role of gluten in gluten free pasta?* Trends Food Sci. Technol. 31, 63–71
43. Marti, A.; Caramanico, R.; Bottega, G.; Pagani, M.A. (2013): *Cooking behavior of rice pasta: Effect of thermal treatments and extrusion conditions*. LWT-Food Sci. Technol. 54, 229–235.
44. Marti, A.; Barbiroli, A.; Marengo, M.; Fongaro, L.; Iametti, S.; Pagani, M.A. (2014): *Structuring and texturing gluten-free pasta: Egg albumen or whey proteins?* Eur. Food Res Technol. 238, 217–224
45. Mastromatteo, M.; Chillo, S.; Iannetti, M.; Civica, V.; Del Nobile, M.A. (2011): *Formulation optimisation of gluten-free functional spaghetti based on quinoa, maize and soy flours*. Int. J. Food Sci. Technol. 46, 1201–1208.
46. McClements, D. J. (1999): *Food emulsions: principles, practice and techniques*. CRC Press, Florida
47. Merayo, Y.A.; Gonzalez, R.J.; Drago, S.L.; Torres, R.L.; De Greef, D.M. (2011): *Extrusion conditions and zea mays endosperm hardness affecting gluten-free spaghetti quality*. Int. J. Food Sci. Technol. 46, 2321–2328.
48. Mestres, C., Collonna, P., Buleon, A., (1988): *Characteristics of starch networks within rice flour noodles and mungbean starch vermicelli*. Journal of Food Science 53, 1809-1812.
49. Mestres, C., Collonna, P., Alexandre, M.C., Matencio, F., (1993): *Comparison of various processes for making maize pasta*. Journal of Cereal Science 17, 277-290.
50. Mezger, T. G. (2014): *The Rheology Handbook*, 4th Edition, Hanover: Vincentz Network, European Coatings Tech Files, ISBN 3-86630-650-4
51. Mirhosseini, H., Abdul Rashid, N.F., Tabatabaee Amid, B., Cheong, K.W., Kazemi, M., Zulkurnain, M., (2015): *Effect of Partial Replacement of Corn Flour with Durian Seed Flour and Pumpkin Flour on Cooking Yield, Texture Properties, and Sensory Attributes of Gluten Free Pasta*, LWT- Food Science and Technology 2017, Pages 69-77
52. Montenegro-Landívar, M. F., Tapia-Quirós, P., Vecino, X., Reig, M., Valderrama, C., Granados, M., Cortina, J. L., Saurina, J. (2021): *Polyphenols and their potential role to fight viral diseases: An overview* Science of the Total Environment 801 149719
53. Muzquiz, M.; Wood, J.A. (2007): *Antinutritional factors*. In *Chickpea Breeding and Management*; Yadav, S.S., Redden, B., Chen, W., Sharma, B., Eds.; CAB International: Wallingford, UK, pp. 143–166.
54. Nascimento, A.; Fiates, G.; dos Anjos, A.; Teixeira, E. (2013): *Analysis of ingredient lists of commercially available gluten-free and gluten-containing food products using the text mining technique*. Int. J. Food Sci. Nutr. 64, 217–222.
55. OGYÉI (2018): https://ogyei.gov.hu/glutenmentes_elelmiszerek Megtekintés dátuma: 2022. 10.01.
56. Oniszcuk, A., Widelska, G., Wójtowicz, A., Oniszcuk, T., Wojtunik-Kulesza, K., Dib, A., Matwijczuk, A. (2019): *Content of Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of New Gluten-Free Pasta with the Addition of Chestnut Flour*, Molecules 24(14), 2623.
57. Osella, C.; Sanchez, H.; de La Torre, M. (2014): *Safe foods for celiac people*. Food Nutr. Sci. 5, 787–800.

