

SZAKDOLGOZAT

BRENN DÓRA SZAKDOLGOZAT

Brenn Dóra

2023

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Gabona és Iparinövény Technológia Tanszék

**Gluténmentes, köles bázisú kender- és rovarliszttel
dúsított minőségi száraztészták fejlesztése, valamint
kémiai és érzékszervi jellemzőinek összehasonlítása**

Brenn Dóra

2023

Budapest

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Szak neve: BSc Élelmiszermérnöki
Sütő- és tésztaipari technológiák és minőségügy


Szakdolgozat készítés helye: Gabona és Iparinövény Technológiai Tanszék


Hallgató: Brenn Dóra


A szakdolgozat címe: Gluténmentes, köles bázisú kender- és rovarliszttel dúsított minőségi száraztészták fejlesztése, valamint kémiai és érzékszervi jellemzőinek összehasonlítása

Konzulens: Dr. Szedljak Ildikó Judit egyetemi adjunktus

Beadás dátuma: 2023. május 2.


szakdolgozat készítés helyének vezetője
Badakné dr. Kerti Katalin


konzulens
Dr. Szedljak Ildikó Judit


Badakné dr. Kerti Katalin
Sütő- és tésztaipari technológiák és minőségügy

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	1
2. A munka célja	3
3. Irodalmi áttekintés	4
3.1. <i>Növényi alapú táplálkozás pozitív és negatív hatásai</i>	4
3.2. <i>Fehérje szerepe a táplálkozásban</i>	5
3.3. <i>Lisztbogár (Tenerbrio Molitor)</i>	6
3.4. <i>Kender (Cannabis sativa L.)</i>	8
3.5. <i>Köles (Panicum miliaceum L.)</i>	9
3.6. <i>Konjac</i>	11
4. Anyagok és módszerek	13
4.1 <i>Felhasznált anyagok</i>	13
4.1.1 <i>Rovarőrlemény</i>	13
4.1.2 <i>Kölesliszt</i>	13
4.1.3 <i>Kenderfehérje</i>	14
4.1.4 <i>Konjac liszt</i>	15
4.2 <i>A tészta előállítása</i>	15
4.2.1. <i>A tészta készítése során felhasznált lisztkeverékek</i>	15
4.2.2. <i>A receptúrák kidolgozása</i>	16
4.2.3. <i>Tészta összeállítása</i>	17
4.2.4. <i>Tészta szárítása</i>	18
4.3. <i>Laborvizsgálatok</i>	18
4.3.1. <i>Színmérés</i>	18
4.3.2. <i>Vízaktivitás meghatározása</i>	19
4.3.3. <i>Nedvességtartalom mérés</i>	20
4.3.4. <i>Kivonatok készítése</i>	20
4.3.5. <i>Vízben oldható összes polifenol tartalom meghatározása</i>	21
4.3.6. <i>Vízben oldható antioxidáns kapacitás mérése</i>	22

4.3.7. <i>Vízben oldható fehérjetartalom meghatározása</i>	23
4.3.8. <i>A főzési idő meghatározása</i>	24
4.3.9. <i>A duzzadó képesség meghatározása</i>	25
4.3.10. <i>Érzékszervi bírálat</i>	25
5. Kísérleti eredmények és értékelésük	26
5.1. <i>Szín mérés eredményei</i>	26
5.2. <i>Vízaktivitás mérésének eredményei</i>	31
5.3. <i>Nedvességtartalom mérés eredményei</i>	32
5.4. <i>Vízben oldható összes polifenol tartalom meghatározás eredményei</i>	34
5.5. <i>Vízben oldható antioxidáns kapacitás mérésének eredményei</i>	36
5.6. <i>Vízben oldható fehérjetartalom meghatározás eredményei</i>	37
5.7. <i>A főzési idő meghatározásának eredményei</i>	38
5.8. <i>A duzzadó képesség meghatározásának eredményei</i>	39
5.9 <i>érzékszervi bírálat</i>	39
Összefoglaló	41
Felhasznált irodalom	43
<i>Folyóiratok/Könyvek</i>	43
<i>Internetes források</i>	46
Mellékletek	48
Köszönetnyilvánítás	50
Nyilatkozatok	51

1.Bevezetés

A fehérje az ember számára nélkülözhetetlen makrotápanyag, mivel a test közel 20%-át különböző fehérjék teszik ki. A protein mellett, hogy nagymértékű energiát szolgáltat testünknek, számos más feladatot is ellát annak érdekében, hogy a szervezetünk megfelelően legyen képes működni. Részt vesz például a vázizomzat kialakításában, az elpusztult hámsejtek pótlásában, valamint a különböző enzimek, antitestek és hormonok előállításában. Elégtelen fehérjebevitel esetén számos egészségügyi probléma kialakulását kockáztatjuk, a vérszegénységtől kezdve a növekedési- és fejlődési rendellenességeken át egészen az emésztő- és hormonrendszeri problémákig. A tartós fehérje deficit akár az immunrendszer gyengüléséhez is vezethet, ami további betegségeket idézhet elő. (Internet 1)

Fehérjéhez a legegyszerűbben állati eredetű forrásokon keresztül juthatunk. A hús iránti egyre nagyobb igényt, amely túlnyomó részt a népességnövekedésből adódik, már csak ipari termeléssel lehet biztosítani. Napjainkban a nagyüzemi húsfeldolgozással és az ipari állattartással kapcsolatban felmerülnek etikai, állat- és környezetvédelmi kérdések is, éppen ezen okból kifolyólag egyre nagyobb teret hódít a vegán táplálkozás, és a növényi eredetű fehérje források. Ma már többféle magas fehérje tartalmú, növényi alapú ételt lehet a piacon találni, viszont a növényi alapú élelmiszerekben nem található meg minden olyan ásványi anyag és vitamin, amit szervezetünk normál működéséhez szükséges biztosítani, ilyen például a kobalamin, vagy ismertebb nevén a B12 vitamin. Ez a mikrotápanyag vízben oldódik, amely fontos szerepet játszik a központi idegrendszer és az agy megfelelő működésének elősegítésében, valamint a vérképzés folyamatában is.

Az egyre nagyobb népszerűségnek örvendő veganizmus hatására nőtt a növénytermesztés igénye is. Ez az új trend nagyobb területű termőföldeket igényel, ami a jelenlegi erdős területek csökkentésével jár. A drasztikusan növekvő erdőirtásoknak köszönhetően az üvegházhatást előidéző gázok mennyisége folyamatosan növekszik a légkörben. Az erdős területek csökkenése és a növekvő vízigény mellett meg kell említeni a különböző növényvédő szerek és műtrágyák hatását, amelyek hosszútávon talajerózióhoz vezethetnek. Ezen egészségügyi és környezetvédelmi okokból kifolyólag merült fel bennem a kérdés, hogy valóban előnyösebb-e a növényi alapú/vegán táplálkozás vagy elegendő megreformálni a mindenevő életformát, és új állati eredetű fehérjeforrásokat keresni.

A rovarok felhasználása az élelmiszergyártásban nem újkeletű dolog. Számos adalékanyag van a piacon, melynek előállításakor rovarokat dolgoznak fel. Ilyen anyag például a kárminvörös (E120) piros színű ételszínezék, melyet nőstény bíbortetűből (*Dactylopius coccus*) állítanak elő, illetve a shellack (E904) elnevezésű bevonó anyag is, melyhez a lakktetű (*Laccifer lacca*) viaszos váladékát dolgozzák fel.

2021-ben az Európai Élelmiszerbiztonsági Bizottság engedélyezte elsők között a közönséges lisztbogár (*Tenebrio molitor*) lárvájának élelmiszeripari felhasználását, melyet ugyanebben az évben követett az afrikai vándorsáska (*Schistocerca gregaria*) (Internet 2, 3). 2022-ben további két rovar is jóváhagyott a bizottság, melyek a házi tücsök (*Acheta domesticus*) és az alombogár (*Alphitobius diaperinus*) (Internet 4, 5). Hazánkban és a környező országokban egyáltalán nincs kultúrája a rovarfogyasztásnak, így érthető módon az embereknek vannak fenntartásaik. Ennek hatására a Magyar Agrárminisztérium több lépést is tett azért, hogy azok az élelmiszerek, amelyek rovarfehérjét tartalmaznak, jól látható jelölést kapjanak, továbbá az üzletekben elkülönített részen, külön polcon kell elhelyezni. Annak ellenére, hogy Európában a közeljövőben nem fog élelmiszerhiány fellépni, fontos felkészülni ezekre a problémákra és folyamatosan keresni a jelenlegi fehérjeforrások alternatíváit.

2. A munka célja

A szakdolgozatom fő célja, olyan alternatív tészták létrehozása, melyeket különböző fehérjékkel dúsítok, így javítva azok beltartalmi értékét. Az általam felhasználandó növényi fehérje kendermag őrleményből, míg az állati eredetű fehérje lisztlárva őrleményből származik. A termék kialakítása során különböző keverékekkel dolgozok, melyek alapja a kölesliszt. Ehhez adagolom hozzá 5-10-15 és 20%-os arányban a kenderfehérjét és a rovar őrleményt. A termékfejlesztés során laborvizsgálatokat is kívánok végezni, így a módosítások során bekövetkező fizikai és kémiai változásokat is nyomon tudom követni. A kémiai mérések során meghatároztam a termékeim vízben oldható polifenol tartalmát, vízben oldható antioxidáns kapacitását, valamint a vízben oldható fehérjetartalmát is.

További céljaim közé tartozik a vegán táplálkozás előnyeinek és hátrányainak bemutatása. Szeretném prezentálni az alternatív állati fehérjeforrások (például a különböző, emberi fogyasztásra alkalmas rovarok) élelmiszerként történő felhasználásának előnyeit a hagyományos, növényi eredetű forrásokkal szemben.

Másodlagos célom, hogy a termékfejlesztés során kialakított tésztáim megfeleljenek a MSZ 20500/1-1985 szabványnak, amely a hagyományos szárazteszták vizsgálati módszereit írja le, így biztosítva, hogy érzékszervi szempontból fogyasztható legyen a tésztatermék.

A termékfejlesztés végén egy érzékszervi minősítésre is sor került, melyet a mérési eredményeknél elemeztem.

Szakdolgozatom utolsó fejezeteiben összegezni és értékelni fogom az általam elvégzett laboratóriumi mérések eredményeit, valamint az ezekből következtetett állításokat is rögzítem.

3. Irodalmi áttekintés

3.1. Növényi alapú táplálkozás pozitív és negatív hatásai

A fejezet elején fontosnak tartom azt, hogy különbséget tegyünk vegán, a vegetáriánus és a növényi alapú (plant based) táplálkozás között. Míg a vegetáriánus személy a húsfogyasztást utasítja el egészségügyi, etikai, környezetvédelmi stb. okokból, a vegán életmódot folytató egyén a fentiekhez hasonló indokokból minden állati eredetű élelmiszer fogyasztását kerüli. A növényi alapú táplálkozásról Katherine D. McManus, a Brigham Dietetikai Gyakornoki Intézet igazgatója egy korábbi cikkében említette, hogy a növényi eredetű táplálkozás elsősorban növényekből származó élelmiszereket hangsúlyozza, mely nem csak zöldségeket és gyümölcsöket foglal magába, de tartalmaz például magokat, különböző olajokat, gabonaféléket is. Ez viszont nem jelenti azt, hogy valaki elutasítja a hús, és az egyéb állati eredetű ételek fogyasztását, hanem nagyobb arányban választja a növényi alternatívákat. (Internet 6)

A hosszantartó vegetáriánus életmódnak megvannak a maga pozitív és negatív hatásai is, melyekről az elmúlt években számos tanulmányt és tudományos folyóiratot is jelentettek meg kutatók. Ennek az életmódnak az egyik legelőnyösebb jellemzője, hogy képes redukálni az elhízás mértékét. Egy összefoglaló értékezésben 40 különböző, ezzel foglalkozó cikket vetettek össze, és kerestek összefüggéseket a testzsírcsökkenés és a növényi étrend folytatása között. Meg kell jegyezni, hogy a kutatásuk során vegetáriánus és vegán étrend között nem tettek különbséget, mivel szignifikánsan kevesebb adat található a vegánokról és a táplálkozásukról. Az összevetett tények alapján meg tudták állapítani, hogy általánosságban a vegán/vegetáriánus nők BMI (Body Mass Index) indexe 2,7-15%-kal volt alacsonyabb a húsevő társaiknál, míg a férfiak esetében a vegánoknál ez az érték 4,6-16,3%-kal kevesebb azokhoz a férfiakhoz képest, akik fogyasztottak állati eredetű élelmiszert. (Berkow és Barnard, 2006)

A testzsír és az elhízás mértékének csökkenésével párhuzamosan a krónikus megbetegedések kialakulásának kockázata is csökken. A túlsúllyal rendelkező embereknek többek között magasabb eséllyel lesz magas vérnyomásuk és egyéb szív- és érrendszert érintő panaszuk, légző- és mozgásszervi problémájuk, valamint az elhízott emberek körében gyakrabban alakul ki a 2-es típusú diabétesz.