58. Padalino, L.; Mastromatteo, M.; Lecce, L.; Spinelli, S.; Conte, A.; Del Nobile, M.A. (2014): *Optimization and characterization of gluten-free spaghetti enriched with chickpea flour*. Int. J. Food Sci. Nutr. 2014, 49, 1544–1556.
59. Padalino, L., Conte, A., Del Nobile, M. A. (2016): *Overview on the General Approaches to Improve Gluten-Free Pasta and Bread*, Foods 5, 87
60. Pedersen, B.; Knudsen, K.E.; Eggum, B.O. (1990): *The nutritive value of amaranth grain (Amaranthus caudatus). Energy and fibre of raw and processed grain*. Plant Foods Hum. Nutr. 40, 61–71.
61. Pagani, M.A., (1986): *Pasta products from non-conventional raw materials*. In: Mercier, C., Cantarelli, C. (Eds.), *Pasta e prodotti estrusi*. Elsevier Applied Science, London, pp. 52-68.
62. Raina, C.S.; Singh, S.; Bawa, A.S.; Saxena, D.C. (2005): Textural characteristics of pasta made from rice flour supplemented with proteins and hydrocolloids. J. Texture Stud. 36, 402–420.
63. Resmini, P., Pagani, M.A., (1983): *Ultrastructure studies of pasta, a review*. Food Microstructure 2, 1-12.
64. Rocchetti, G., Lucini, L., Chiodelli, G., Giuberti, G., Montesano, D., Masoero, F., Trevisan, M. (2017): *Impact of boiling on free and bound phenolic profile and antioxidant activity of commercial gluten-free pasta* Food Research International Volume 100, Part 2, October
65. Rosell, C.M.; Marco, C. Rice. (2008): *In Gluten Free Cereal Products and Beverages*; Arendt, E.K., Dal Bello, F., Eds.; Academic Press: London, UK, pp. 81–100.
66. Sandhu, K.S.; Kaur, M. (2010): *Studies on noodle quality of potato and rice starches and their blends in relation to their physicochemical, pasting and gel textural properties*. LWT Food Sci. Technol. 2010, 43, 1289–1293.
67. Schneider M (1989): *Fractionation and purification of lecithin*. In: Szuhaj BF (ed) *Lecithin: sources manufacture and uses*. AOCS Press, Champaign, pp 109–130
68. Schober, T.; Bean, S.; Boyle, D. (2007): *Gluten-free sorghum bread improved by sourdough fermentation: Biochemical, rheological, and microstructural background*. J. Agric. Food Chem. 55, 5137–5146.
69. Schober, T.; Bean, S.; Boyle, D.; Park, S. (2008): *Improved viscoelastic zein-starch doughs for leavened gluten-free breads: Their rheology and microstructure*. J. Cereal Sci. 48, 755–767.
70. 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
71. Sozer, N., (2009): *Rheological properties of rice pasta dough supplemented with proteins and gums*. Food Hydrocolloids 23, 849-855.
72. Tester, R.F.; Debon, S.J.J. (2000): *Annealing of starch e a review*. Int. J. Biol. Macromol. 27, 1–12.
73. Thompson, T. Folate, (2000): iron, and dietary fiber contents of the gluten-free diet. J. Am. Diet. Assoc. 2000, 100, 1389–1396
74. Thompson, T.; Dennis, M.; Higgins, L.; Lee, A.; Sharrett, M. (2005): *Gluten-free diet survey: Are Americans with coeliac disease consuming recommended amounts of fibre, iron, calcium and grain foods?* J. Hum. Nutr. Diet. 2005, 18, 163–169.
75. Ungureanu-Iuga, M., Dimian, M., Mironeasa, S. (2020): *Development and quality evaluation of gluten-free pasta with grape peels and whey powders*, LWT, Volume 130, 109714
76. Ungureanu-Iuga, M., Mironeasa, S. (2021): *Advance on the Capitalization of Grape Peels By-Product in Common Wheat Pasta*. Appl. Sci. 11, 11129.
77. van Nieuwenhuyzen W (1981): *The industrial uses of special lecithins*. J Am Oil Chem Soc 58:886–888