Az EPIC-Oxford tanulmányát alapul véve megállapították, hogy egyes ásványianyagokból (vas, folsav, magnézium) és néhány vitaminból (C-vitamin, E vitamin, B1 vitamin) nagyobb mennyiséget visznek be a szervezetükbe, valamint több rostot fogyasztanak azok, akik kerülnek az állati eredetű élelmiszereket, mint a mindenevő társaik. (Medawar és munkatársai, 2019)

A vegán étrendnek azonban számos negatív egészségügyi következménye is lehet. Az előbb felsorolt ásványi anyagok és vitaminok bevitele a vegánok esetében nagyobb mennyiségben történt, addig számos más ásványi anyag (kalcium, cink) és vitamin (retinol, B12 vitamin, D vitamin), illetve a fehérje bevitele az omnivor életmódot folytató emberek esetében jelentősen magasabb arányban történik meg (Medawar és munkatársai, 2019). További hátránya a növényi alapú proteinek, hogy nem számít teljes értékű fehérjének, azaz nem tartalmazza az összes olyan esszenciális aminosavat (olyan aminosavak, amiket az emberi vagy állati szervezet nem, vagy csak nem elegendő mennyiségben képes előállítani), amely az emberi szervezet működéséhez elengedhetetlen. Ezen felül azok között, akik súlyvesztés céljából térnek át a növényi alapú táplálkozásra, gyakran alakulnak ki különféle étkezési zavarok. (Fehér és munkatársai, 2020)

A fiziológiai problémák mellett, a növényi alapú táplálkozás negatív hatással lehet az emberek mentálhigiénés állapotára. Ezzel kapcsolatban ugyan megoszlanak a vélemények a tudományos körökben, de számos olyan kutatás született a témában, ami igazolni tudja az előbbi kijelentést. Többek között Forestell és Nezelek (2018) statisztikai elemzéseiknek eredményei alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a növényi étrendet követő emberek ugyan nyitottabbak az újdonságokra, azonban nagyobb eséllyel alakul ki náluk depresszió, különösképpen a férfiak esetében.

3.2. Fehérje szerepe a táplálkozásban

A fehérje testsúlyunk kb. 20%-át teszi ki és egyike annak a három makrotápanyagnak, amely elengedhetetlen az emberi test megfelelő működéséhez. Alap építőköve az a 20 különböző aminosav, amelyből 7 esszenciális (Izoleucin, Leucin, Lizin, Metionin, Fenil-alanin, Treonin, Triptofán, Valin), azaz a szervezetünk nem képes előállítani, így külső forrásokból kell bevinnünk (Bean, 2002). Egy olyan hosszú aminosavláncokból álló szerves vegyület, ami szénből, oxigénből, hidrogénből és nitrogénből épül fel. A molekulában az aminosavakat peptid kötések tartják össze (Fritz és munkatársai, 2017). A proteint az emberek leginkább az izomépítéssel kapcsolják össze, azonban számos más olyan feladatot is ellát, amely

nélkülözhetetlen az egészségünk megőrzéséhez. Összetétel szerinti csoportosítás során különbséget teszünk egyszerű és összetett fehérjék között. Az egyszerű protein csak aminosavakból épül fel, míg az összetett ezek mellett más alkotórészt is tartalmaz funkciótól függően. Funkció szerinti csoportosítás folyamán megkülönböztetünk struktúrfehérjéket (pl. kollagén), melyek a sejtszerkezet kialakításáért felel. Továbbá léteznek transzportfehérjék is, amik megkötik a kisebb molekulákat így szállítva azokat a szervezeten belül. Ilyen transzport fehérje például a hemoglobin, mely a benne található vas segítségével képes megkötni az oxigént és eljuttatja azt a sejtekig. A védőfehérjék lehetővé teszik, hogy a testünk képes legyen a kórokozókkal szembeni sikeres küzdelemre (pl. immunglobulin), de ide soroljuk azokat a proteineket is, melyek a külső káros hatásoktól/sérülésektől védik a szervezetünket (pl. fibrinogén). A hormonok szerepét ellátó proteinek a testünk szabályos működését irányítják. Például az inzulin a vércukorszint szabályozásáért felel. Ide tartoznak még az enzimek is. Ezek a szervezetünkben lezajló kémiai folyamatok katalizátoraiként működnek. Továbbá léteznek még kontraktilis fehérjék, ami a sejten belüli mozgást biztosítja (pl. aktin és miozin, melyek az izomösszehúzódásért felelnek), illetve a tartalékfehérjék, amik valamilyen energia vagy kisebb ion, molekula raktározásában vesznek részt. (Stefanovicsné, 2019).

A napi ajánlott bevitel nemtől, életkortól és aktivitási szinttől függően változik. Egy átlagos felnőtt ember fehérje fogyasztása el kell érje a 0,75g/ttkg-ot (testsúlykilogramm), amennyiben az illető életének része a rendszeres sport, a testmozgás intenzitásától függően növekszik ez a mennyiség. Állóképességi edzés esetében a megnövekedett fehérjelebontás ellensúlyozása és a sérült izomszövetek helyreállítása miatt a fehérjeigény 1,2-1,4 g/ttkg-ra emelkedik. Azoknak a sportolóknak, akik erőnléti edzést (erőemelés, súlyzós edzés stb.) folytatnak, a protein bevitelüket ajánlott 1,4-1,8 g/ttkg-ra növelni (Bean 2002).

3.3. Lisztbogár (*Tenerbrio Molitor*)

Az Európában őshonos lisztbogár a gyászbogárfélék családjába tartozik és a hazai malomiparban leginkább raktári kártevőként tartják számon. Magas fehérjetartalma és könnyű tenyésztése miatt élelmiszeripari felhasználása előtt is hasznosították a lárváját takarmányként vagy kisállat eledelként. A sárgás, kemény kitinvázzal rendelkező, kifejlett lárva tömege kb. 0,2 g és hosszúsága a 25-35 centimétert is elérheti (Mariod és munkatársai, 2017). A tápanyagokban gazdag *T. Molitor* a többi állati eredetű proteinhez hasonlóan egy teljes értékű fehérjeforrás, hiszen minden esszenciális aminosav megfelelő mennyiségben megtalálható benne (Baiano,2020). Továbbá környezetvédelmi szempontokból vizsgálva arra a következtetésre juthatunk, hogy az állati eredetű fehérjeforrásokhoz képest a rovar eredetű

fehérje sokkal fenntarthatóbb. 1 kg lisztlárva eredetű protein előállításához szükséges földterületek mindössze 10%-át igényli és a lárvák vertikális tenyésztésére is van lehetőség, amely tovább csökkenti a felhasznált terület mennyiségét (Ooninx és de Boer, 2012; van Huis és munkatársai, 2013)

Heidari-Parsha és munkatársai (2018) tanulmányukban szárított lisztlárva tápértékének meghatározásával is foglalkoztak. A kutatásban kitértek többek között a makrotápanyagokra, az aminosav és ásványianyag tartalomra is. A vizsgálathoz 3 hónapos sárga lisztlárvaakat használtak fel. Az eredményeik értékelése során a 7,25% ($\pm 1,16\%$) nedvességtartalmú szárított nyersfehérje tartalma 60,21% ($\pm 1,08\%$) volt, melyet Randall extrakciós módszerrel állapítottak meg. Emellett még Soxhlet extrakció segítségével viszonylag magas zsírtartalmat (19,12% $\pm 0,26\%$) mértek, valamint rosttartalma is jelentős (22,35% $\pm 0,59\%$). Ebből a szempontból a rovar eredetű fehérjeforrások fogyasztása sokkal előnyösebb, hiszen a hagyományos haszonállatokból származó húsnak nincs rosttartalma (Ramos-Elorduy és munkatársai, 2008). A vizsgálatok során kitértek az aminosav tartalomra is és a mérések alapján megállapítható, hogy a lisztlárva megfelelő mennyiségben tartalmazza az összes esszenciális aminosavat. Az összes aminosav közül a leucin (Leu) értéke volt a legmagasabb (3,13 g / 100 g minta), ezt követi a valin (Val; 2,57 g / 100 g) és a lizin (Lys; 2,5 g / 100 g) Heidari-Parsha és munkatársai (2018).

A *T. molitor* lárvájában különböző ásványi anyagok is megtalálhatóak. Nagy mennyiségben tartalmaz magnéziumot (87,5 mg/100 g), valamint tartalmaz még cinket (4,2 mg/100 g), vasat (3,8 mg/100 g) és mangánt (0,44 mg/100 g) is. Ezek mellett még fontosnak tartom kiemelni kobalamin (B12 vitamin) tartalmát, melyet csak állati forrásból tudunk hasznosítani. 100 g termékben 0,47 μg vitamin található (Mariod, 2017). Mindemellett bioaktív peptidek is megtalálhatóak benne, amik pozitív hatással vannak a vérnyomás problémákra, valamint antioxidáns hatásuk sem elhanyagolható (Brai, 2022).



1. ábra: Rovarőrlemény

3.4. Kender (*Cannabis sativa L.*)

Kender (*Cannabis sativa L.*) egy egynyári, lágyszárú növény, amely a kenderfélék családjába tartozik (Turner és munkatársai, 1980). A növény magját, mint ehető olajforrás már régóta fogyasztják, leginkább ázsiai országokban (Callaway, 2004). Az utóbbi 20 évben több országban is elérhetővé váltak az alacsony THC tartalmú kenderfajták. (Nadathur és munkatársai, 2017)

Képes különböző éghajlatokon is gond nélkül fejlődni, illetve a termőtalaj típusa is csak minimálisan befolyásolja a növekedését és a terméshozamát. Termesztése sokkal kevesebb káros hatással jár, mint más növényi fehérjeforrás, mivel egy természetesen kártevő-rezisztens fajról beszélünk, így növényvédő szerek használata nem indokolt. Ötször több szén-dioxidot képes megkötni, mint egy azonos területű erdő, ezáltal csökkentheti a globális felmelegedés hatásait is. A növény mélyre hatoló főgyökérzete hatékonyan képes megakadályozni a talajeróziót, megtisztítja a talajt, továbbá termőterület szerkezetének javításában is jelentős szerepe van. A mérsékelt csapadékos területeken, semleges vagy enyhén lúgos (pH 7.0-7.5) talajban fejlődik a leginkább optimálisan Érési ideje fajtától és a vetés idejétől függően 80-120 nap. Az élelmiszeriparban a legnépszerűbb kenderfajta az alacsony THC tartalmú Finola. Virága kb. 0,04-0,16% THC-t tartalmaz, mely az uniós határértéknél (0,3%) jelentősen kisebb, illetve a kannabionid/THC aránya magasabb (0,10:1), mint az európai követelmény, ezzel biztosítja, hogy nem lehet kábítószerként felhasználni. (Nadathur és munkatársai, 2017).

A kendermag kb. 30%-át a magas minőségű olaj teszi ki, továbbá 25% proteint tartalmaz és ezen felül 10-15% oldhatatlan fehérje is megtalálható benne. Az olaj többszörösen telítetlen zsírsavakban gazdag, ezeknek kb. 80%-át főként az Omega-3 és Omega-6 típusú zsírsavak teszik ki. Telített zsírsavtartalma azonban mindössze kb. 10%. Nagy mennyiségben találhatóak meg benne olaj-, linol- és sztearidonsavak is, továbbá esszenciális aminosav- és arginintartalma

is magas. (Malomo és társai, 2015) A kiemelkedő arginintartalma hozzájárul a szív- és érrendszer egészségügyi állapotának javításához/fenntartásához, mivel az arginin, az értágító hatású nitrogén-oxid előanyaga, amely növeli a véráramlást és segít fenntartani a normál vérnyomást. (Wu és Meininger, 2002).



2. ábra: Kendermag őrlemény

3.5. Köles (*Panicum miliaceum L.*)

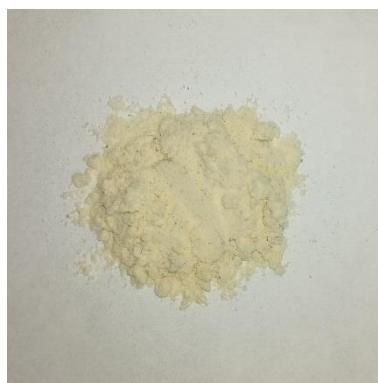
A perjefélék családjába tartozó termesztett köles (másik elnevezése a proso köles) feltehetően kelet-ázsiai területekről származik. Ez az egyik legősibb gabonaféle és idősámításunk kezdete előtt is termesztették. A szegényebb rétegek körében is előnyben részesítik, mert egy tápanyagban gazdag élelmiszer alapanyag (Gupta és munkatársai, 2012). Kedveltségének másik oka a rendkívüli alkalmazkodó képessége. Kiváló szárazságtűrő adottságának köszönhetően megterem mind a mérsékelt, mind pedig a szubtrópusi és trópusi száraz területeken. Ebből kifolyólag a vízigénye is kevesebb, mint a hagyományos gabonaféléknek. Érés ideje is igen rövid, a vetéstől számított 6-12. héten virágozni kezd. Továbbá a különböző betegségekkel szemben nagyon ellenálló, ezért termesztése során csak minimális kártevőirtószert igényel. A búzával ellentétben a termesztett köles tartalmaz nem glutént, így az arra érzékenyeknek és a cöliákiában szenvedőknek egy kiváló alternatíva lehet a hagyományos gabonák helyettesítésére. (Narciso és Nyström, 2023).

Ma már a kitűnő tápértéktartalma miatt igen népszerű azok körében, akik igyekeznek egészséges életmódot folytatni. Fehérjetartalma 12,3- 16,3% között mozog, ami hasonló a búza (fajtától függően 6,11-19%) (Internet 7) és a rozs értékéhez (12,8%), de nagyobb, mint a kukoricáé (9,1%) vagy a rizsé (5,8%). Továbbá a köles fő proteinfrakciója a prolamin, amely az összes fehérjetartalmának 4,5%-át teszi ki (Narciso és Nyström, 2023). A köles aminosav tartalmát tekintve igen gazdag leucinban (12,52-14.70 mg/100 g fehérje), izoleucinban (4,22-5,81 mg/100 g fehérje) és metioninban (3,4-4,3 mg/100g fehérje). Ezeket az értékeket a búza

értékeivel összehasonlítva megállapítható, hogy a fentebb felsorolt aminosavak a köles fehérjében magasabb arányban vannak jelen (Narciso és Nyström, 2023). A *Panicum miliaceum* nyerszsírtartalma (5,4%) észrevehetően nagyobb a többi gabonaféléhez hasonlóan, ebből kifolyólag hajlamosabb is az avasodásra. Kiemelkedő még ennek az ősgabonának a rosttartalma, mely általában 3,2-4,7% közötti értéket mutat. A kukorica (2,3%), a búza (2,1%) és a rizs (0,3%) rosttartalma ennél alacsonyabb. (Ravindran, 1990, FAO, 1972)

A gabonafélékben jelentős mennyiségben található meg a fitinsav, ami nagymértékben befolyásolja az ásványi anyagok felszívódását. A sav képes oldhatatlan komplexeket képezni a kétértékű kationokkal (pl.: Ca, Mg, Fe és Zn), ezáltal ellehetetleníti azok hasznosulását. A termesztett köles igen nagy mennyiségű vasat tartalmaz (átlagosan kb. 20mg/ 100g), illetve mangán- (19 mg/ 100g \pm 5) és cinktartalma (11 mg/ 100g \pm 2) is magasabb más kölesfajtákhoz hasonlóan (Ravindran, 1990).

Ez a gabonaféle tartalmaz különböző fenolos savakat, amelyek antioxidáns hatása megakadályozza a szabad gyökök oxidációs reakciói által okozott sejtkárosodást. A fenolos savak a nem-flavonoid típusú polifenolokhoz sorolható, és ezek közé tartoznak a benzoésav- és hidroxifahéjsav-származékok (Abrankó, 2018). Azonban a kölesben leginkább az utóbbiak dominálnak, azon belül is ferulinsav, p-kumársavak, a ferulinsav-dehidrodimeriek és az oldható klorogénsav találhatóak meg benne. A fenolos savak többnyire a korpában, illetve mag endospermiumában lelhetőek fel. Viszont összehasonlítva a többi kölesfajtával, a proso köles fenoltartalma a legalacsonyabb (1 g zsírtalanított mintában \sim 9,4 μ mol fenolsav ferulinsavra vonatkoztatva), míg a legnagyobb értékkel a róka farkú köles (*Setaria italica*) rendelkezik (1 g zsírtalanított mintában \sim 114 μ mol fenolsav ferulinsavra vonatkoztatva) (Narciso és Nyström, 2023). Antioxidáns aktivitása is 10-szer alacsonyabb, mint a fekete rizsé és 25-ször kisebb, mint a vörös cirok értéke (Choi és munkatársai, 2007)



3. ábra: Kölesliszt

3.6. Konjac

Az ördögnyelvként is ismert, kontyvirágfélék családjába tartozó leopárdkontyvirágot (*Amorphophallus konjac*) régóta használják Ázsiában a hagyományos orvoslásban. A növény szárából készített liszt a távolkeleti gasztronómiában gyakran felhasznált alapanyag.

A por felhasználásával készült gél a tradicionális kínai orvoslásban méregtelenítésre, daganatos betegségek kezelésére, légzőszervi problémákra, égési sérülésekre, vérképzőszervi és bőrbetegségek gyógyítására használták. Manapság a konjac glükomannánszerű (KGM) ismerté vált finomított lisztet adalékanyagként vagy étrendkiegészítő alapanyagként ismerik. Az anyagot a növény gyökerének gumójából állítják elő. A hagyományos feldolgozás menete szerint a mosás és a héj eltávolítása után a gumókat felszeletelik, kiszárítják, majd porrá őrlik. (Chua és munkatársai, 2010). A KGM egyedülálló reológiai és gélképző tulajdonságokkal rendelkezik, ezért előszeretettel használják fel stabilizátorként vagy emulgeálószerként (E425) élelmiszerekben, valamint kozmetika- és gyógyszeriparban is (Zhang 2005). Az ördögnyelv trópusi őserdőben őshonos, így sötét árnyékos helyeken kiválóan megterem (Mayo, 1996). Humuszban gazdag, jó vízelvezetőképességgel rendelkező, 6,5-7,5 pH-jú talajt preferálja. Az optimális hőmérséklet 20-25°C, de 5°C és 45°C között is életben marad. Kereskedelmi célból való termesztése során a növényeket, akár 3 évig is nevelik, így a folyamatos növekedésnek köszönhetően a termése elérheti a 2kg-ot is. (Brown 2000).

A KGM fogyasztása különösképpen nagy népszerűségnek örvend a diétázók körében, mivel az anyag a tömegéhez képest 100-szoros mennyiségű folyadékot képes magába szívni. Számos tanulmány született a konjac liszttel kapcsolatban, melyek azt vizsgálták, hogy milyen hatással van a testsúlycsökkenésre a diéta alatt. Egy áttekintő tanulmányban szerepelt az a kísérlet, melyben 80 túlsúlyos vagy elhízott nő és férfi súlyváltozását követték nyomon 9 héten keresztül. Ez alatt az idő alatt a csoport egyik fele napi 3g glükomannánt szedett be, míg a kontroll csoport placebo-t kapott. A kísérlet végén az alanyok, akik KGM-t kaptak, a túlsúllyal rendelkezők testsúlycsökkenése $-1,29 \pm 0,85$ kg-mal, az elhízott részvevőé pedig $-1,79 \pm 0,80$ kg volt a kontrollcsoportéhoz képest. (Guo és munkatársai, 2021).



4. ábra: Konjac liszt

BRENN DÓRA SZAKDOLGOZAT

4. Anyagok és módszerek

A szakdolgozatom ezen szakaszában a tésztatermékek készítése során felhasznált anyagokat, valamint az elkészített minták vizsgálati módszereit ismertetem.

4.1 Felhasznált anyagok

4.1.1 Rovarőrlemény

A termékfejlesztés során felhasznált őrlemény alapja lisztlárva volt. A „lisztet” frissen leőrölve vákuumcsomagolásban kaptam az Állatitermék és Élelmiszertartósítási Technológiai Tanszékről. A termék olyan körülmények között készült el, ami által emberi fogyasztásra alkalmassá vált. Az őrlemény sötétbarna színű aprószemű termék és csonthéjas gyümölcsökre jellemző illata van. A lisztlárva tápértékadatait 100g-ra vonatkoztatva adtam meg az 1. táblázatban.

1. táblázat: Lisztlárva tápértékadatai (Zilenska és munkatársai, 2020 nyomán))

Energia	2527 kJ / 607 kcal
Zsír	43,74 g
Szénhidrát	16,38 g
Fehérje	37,6 g

4.1.2. Kölesliszt

Az általam készített tésztákhoz szükséges lisztkeverékek alapja a kölesliszt volt, amit gluténérzékenyek is fogyaszthatnak, amennyiben az előállítás során nem érintkezik gluténnel. A fejlesztés során a Balance Food Kft. által forgalmazott terméket használtam. A tészta fő alapanyagának tápértékadatai 100 gramm termékre vonatkoztatva a 2. táblázatban tekinthetők meg.

2. táblázat: Balance Food kölesliszt tápértékadatai (Internet 8)

Energia	1520 kJ / 362 kcal
Zsír	3,9 g
amiből telített zsírsavak	<1g
Szénhidrát	70,6 g
amiből cukrok	12 g
Fehérje	11 g
Rost	8,5 g
Só	0,12 g

4.1.3. Kenderfehérje

Az egyik alternatív tésztámat 100%-os tisztaságú natúr kendermag őrléménnyel dúsítottam, amelynek igen magas a fehérje tartalma. Az általam használt terméket az Aby's natural food gyártja. A cég kifejezetten gluténmentes termékek készítésével foglalkozik, éppen ezért gluténmentes tésztához adagolva nagyban javíthatja annak tápértékét. A fehérje tápértékadatait 100 grammra vonatkoztatva a 3. táblázatban összesítettem.

3. táblázat: Aby's natural food kenderliszt tápérték adatai (Internet 9)

Energia	1575 kJ / 378 kcal
Zsír	18 g
amiből telített zsírsavak	1,9
Szénhidrát	0,1 g
amiből cukrok	0,1 g
Fehérje	43 g
Rost	22 g
Só	0,1 g

4.1.4 Konjac liszt

A tésztám állományjavításához a Nature Coockta gluténmentes termékét használtam. A termék megtalálható kiskereskedelmi forgalomban is. A termékfejlesztés során igyekeztem a lehető legminimálisabb mennyiséget használni, mert csak a megfelelő állag elérése érdekében adagoltam a mintáimhoz. A konjac liszt tápérték adatait 100 g-ra vonatkoztatva a 4. táblázatban láthatóak

4. táblázat: Konjac liszt tápérték adatai 100g termékben (Internet 10)

Energia	755 kJ / 187 kcal
Zsír	0,5 g
Szénhidrát	87 g
amiből	0 g
cukrok	
amelyből rost	82,8 g
Fehérje	0,9 g

4.1.5. Víz

Tészta készítés során csak és kizárólag mikrobiológiai szempontból kifogástalan, ivóvíz minősítésű vizet használhatunk

4.2 A tészta előállítása

4.2.1. A tészta készítése során felhasznált lisztkeverékek

A termékfejlesztés során 4-4 különböző arányú lisztkeverékekkel dolgoztam, hogy megvizsgálhassam, melyik a legideálisabb a tészta elkészítéséhez. Az egyik keveréksorozatot kendermag őrlemény és kölesliszt különböző arányú vegyítésével készítettem el, míg a másikonál a kölesliszthez -ugyanolyan módon- a lisztlárva őrleményt adtam hozzá. A keverékek arányai az 5. és a 6. táblázatban láthatóak.