78. van Nieuwenhuyzen W and Tomás MC (2008a): *Update on vegetable lecithin and phospholipid technologies*. Eur J Lipid Sci Technol 110:472–486
79. van Nieuwenhuyzen W and Tomás MC (2008b): *Phospholipids*. In: Block J, D Barrera-Arellano (eds) *Selected themes on edible fats and oils books*. AOCS press, Champaign (in press)
80. Wang, N., Bhirud, P.R., Sosulski, F.W., Tyler, R.T., (1999): *Pasta-like product from pea flour by twin-screw extrusion*. Journal of Food Science 64, 671–678.
81. Wendel A (2000): *Lecithin: the first 150 years Part I: from discovery to early commercialization*. Inform 11:885–892
82. Wendel A (2000): *Lecithin: the first 150 years Part II: evolution to a global pharmaceutical industry*. Inform 11:992–997
83. Wolf, B. (2010): *Polysaccharide functionality through extrusion processing*. Curr. Opin. Colloid Sci. 15, 50–54.
84. Yalcin, S., Basman, A., (2008): *Effects of gelatinisation level, gum and transglutaminase on the quality characteristics of rice noodle*. International Journal of Food Science and Technology 4, 1637–1644.
85. Yang, Y.; Tao, W.Y. (2008): *Effects of lactic acid fermentation on FT-IR and pasting properties of rice flour*. Food Res. Int. 41, 937–940.
86. Yeşil, S. and Levent, H. (2022): *The influence of fermented buckwheat, quinoa and amaranth flour on gluten-free bread quality*, LWT 160 113301
87. Yoenyongbuddhagal, S.; Noomhorm, A. (2002): *Effect of physicochemical properties of high-amylose Thai rice flours on vermicelli quality*. Cereal Chem. 79, 481–485.
88. Zavareze, E.R.; Storck, C.R.; de Castro, L.A.S.; Schirmer, M.A.; Dias, A.R.G. (2010): *Effect of heat-moisture treatment on rice starch of varying amylose content*. Food Chem. 121, 358–365.
89. Zhang, L.; Nishizu, T.; Hayakawa, S.; Nakashima, R.; Goto, K. (2013): *Effects of different drying conditions on water absorption and gelatinization properties of pasta*. Food Bioprocess Technol. 6, 2000–2009.
90. Zhu, F., Li, J., (2019): *Physicochemical and sensory properties of fresh noodles fortified with ground linseed (Linum usitatissimum)*, LWT - Food Science and Technology

9 Melléklet

Érzékszervi bírálat – bírálati lap

Gluténmentes friss tészta - 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 tésztamassa 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 íz, 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
- **Keserű íz:** Kellemetlen és nem jellemző keserű íz, nem a termékre jellemző

Összbenyomás: J

Jeljeze, mennyire szereti vagy nem szereti a mintát (a fent felsorolt speciális érzékszervi tulajdonságok, például megjelenés, íz, íz és 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	