5. táblázat: Köles-kender lisztkeverékek

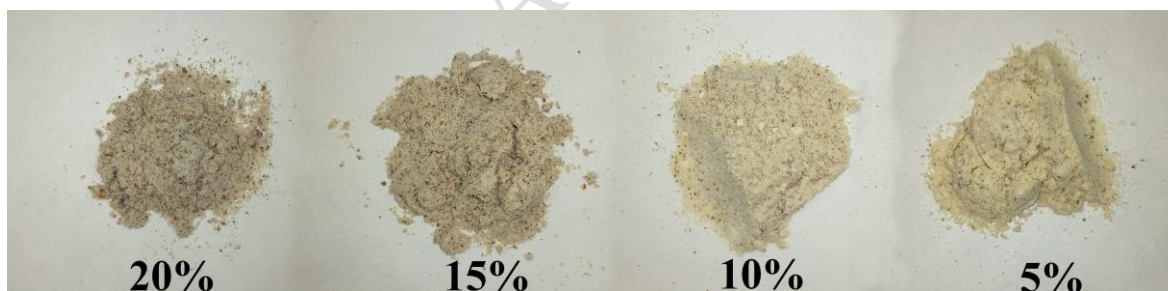
Lisztkeverék	Kölesliszt (g)	Kenderfehérje (g)
20%-os keverék	80	20
15%-os keverék	85	15
10%-os keverék	90	10
5%-os keverék	95	5



5. ábra: Köles-kender lisztkeverékek

6. táblázat: Rovar-köles lisztkeverékek

Lisztkeverék	Kölesliszt (g)	Rovarőrlemény (g)
20%-os keverék	80	20
15%-os keverék	85	15
10%-os keverék	90	10
5%-os keverék	95	5



6. ábra: Rovar-kender lisztkeverékek

4.2.2. A receptúrák kidolgozása

A receptúrák kidolgozása során minden egyes lisztkeverék esetében külön kísérleteztem ki a megfelelő arányokat. Különös figyelmet fordítottam arra, hogy a tésztákban adalékanyagként használt konjac lisztből a szükségesnél nagyobb mennyiséget ne adjak hozzá. A kísérletezés során a konjac liszt tartalmat 2% alá már nem tudtam csökkenteni, ugyanis kisebb arányoknál a tészta összeállítás során, nem tudtam homogén állagot kialakítani. A kidolgozott receptek a 7. és a 8. táblázatban tekinthetők meg.

7. táblázat: Kender-köles tészta receptúrák

	Lisztkeverék (g)	Konjac liszt (g)	Víz (ml)
100%	12,72 (kendermag)	0,67	8
20%	10,22	0,21	6
15%	10,02	0,29	6
10%	10,04	0,22	4
5%	10,08	0,23	5

8. táblázat: Rovar-köles tészta receptúrák

	Lisztkeverék (g)	Konjac liszt (g)	Víz (ml)
100%	10,1	0,11	7
20%	10,08	0,1	6
15%	10,2	0,12	5
10%	10,55	0,15	6
5%	10,3	0,14	7

4.2.3. Tészta összeállítása

A tészta összeállítása laboratóriumi körülmények között történt, ügyelve a higiéniai szabályok betartására is. A termék készítését a szárazanyagok kimérésével kezdtem. Ezután a keverőedényben található szárazanyagokat alaposan el kell keverni. Ez kifejezetten a konjac liszt miatt fontos, mert az vízzel érintkezve azonnal megszívja magát, összetapad és becsomósodik, így nem érvényesül az állománykialakító hatása. A por anyagok összekeverését követi a kimért víz fokozatos adagolása és addig kevertem, amíg egy egynemű tészta ki nem alakult. Ezt követően az masszát kinyújtottam 3-4 mm vastagra, majd tovább vékonyítottam egy tésztakészítőgép segítségével. A megfelelő vastagság elérése után a gép (7. ábra) szélesmetélt készítő sapkájával formáztam megfelelő külalakúra a tésztát.



7. ábra: Tészta készítő gép

4.2.4. Tészta szárítása

A tészta szárítása a mikrobiológiai stabilitás létrejöttét szolgálja, mivel a termékben esetlegesen fellelhető mikroorganizmusok élettevékenységeihez nélkülözhetetlen a bizonyos szint feletti nedvességtartalom, amelyet célozom a folyamat során elpárologtatni. A Magyar Élelmiszerkönyvben meghatározottak szerint a tészta szárítás utáni nedvességtartalmának maximális megengedett értéke 13%. A szárítás folyamatát laborban hajtottuk végre hőlégkeveréses sütőben, 60°C-on, 20 percen át.

4.3. Laborvizsgálatok

Az alábbi fejezetben az általam elvégzett különböző mérések folyamatát részletezem. A fizikai és kémiai vizsgálatokat elvégeztem a nyersanyagokon, a lisztkeverékeken, különböző állapotú (nyers, száraz, főtt) tészta mintákon is.

4.3.1. Színmérés

A színmérést Minolta CR-310 gyors színmérő készülékkel (8. ábra) hajtottam végre. Az általam választott színkoordináta rendszer a CIELAB(L*a*b*) volt. Ebben a rendszerben a „L*” a világosság mértékét mutatja meg egy 0-tól 100-ig terjedő skálán, az „a*” vörös-zöld színezeti skálát, míg a „b*” kék-sárga skálát jelöli. A vizsgálatok megkezdése előtt a műszert kalibrálni szükséges, amelyet egy -a géphez mellékelt- kerámialap segítségével hajtottam végre, ezután minden mintámon 3-3 párhuzamos mérést végeztem. A kapott adatokból színinger különbséget (ΔE^*) számoltam az alábbi képlet alapján:

$$\Delta E^* = \sqrt{L^{*2} + a^{*2} + b^{*2}}$$



8. ábra: Minolta színmérő készülék

4.3.2. Vízáktívítás meghatározása

A vízáktívítás a mikrobák számára szabadon hozzáférhető vízmennyiséget jelöli. Ennek vizsgálata a termék eltarthatóságának szempontjából fontos, mivel a legtöbb élelmiszerromlás okozó kórokozó hidrófil, azaz a szaporodásukhoz elengedhetetlen a víz. A minimális vízáktívítás (a mikroba számára a szaporodáshoz szükséges minimális vízáktívítás) a baktériumok esetében 0,90; az élesztőgombáknál 0,80 és a penészgombáké 0,70. A tiszta víz vízáktívítása 1,0, míg ez az érték minden élelmiszer esetében kisebb. A száraztészták vízáktívítása ideális esetben 0,60-0,40 közötti tartományban mozog, tehát ez az érték semmilyen esetben sem haladhatja meg a különböző kórokozók minimális vízáktívításának értékét. (Barcs István 2020)

A vízáktívítás a mintákban található szabad víz rendelkezésre állásának mértékét jelzi. Ennek leginkább a mikrobiológiai eltarthatóság szempontjából van jelentősége. A vizsgálatot NOVASIMA MS1 műszerrel (9. ábra) végeztem el. A mérés során figyelembe kellett venni, hogy a gép csak akkor mutat pontos eredményt, ha a mintatartó edény alját teljesen elfedi a vizsgálandó minta. Éppen ezért a száraztésztát a mérés előtt dörzsmozsárban megőröltem. 3-3 párhuzamos mérést végeztem itt is.

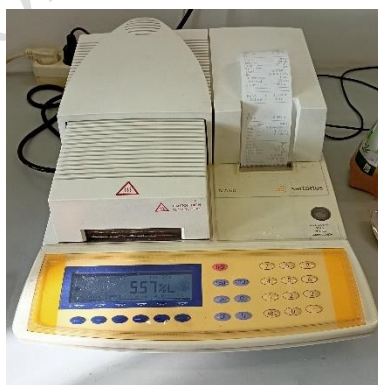


9. ábra: NOVASIMA MSI vízakktivitás mérő műszer

4.3.3. Nedvességtartalom mérés

A száraztészta gyártása során a nedvességtartalom meghatározása egy elengedhetetlen lépés. A termék nedvességtartalma nem csak az eltarthatóságot befolyásolja, de a mért értékeknek meg kell felelnie a Magyar Élelmiszerkönyvben leírt követelményeknek is. A maximálisan megengedett nedvességtartalom a hagyományos és az egyéb tészták esetében is 13%

A nedvességtartalom a mintában lévő összes víz súlyhányadát mutatja meg, amely magába foglalja a kötött vizet és az összes nedvesítő folyadékot is. A nedvességtartalommal kapcsolatos vizsgálatokat Sartorius MA 50 típusú berendezéssel (10. ábra) hajtottam végre. A gép 105°C-on, a mintatartóba helyezett anyag nedvességtartalmát tömegállandóságig párologtatja el. A nedvességtartalmat a tömegvesztésből számítja ki a műszer és a végeredményt %-os formában jeleníti meg. A vizsgálatokat minden mintán 3-szor végeztem el.



10. ábra: Sartorius MA 50 gyorsnedvességmérő készülék

4.3.4. Kivonatok készítése

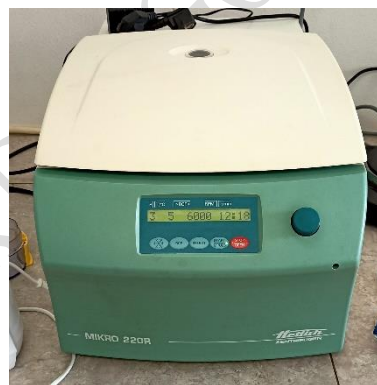
A vízben oldható fehérjetartalom, összes polifenol tartalom meghatározása, valamint a vízben oldható antioxidáns kapacitás meghatározása előtt szükséges volt a mintáimból vizes extraktumot készíteni. A folyamat első lépése volt, hogy egy analitikai mérleg segítségével

kimértem négy tizedesjegy pontossággal 0,1500 g mintát, amit majd dörzsmozsárban 2 g kvarchomokkal 2 percen keresztül szárazon dörzsöltem. A roncsolást követően pipetta segítségével 1500 μ l desztillált vizet adagoltam a mozsárba. Ezt követte egy újabb dörzsolési folyamat, ami ezúttal 5 percig tartott. A dörzsmozsárban található elegyet ezután előre feliratozott centrifugacsőbe öntöttem. A csöveket a 4°C-ra előhűtött Hettich Zentrifugen centrifuga gépbe (11. ábra) helyeztem és 16 percen keresztül 6000 fordulat/perces sebességgel forgatta. A centrifugálás hatására a szilárd és folyékony fázisok szétváltak. A csövekből a folyékony fázist Eppendorf-csőbe pipettáztam át és felhasználásig abban tároltam lefagyasztva.

4.3.5. Vízben oldható összes polifenol tartalom meghatározása



10. ábra: Kivonatkészítés eszközei



11. ábra: Hettich Zentrifugen centrifuga

A vizsgált minták összes polifenol tartalmát Folin-Ciocalteu reagens használatával határoztam meg, mely módszerét Singleton és Rossi (1965) dolgozta ki. A mérés alapja, hogy a reagens Mo(VI) ionja Mo(V) ionná redukálódik a fenolos vegyületek hatására. Ez a redukció egy színváltozással járó folyamat, az eredeti sárgás oldat színe kékké változik. Ez egy spektrofotometriásan ($\lambda=760$ nm) nyomon követhető folyamat. A minta összes polifenol tartalmával arányosak lesznek a mért abszorbancia értékek. A mérés előkészítésekor 10,0 ml Folin-Ciocalteu reagenshez 100,0 ml desztillált vizet adok. Ezt követően 80,0 ml metanolt felhígítottam 20,0 ml desztillált vízzel, majd 0,7 mol/dm³ koncentrációjú nátrium-karbonát oldatot készítettem elő, melyet 7,42g Na₂CO₃-ot oldottam fel 100,0 ml desztillált vízben. Kalibráció készítéséhez 5,1 mg galluszsavat és 10,0 ml hígító oldatot kevertem össze. A kalibrációs sor elkészítéséhez a fent leírt oldatokból különböző mennyiségeket kell kimérni, melynek arányait az 9. táblázatból lehet kiolvasni.

9. táblázat: *Vízben oldható összes polifenol tartalom méréséhez szükséges kalibrációs sor oldatainak mennyiségi összetétele*

	Folin-Ciocalteu old. [μ l]	Hígító old. [μ l]	Galluszsav old. [μ l]	Galluszsav konc. [mg/ml]	Nátriumkarbonát konc. [μ l]
1.	1250	250	0	0	1000
2.	1250	200	50	0,0102	1000
3.	1250	150	100	0,0204	1000
4.	1250	150	150	0,0306	1000
5.	1250	100	200	0,0408	1000
6.	1250	50	250	0,051	1000

A kalibráció után a lisztkeverékek és a száraztészta minták polifenol tartalmának meghatározása következik. 50,0-50,0 μ l mintát mértem ki a kémcsövekbe, amelyekben már megtalálható 1250,0 μ l Folin-Ciocalteu oldat és 200,0 μ l hígító oldat. 1 percig állni hagytam, ezután 1ml Na₂CO₃ oldatot adtam a tartó tartalmához. Ezeket a lépéseket egy 50°C-os inkubálás követi 5 percen keresztül száraz termosztátban, mely hatására a színreakció gyorsabban végbe megy. Az elegyek visszahűtése után a mintáinkból töltünk egy keveset egy-egy küvetába és spektrofotométerrel 760 nm-es hullámhosszon megmérjük a mintáin abszorbancia értékét, amiből a kalibrációs egyenes egyenletének segítségével, kiszámolom a mintáim összes vízoldható polifenol tartalmát.

4.3.6. *Vízben oldható antioxidáns kapacitás mérése*

Az általam készített kivonatok segítségével meghatároztam a vízoldható antioxidáns kapacitását a lisztkeverékeknek, és a száraztészta mintáknak a Benzie és Strain (1996) által kidolgozott módszer alapján. A mérés a vasredukción alapul, mivel az antioxidáns kapacitással rendelkező vegyületek a Fe(III) ionokat, Fe(II) ionokká redukálja, amik a TPTZ-vel (2,4,6-tri(2-piridil)-S-triazin) komplexet képezve színváltozást mutat. A mérés első lépéseként a TPTZ-oldatot állítottam össze, amihez 0,0312g 2,4,6- tri(2-piridil)-S-triazin mértem ki egy főzőpohárba, majd ehhez pipettával hozzámértem 34,0 μ l 37%-os HCl-t és végül desztillált vízzel 10,0 ml-re egészítettem ki, így egy 10 mM koncentrációjú elegyet hoztam létre 40 mM-os HCl oldatban. Ezután a FRAP reagenst készítettem el 50,0 ml Nátrium-acetát-puffer 5,0 ml Fe(II)-klorid és 5,0 ml TPTZ-oldat összekeverésével. A kalibrációhoz el kellett még készítenem egy 1m M koncentrációjú aszkorbinsav oldatot 0,0088 g szilárd aszkorbinsav segítségével, amit

szintén desztillált víz segítségével 50,0 ml-re egészítettem ki. A kalibrációs sor elkészítéséhez a fent leírt oldatokból különböző mennyiségeket kell kimérni, melynek arányait az 10. táblázatból lehet kiolvasni.

10. táblázat: Vízben oldható antioxidáns kapacitás méréshez szükséges kalibrációs sor oldatainak mennyiségi összetétele

	FRAP reagens [μl]	Aszkorbinsav old. [μl]	Aszkorbinsav konc. [mg/ml]	Desztillált víz [μl]
1.	1500	0	0,0	50
2.	1500	5	0,018	45
3.	1500	10	0,035	40
4.	1500	20	0,071	30
5.	1500	30	0,106	20
6.	1500	40	0,141	10
7.	1500	50	0,176	0

A kalibráció után a minták antioxidáns kapacitásának meghatározása következett. Egy kémcsőbe 1500 μl FRAP reagenshez pipettáztam 50 μl-t a minták kivonataiból, amit ezután 5 percre pihentettem. A pihentetett mintából áttöltöttem egy kisebb mennyiséget egy küvetába és spektrofotométer segítségével 593 nm-es hullámhosszon megmértem az abszorbancia értékeket, ezután a kalibrációs egyenes segítségével kiszámoltam a liszt, száraz- és főtt tészta minták antioxidáns kapacitását.

4.3.7. Vízben oldható fehérjetartalom meghatározása

A vízben oldható fehérjetartalom mennyiségét Layne (1957) módszerével határoztam meg, amely egy Biuret reagenst igénylő eljárás. A reagens megalkotásához elsősorban egy 0,2 mol/dm³ koncentrációjú NaOH oldatot kell elkészíteni, amelyet a mérés során oldószerként használtam. Az oldat elkészítéséhez 8,0 g szilárd NaOH-t mértem ki egy főzőpohárba, amit kb. 800 ml desztillált vízbe öntöttem és mivel ez egy exoterm folyamat a főzőpohár enyhén átmelegedett. A lehűlést követően egy 1000,0 ml-es mérőlombikba töltöttem a pohár tartalmát, majd jelre töltöttem azt. Az előbb elkészített oldószer 400,0 ml-ében feloldottam 3,0 g 5 kristályvizes réz (II)-szulfátot és 9,0g 4 kristályvizes kálium-nátrium tartarátot, majd az elegyet 1 literre egészítettem ki 0,2 mol/dm³ koncentrációjú NaOH oldattal. A mérések megkezdése előtt kellett készíteni egy kalibrációs sort, mely alapján kalibrációs egyenest szerkesztettem. A

mérés befejeztével az egyenes segítségével lehet meghatározni a minták fehérjetartalmát. A kalibrációhoz 5 mg/ml koncentrációjú marhaszérum albumin (BSA) oldatot készítettem, melyhez 25,0 mg szilárd BSA-t mértem be és 5,0 ml desztillált vízzel egyneműsítettem. A kémcsövekben pipetta segítségével mértem be a különböző anyagokból a szükséges mennyiségeket. Ezeket az adatokat a 11. táblázatban lehet megtekinteni.

11. táblázat: A fehérjetartalom meghatározásához szükséges kalibrációs sor oldatainak mennyiségi összetétele

	Biuret reagens [μl]	BSA oldat [μl]	BSA konc. [mg/ml]	Desztillált víz [μl]
1.	1500	0	0,0	1000
2.	1500	100	0,2	900
3.	1500	200	0,4	800
4.	1500	300	0,6	700
5.	1500	400	0,8	600
6.	1500	500	1,6	500
7.	1500	750	2,0	250

A kalibrációs egyenes meghatározása után a minták mérése során 1500 μl Biuret reagenst, 700 μl desztillált vizet és 300 μl kivonatot mértem ki automata pipetta segítségével egy kémcsőbe, melyet 30 percen keresztül 37°C-on inkubáltam száraz termosztátban, ezután a kémcsöveket 20 percen át hagytam szobahőmérsékleten hűlni. A hűlést követően a kémcsövekből átöntöttem egy-egy küvetába a mintáimból és egy spektrofotométer segítségével ($\lambda=580\text{nm}$) meghatároztam a minták abszorbancia értékét. A mért adatokból a kalibrációs egyenes egyenletének segítségével kiszámoltam a lisztkeverékek a száraz- és főtt tészták fehérjetartalmát

4.3.8. A főzési idő meghatározása

A főzési idő meghatározásához az MSZ 20500/1-85 szabványban leírtakat követtem. Elsősorban egy 500 cm³-es, magas főzőpohárban ivóvíz minőségű vizet felforralok, majd 25g, pontosan lemért, válogatott, törmelékmentes tésztát helyezek a pohárba, és mérsékelt forrásban tartom. Annak érdekében, hogy a lesülést és a leragadást elkerüljem, a folyamat során a pohár tartalmát többször felkeverjük egy gumifejű üvegbottal. A tészta akkor minősül tökéletesen

főttnek, ha azt kettévágva a középvonalában nem látható fehér csík. A főzési időt az újra forrás kezdetétől kell számítani, és percekben szükséges kifejezni (MSZ 20500/1-85).

4.3.9. A duzzadó képesség meghatározása

A vízfelvevőképesség meghatározásához ismerni kell a száraz és a főtt tészta tömegét, tehát első lépésben lemérem a száraztészta tömegét majd a lemerített mennyiséget a fentebb ismertetett módon megfőzöm. Ezután a főtt tésztát egy Büchner-tölcsérbe helyezem, langyos vízzel leöblítem, majd hagyom lecsepegni és ezt követően újra lemérem. A duzzadóképeséget tömegszázalékban kifejezve, az alábbi képlet segítségével kell kiszámítani

$$V = \frac{x - y}{y} * 100$$

x: tészta főzés utáni tömege (g)
y: száraztészta tömege (g)

4.3.10. Érzékszervi bírálat

Az érzékszervi bírálat az MSZ 20500/3-1985-ös szabvány alapján zajlott. A mérést 30 ember bevonásával végeztem el. A bírálók a főtt tésztás a szabványban leírt módon értékelték a minták külső megjelenését, illatát, ízét állományát egy 0-tól 5-ig terjedő skálán. A bírálati lapok adatait összesítve bírálati kategóriánként átlagoltam az egyes mintákra adott pontokat, majd a kapott számokat a megfelelő súlyzófaktorral beszorozva megkaptam a súlyozott átlagot. Összeadva a mintákra kapott négy különböző átlagot megkaptam a minta összesített érzékszervi pontszámait (maximum 20 pont), ami alapján be tudtam sorolni a tésztákat minőségi osztályokba.

5. Kísérleti eredmények és értékelésük

5.1. Színmérés eredményei

A színméréseket a csak a liszteken hajtottam végre.

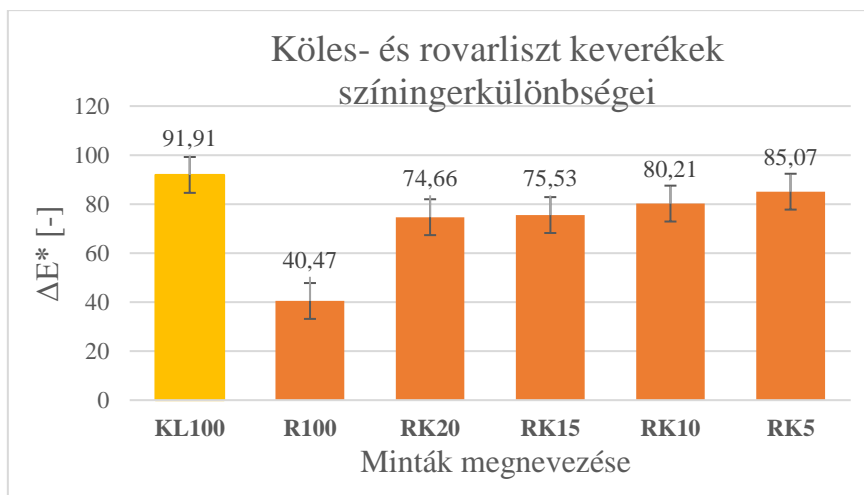
Színínger különbség számítása során a tiszta köleslisztet tekintetem kontrollmintának. A színkülönbség számításához az alábbi képletet használtam fel:

$$\Delta E^* = \sqrt{L^{*2} + a^{*2} + b^{*2}}$$

Ahol:

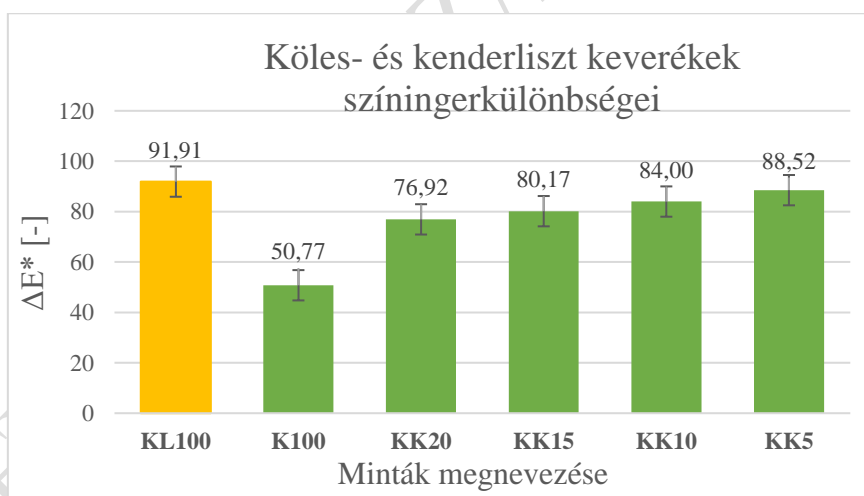
- ΔE^* a színíngerkülönbség
- L^* a világossági tényező
- a^* a vörös-zöld színskála
- b^* a sárga-kék színskála

Az alábbi ábrán (11. ábra) található színínger különbségeket a KL100-as (100% kölesliszt) kontrollmintához viszonyítva számoltam ki. A diagrammon jól kivehető, hogy a tiszta rovarőrlemény (R100) ΔE^* értéke szignifikánsan kisebb a többi rovarőrlemény keverékeihez képest, tehát az R100-as rovarőrlemény színértékei különböznek a leginkább a színtiszta kölesliszt kontroll minta színértékeitől. Az oszlopdiagramból jól kivehető, hogy a rovarőrlemény adagolásával egyenes arányosságban nő a lisztkeverékek színértékeinek különbsége. A legmagasabb ΔE^* értéke az 5% darált rovar tartalmú (RK5) lisztnek volt, melynek értéke 85,07 volt. Az RK20 és RK15 közötti színíngerkülönbség értékek közötti eltérés nem volt jelentős. Emellett szeretném kihangsúlyozni, hogy az RK20-as mintának az eredménye az R100 értékének, több mint másfélszerese.



11. ábra: Rovarlisztek színíngerkülönbségei KL100-hoz viszonyítva

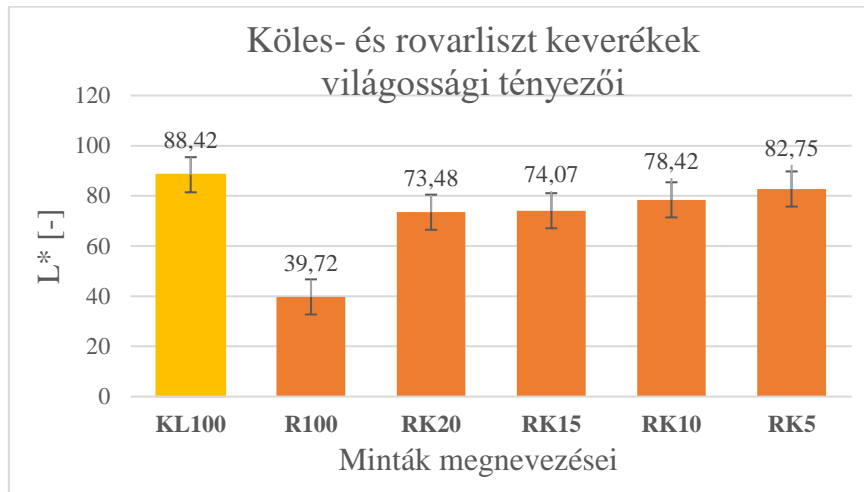
A kendermag tartalmú lisztkeverékek színíngerkülönbségei is hasonló tendenciát mutatnak (12. ábra). A kontroll mintának ebben az esetben is a K100-as (100% kendermag örlemény) mintát tekintetem. Az előbbi értékeléshez hasonlóan itt is a tiszta kendermag örlemény színértékei tértek el a legjobban a köleslisztől és a KK5-ös minta értékei tértek el a legkisebb mértékben a kontroll mintától.



12. ábra: Kenderlisztek színíngerkülönbségei KL100-hoz viszonyítva

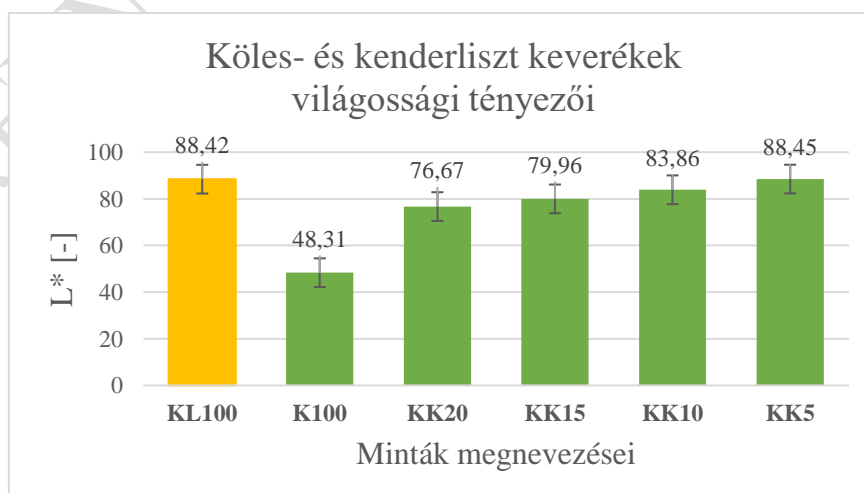
A színíngerkülönbségek mellett a LAB-értékeket is összehasonlítottam, így meghatározhattam a keverékek világossági tényezőit, illetve a minták vörös-zöld, valamint a kék-sárga színskálán való elhelyezkedését. A világossági tényező egy 0-tól 100-ig terjedő skálán helyezi el a mintánkat a világosságától függően. 100-tól közeledve a 0 felé jutunk el az egyre sötétebb mintákhoz.

A rovaros keverékek (13. ábra) értékei 39,72 és 82,75 között helyezkednek el. A rovarőrlemények esetében az 5% rovartartalmú lisztkeverék (RK5) volt a legvilágosabb, azonban a kontroll minta (KL100) még ennél is világosabb volt. Az R100-as minta volt a legsötétebb. A diagramból észrevehető, hogy a kevert mintáink L^* értékei csökkennek a rovartartalom növekedésével.



13. ábra: Rovarőrlemények világossági tényezői a KL100-as kontrollmintához viszonyítva

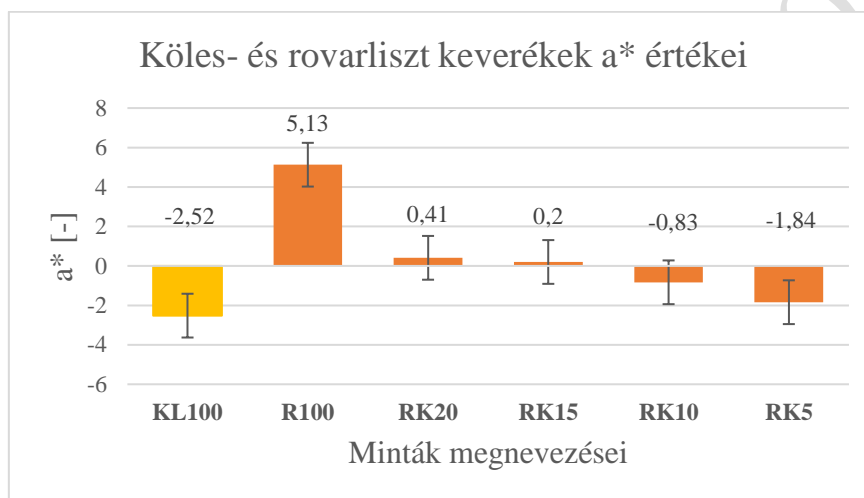
A kendermag őrléménnyel kevert kölesliszt világossági tényezőinek (14. ábra) értékei 88,45 és 48,31 között helyezkednek el. A rovarlisztkehez hasonlóan itt is az 5% kendermagtartalmú lisztkeverék (KK5) világossági tényezője volt a legközelebb a kontroll minta értékéhez, míg a legnagyobb különbség a tiszta kendermag őrlémény (KK100) és a tiszta kölesliszt értéke között volt. A két táblázat értékeit összevetve kijelenthetjük, hogy a kender magtartalmú lisztkeverékek összeségében világosabbak voltak, mint a rovar tartalmazóak.



14. ábra: Kendermag lisztkeverékek világossági tényezői KL100-as mintához viszonyítva

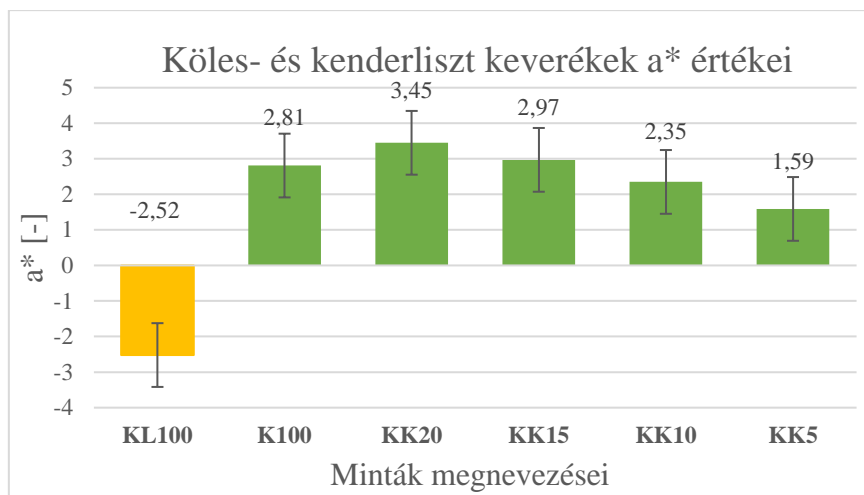
Az LAB koordinátákon belül az a^* érték jelöli a minták vörös-zöld színskálán való elhelyezkedéseit. Negatív előjelű koordináta esetén a minta zöldes árnyalatú, míg pozitív eredmény esetén inkább a vörös színek dominálnak.

A 15. ábrán található a rovarőrlemények, valamint a kontroll minta a^* értékei. A kontroll minta, illetve a 10% és az 5% rovartartalmú keverékek színösszetételében a zöldes árnyalatok dominálnak, de a 20%-os és a 15%-os minta is közelít a negatív tartományhoz. Az egyedüli kiugró értéket a tiszta rovarőrlemény produkálta, tehát ebben a mintában a mért értékek alapján a vörös árnyalatok uralkodnak. A diagramot vizsgálva megállapítható, hogy a lisztkeverékek a^* értékét nagyban befolyásolta a kontrollmintában domináló zöld színárnyalat.



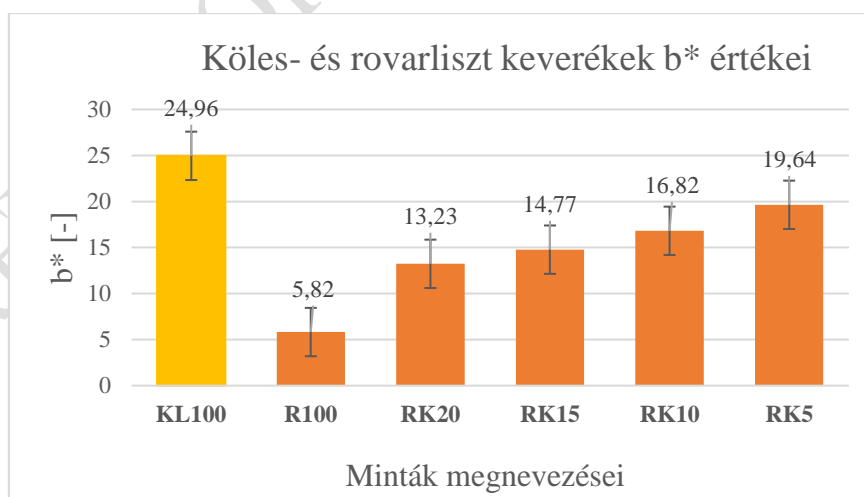
15. ábra: Rovarőrlemények a^* értékei KL100-as mintához viszonyítva

A lenti ábrán (16. ábra) a kendermagőrlemények kontrollmintához viszonyított a^* értékei láthatóak. A 100% kölesliszt kontroll minta szemmel látható eltérést produkált a lisztkeverékekhez hasonlítva. A kendentartalmú elegyek a^* eredményei mind a pozitív tartományban helyezkednek el. KK20-tól KK5-ig megfigyelhető egy folyamatos csökkenés, tehát minél több volt a keverékek kölestartalma, annál jobban közelítettek az a^* értékek a zöld tartományhoz. Szembetűnő azonban az is, hogy a Kendermag őrlmény (K100) értéke kisebb, mint a 20%-os és a 15%-os kenderliszt keverékeké.