Keserű íz

Mintakód	Pont
Ref	7.5
1	
2	
3	
4	

Összbenyomás

Mintakód	Pont
Ref	7.5
1	
2	
3	
4	

10 Táblázatok és ábrák jegyzéke

1. ábra	A glutén emésztésével kapcsolatos betegségek, Khoury és mtsai. (2018) cikke nyomán	8
2. ábra	Előre beállított amplitúdó pásztázás, szabályozott feszültséggel és amplitúdó növelésével öt lépésben, ahol a frekvencia mind az öt mérési ponton állandó (Mezger, 2014)	17
3. ábra	Kísérlet nyers téstái (T – tökmag; L – lenmag; SZ – szőlőmag)	20
4. ábra	Párhuzamos lap-lap mérési geometria (Mezger, 2014)	21
5. ábra	Amplitúdó pásztázás mintagörbe G'; G'' értékei nyírási deformáció (A) és nyírófeszültség (B) függvényében	22
6. ábra	Tésztá felvett főzővíz mennyisége, g	25
7. ábra	Amplitúdó pásztázás nyírási deformáció értéke (%) az LVE pontban	26
8. ábra	Amplitúdó pásztázás folyáspont értéke (Pa)	27
9. ábra	A vágási erő (N) alakulása a különböző fajta és koncentrációjú nyers tésták esetén	28
10. ábra	A vágási erő (N) alakulása a különböző fajta és koncentrációjú főtt tésták esetén	29
11. ábra	A vágási munka (Nmm) alakulása a különböző fajta és koncentrációjú nyers tésták esetén	30
12. ábra	A vágási munka (Nmm) alakulása a különböző fajta és koncentrációjú főtt tésták esetén ..	31
13. ábra	A nyers- és főtt tésták, valamint a főzővíz világossági tényezője a különböző magliszttel készült téstáknál	33
14. ábra	A nyers- és főtt tésták, valamint a főzővíz vörös-zöld színezeti jellemzője a különböző magliszttel készült téstáknál	33
15. ábra	A nyers- és főtt tésták, valamint a főzővíz kék-sárga színezeti jellemzője a különböző magliszttel készült téstáknál	34
16. ábra	A nyers tésták színe CIE Lab színrendszerben	35
17. ábra	A nyers tésták színe CIE Lab színrendszerben	35
18. ábra	A főtt tésták főzővizének színe CIE Lab színrendszerben	35
19. ábra	Az érzékszervi bírálatnál kínált rövidmetélték	36
20. ábra	A tökmaglisztes tésták érzékszervi bírálatának pókhálódigramja	36
21. ábra	A lenmaglisztes tésták érzékszervi bírálatának pókhálódigramja	37
22. ábra	A szőlőmaglisztes tésták érzékszervi bírálatának pókhálódigramja	37
23. ábra	A nyers tésták összes polifenol tartalma	38
24. ábra	A főtt tésták összes polifenol tartalma	39
25. ábra	A főzővíz összes polifenol tartalma	39
1. táblázat	Cikkgyűjtemény a gluténmentes tésták dúsításáról	15
2. táblázat	Előkísérlet során vizsgált adalékanyagok koncentrációi	19
3. táblázat	A kísérlet receptúrái	19
4. táblázat	Az egyes koncentrációkban mért TPC ($\mu\text{M GS} / 100 \text{ g}$) átlag és szórás adatai	25
5. táblázat	Nyírási deformáció (%) varianciaanalízis eredménye	27
6. táblázat	Folyáspont (Pa) varianciaanalízis eredménye	28
7. táblázat	Vágási erő (N) ANOVA eredménye nyers téstánál	29
8. táblázat	Vágási erő (N) ANOVA eredménye főtt téstánál	30
9. táblázat	Vágási munka (Nmm) ANOVA eredménye nyers téstánál	31
10. táblázat	Vágási munka (Nmm) ANOVA eredménye főtt téstánál	32
11. táblázat	Nyers tésták összes polifenol tartalmának ANOVA eredménye	40
12. táblázat	Főtt tésták összes polifenol tartalmának ANOVA eredménye	40
13. táblázat	Főzővizek összes polifenol tartalmának ANOVA eredménye	40

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm konzulenseimnek, Dr. Kaszab Tímeának és Stefanovitsné dr. Bányai Évának, akik lehetővé tették a szakdolgozatom elkészítését, akik az alkalmazott tudományokhoz való példátlan hozzáállásukkal inspiráltak engem, segítettek és vezettek a szakdolgozatom készítése közben, így varázsolták a szakdolgozat készítést egy pozitív élménnyé számomra, és meghozták a kedvem az előttem álló szakmai kihívásokhoz.

Köszönöm a Táplálékallergia Centrumnak a méréseimhez szükséges anyagok beszerzéséért.

Köszönöm a segítséget az Élelmiszeripari Méréstechnika és Automatizálás Tanszék, Élelmiszerkémia és Analitika Tanszék, valamint az Élelmiszer-mikrobiológia, -higiénia és -biztonság Tanszék munkatársainak.

Köszönöm családomnak és barátaimnak a támogatást az egyetemi éveim alatt.

Köszönöm a Budai Campus minden kollégájának, akik segítettek, és inspiráltak engem az alapképzés során eltöltött gazdagító éveim során.

NYILATKOZAT

Hartai Soma Sándor (hallgató Neptun azonosítója: **JI60RJ**) 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 védésre javaslom / nem javaslom².

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

Kelt: Budapest, 2024. november 4.



belső konzulens
Dr. Kaszab Tímea

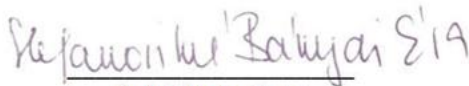
NYILATKOZAT

Hartai Soma Sándor (hallgató Neptun azonosítója: **JI60RJ**) 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
Stefanovitsné dr. Bányai Éva

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: Hartai Soma Sándor
A Hallgató Neptun kódja: JI60RJ
A dolgozat címe: Maglisztekkel dúsított gluténmentes tészták fizikai és kémiai vizsgálata
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Élelmiszeripari Méréstechnika és Automatizálás Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat 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 állítottam, 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 szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

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

Kelt: 2024. év 10. hó 31. nap

HARTAI SOMA SÁNDOR


Hallgató aláírása