16. ábra: Kendermag lisztkeverékek a* értékei KL100-as mintához viszonyítva

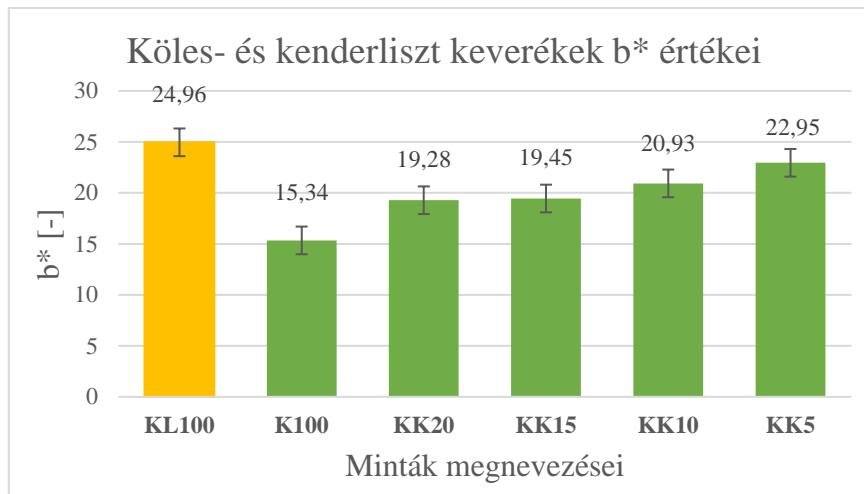
Az Lab koordináták utolsó eleme a b*, amely a minták kék-sárga színskálán való elhelyezkedését mutatja. Amennyiben az érték negatív előjelet vesz fel, a mintában a kék szín dominál. Pozitív előjel esetén azonban a sárga árnyalatoknak van uralkodó szerepe. A rovaros keverékek esetében (17. ábra) feltűnik, hogy mindegyik minta b* értéke a pozitív tartományba esik, tehát a mintákban leginkább a sárga az uralkodó szín. Az is azonnal észrevehető, hogy a tiszta rovarőrleménytől (R100) haladva az 5%-os rovar tartalmú keverék (RK5) felé az érték folyamatosan növekedik. Ha megnézzük a kontroll minta kiugróan magas értékét, következtethetünk arra, hogy a növekvő adatok oka a kölesliszt viszonylag magas karotintartalma lehet.



17. ábra: Köles- és rovarliszt keverékek b* értékei KL100-hoz viszonyítva

A kendermagőrleménnyel dúsított tészta b* adatait megfigyelve (18. ábra), megállapítottam, hogy mindegyik lisztkeverék értéke negatív előjelet vett fel, tehát a keverékeimben a kék szín

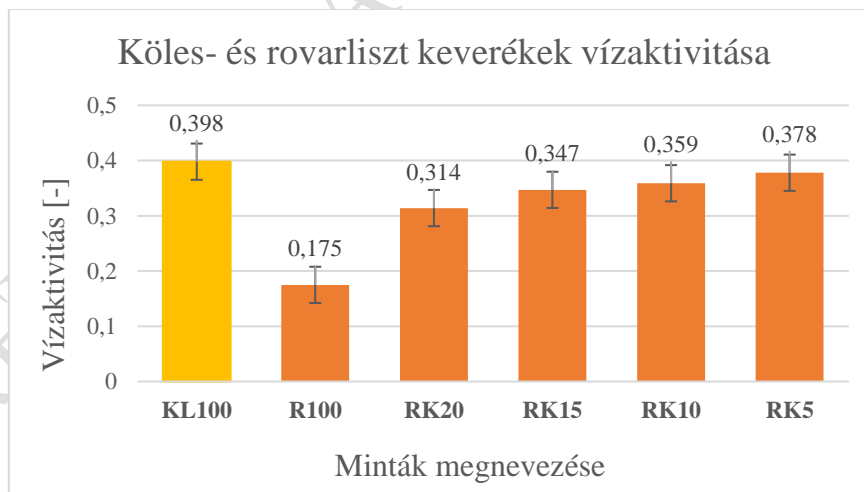
a domináns. Azonban a kontroll minta és a tiszta kendermagőrleményt megvizsgálva a b^* koordináta pozitív értéket mutatott.



18. ábra: Köles- és kenderliszt keverékek b^* értékei KL100-hoz viszonyítva

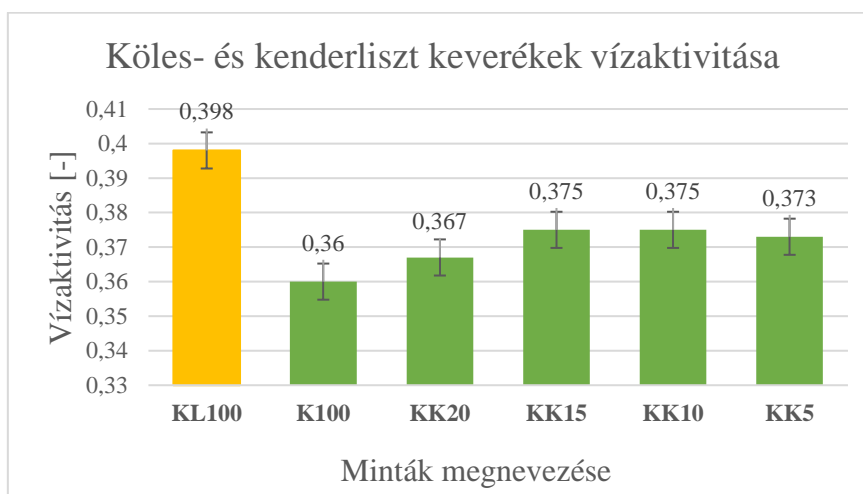
5.2. Vízaktivitás mérésének eredményei

Az 19. ábra oszlopdiagramján látható, hogy a rovarőrlemény kivételével, minden mintára nagyobb értéket mértem, mint 0,30, viszont egyik sem éri el a 0,40-es értéket. Ebből következtettem arra, hogy a későbbi termék nem lesz fokozottan kitéve a mikrobák okozta minőségromlás veszélyeinek.



19. ábra: Köles- és rovarliszt keverékek vízaktivitása KL100-hoz viszonyítva

A kenderfehérjével dúsított mintáknál (20. ábra) is hasonló tendencia mutatkozott, mint a lisztlárva tartalmú termékeknel. Az értékek itt is 0,3 és 0,4 közötti értéket vettek fel, tehát ebben az esetben sem lép fel a mikrobák elszaporodásának a veszélye.



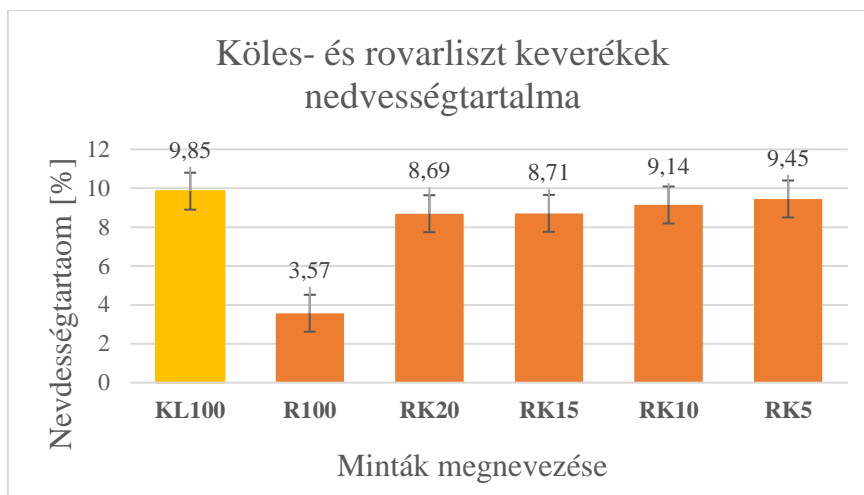
20. ábra: Köles- és kenderliszt keverékek vízaktivitása KL100-hoz viszonyítva

Összevetve a két fenti táblázatot, megállapítható, hogy minden esetben a kontroll minta (KL100) vízaktivitása a legnagyobb, valamint minél több köleslisztet tartalmazott a keverék (kivéve a KK5-ös mintát), annál nagyobb lett a mért érték, azaz az eltarthatóság szempontjából a kölesliszt értéke kritikus pont a termékfejlesztés során. Továbbá szintén mindkét esetben a legkisebb értéket a két tiszta fehérjeforrás (R100, K100) vette fel.

5.3. Nedvességtartalom mérés eredményei

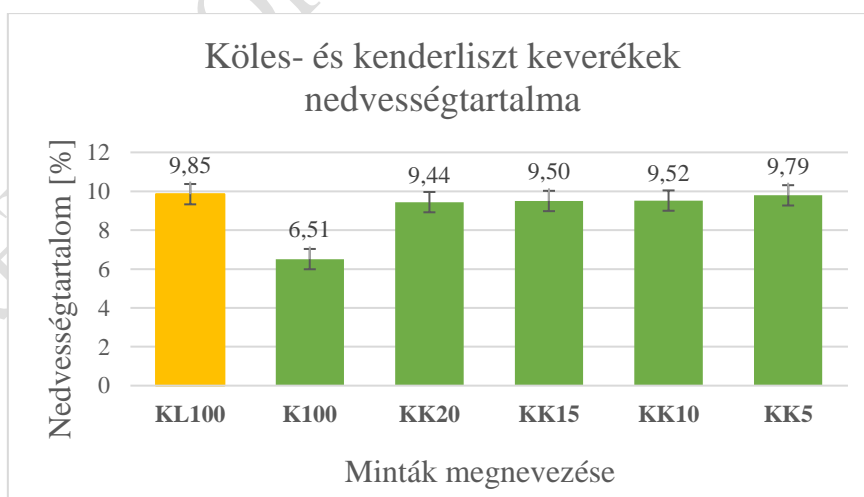
A mérést elvégeztem a nyersanyagokon és a keverékeken, valamint a csökkentett adalék tartalmú, szárított tésztákon is.

A rovarfehérje tartalmú lisztkeverékek nedvességtartalmát ábrázoló diagramon (21. ábra), látható, hogy a lisztlárva örlemény (R100) nedvességtartalma jóval alacsonyabb, mint a kontroll minta (KL100) és a lisztkeverékek értékei. A kölesliszt értéke majdnem 3-szor nagyobb volt, mint a lisztlárva örleményé. Ennek egyik magyarázata lehet, hogy a rovar összetételét tekintve a zsír nagyobb mennyiségben van jelen, mint a víz. Szembetűnik az is, hogy a keverékek (RK20-RK5) értékei közelítenek a kontroll minta értékeihez, továbbá minél több kölesliszt volt az adott mintában, annál nagyobb volt a keverék nedvességtartalom értéke.

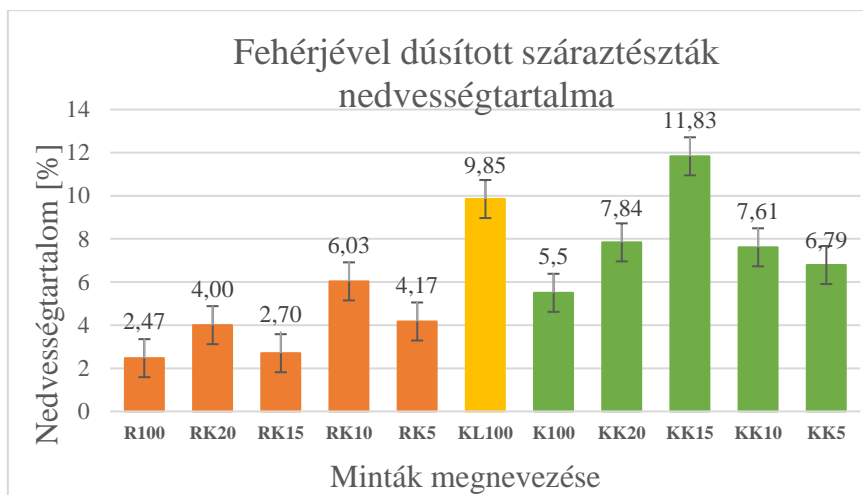


21. ábra: Köles- és rovarliszt keverékek nedvességtartalma KL100-hoz viszonyítva

A kendertartalmú lisztkeverékek esetében (22. ábra) is hasonló tendencia áll fenn, mint a lisztlárva esetében, tehát a kölesliszt nedvességtartalma a tiszta kendermag őrlemény értékéhez képest jóval magasabb, azonban a különbség nem olyan jelentős, mint a rovar esetében, ugyanis a kender és a köles összehasonlításának esetében az eltérés csak kicsivel több, mint másfélszeres. A különbség magyarázata itt is a zsírtartalomban rejlik, hiszen a (4.1.) fejezetben a nyersanyagok leírásánál található tápértéktáblázatokat összehasonlítva feltűnhet, hogy a kendermag zsírtartalma nagyságrendekkel nagyobb a köleslisztnél. Továbbá a keverékek esetében, itt is megfigyelhető az a jelenség, hogy a kölesliszt adagolásával az elegyek nedvességtartalma egyre inkább közelít a kontroll minta értékéhez.



22. ábra: Köles- és kenderliszt keverékek nedvességtartalma KL100-hoz viszonyítva



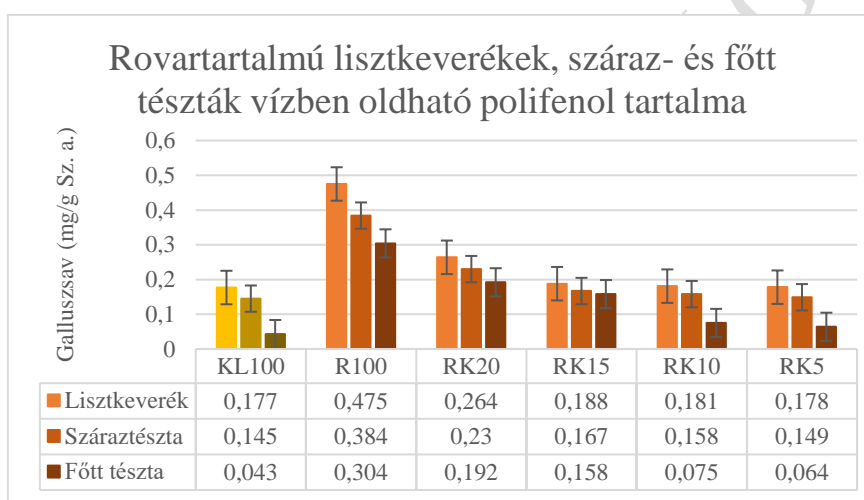
23. ábra: Fehérjével dúsított száraztészták nedvességtartalma

A Magyar Élelmiszerkönyvben a száraztészták nedvességtartalmára meghatározott maximális érték egyik típusú tészta esetében sem haladhatja meg a 13%-ot (Magyar Élelmiszerkönyv, 2013). A fenti 23. ábra már a száraztészták nedvességtartalom értékeit tartalmazza és ez alapján meg tudom állapítani, hogy egyik mintám se haladta meg a megszabott határértéket. A diagramon szembetűnik, hogy a száraztészták esetében is a kendermagőrleménnyel dúsított termékek nedvességtartalma magasabb, mint a lisztlárvát tartalmazóké. Továbbá a mért értékek nem konzisztensek, amely a szárítási körülményekből kifolyólag következhetett be, ugyanis megfelelő szárítóberendezés hiányában hőlégkeveréses sütőben szárítottam ki a mintáimat.

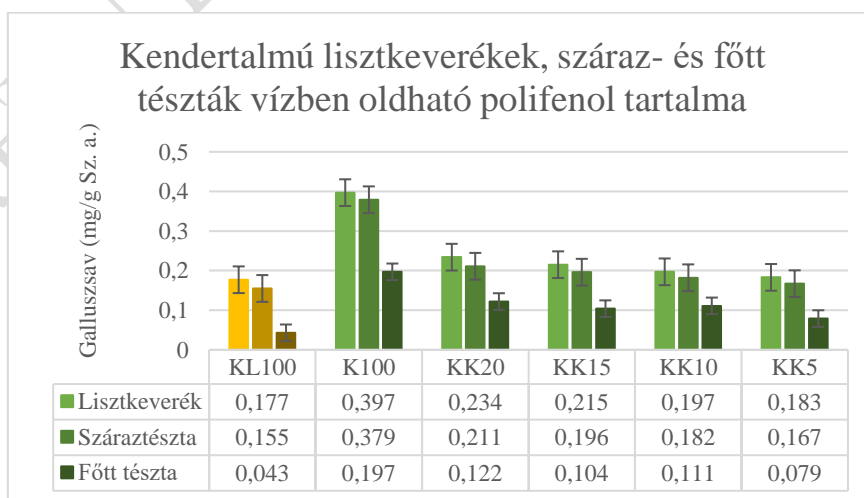
5.4. Vízben oldható összes polifenol tartalom meghatározás eredményei

Az alábbi két táblázatban (24. és 25. ábra) láthatóak a Singleton és Rossi módszere alapján meghatározott vízben oldható összes polifenol tartalom eredményei. Ahogy várható volt, a tiszta alapanyagokból készített tésztákban találhatóak meg a legnagyobb mennyiségben és egyenes arányosságban csökkent a polifenol tartalom a hozzáadott fehérje csökkentésével mind a két típusú tészta esetében. A kontrollmintaként használt kölestészta (KL100) a kender és a rovartészták esetében is szignifikánsan kisebb volt a K100 és az R100 mintához viszonyítva. A 100%-os növényi fehérjetartalmú minta polifenol tartalma több, mint kétszerese volt a KL100-nak, a rovarfehérje esetében a különbség pedig majdnem elérte a háromszoros értéket. A szárítás és a főzés hatására bekövetkező változások is jó megfigyelhetőek a diagramokon. A szárítás okozta csökkenés mind a két sorozat esetében csak minimális volt. A rovartészták esetében a legnagyobb változás az R100-as mintában volt és a legkisebb eltérés a lisztkeverék és a száraz tészta között a RK15-ös mintában következett be. A kendertésztáknál ez a változás

szinte minden minta esetében közel azonos értéket vett fel. Az egyedüli kiugró értéket a KK20-as mintában lehet észrevenni. A főtt tészták értékeinél látványosabb a változás, ugyanis a növényi alapú tésztákban a polifenol tartalom a főzés során minden esetben nagyjából a felére csökken. A rovartészták értékének főzés utáni csökkenése nem minden mintában volt ilyen nagy mértékű. R100 esetében kb. a lisztkeverék értékének a 3/4-ére csökkent. RK20 és RK15 mintákban a csökkenés 15-30% volt. RK10 esetében a csökkenés több, mint 50% volt és az RK5-ös főtt tészta polifenol tartalma a lisztkeverék kb. 40%-a lett. A fenti észrevételeket összefoglalva megállapítható, hogy a szárítás és a főzés hatására a minták polifenol tartalma minden esetben csökkent. A szárítás folyamán a magas hőmérséklet hatására változhatnak a polifenolok oldhatósági tulajdonságai. A főzés során a forró vizes extrakció hatására a tésztákból kioldódott a vízoldható komponensek egy része.



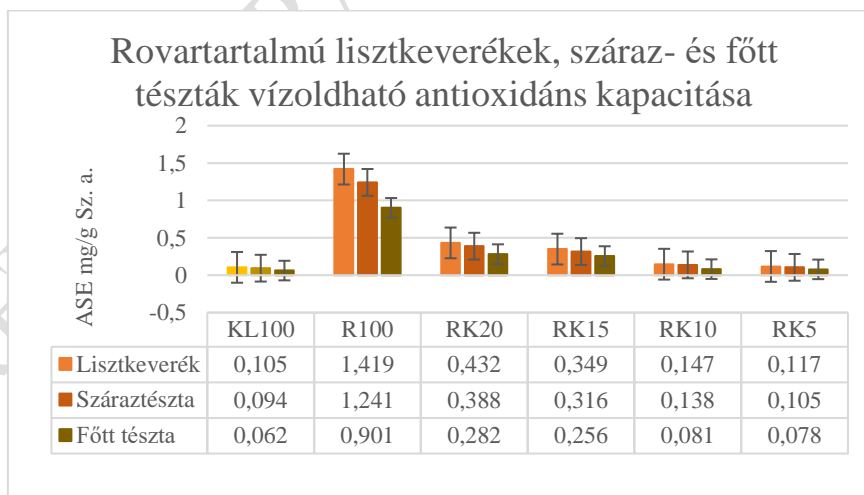
24. ábra: A rovarörleményt tartalmazó minták vízben oldható polifenol tartalma



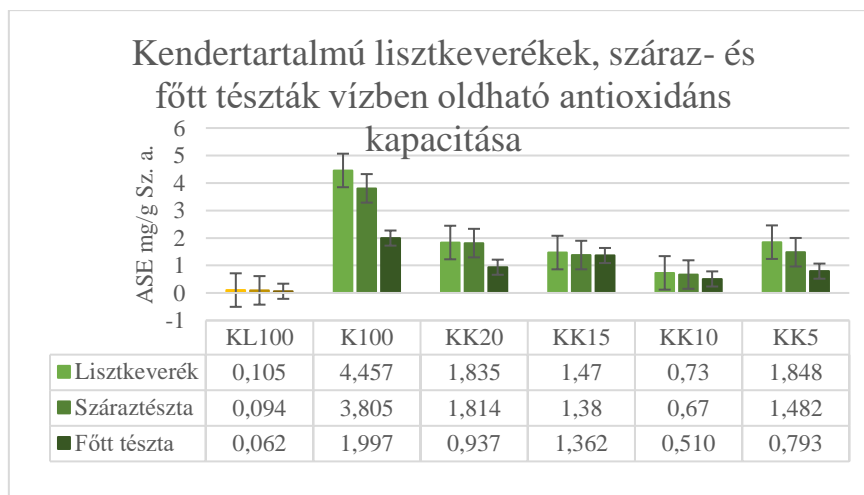
25. ábra: A kendermagot tartalmazó minták vízben oldható polifenol tartalma

5.5. Vízben oldható antioxidáns kapacitás mérésének eredményei

A Benzie és Strain által kidolgozott módszer alapján a lisztkeverékekben, a száraz- és főtt tésztákban mért vízben oldható antioxidáns kapacitás értékeit a 26. és a 27. ábrában foglaltam össze. Itt is hasonló a tendencia, mint a polifenol tartalom esetében. Mindkét mintasorozat esetében a tiszta fehérjeforrások antioxidáns kapacitása volt a legnagyobb, és folyamatosan csökkent az érték növelve a kölesliszt mértékét a keverékekben. A kontrollminta (KL100) értéke a jóval alacsonyabb volt a R100 és a K100 mintákhoz képest. Előbbi a kölesliszt értékének több, mint 10-szerese volt, az utóbbi esetben ez több, mint 40-szere lett. A két táblázatot összehasonlítva észrevehető, hogy a kendertartalmú minták antioxidáns kapacitása szignifikánsabb nagyobb értékeket mutat a rovar tartalmazó mintáknál. A szárítás és a főzés hatására itt is szintén csökken a vízoldható komponensek mennyisége. A száraztészták mért értékei minimálisan csökkentek a lisztkeverékekhez képest. A rovaros mintáknál a csökkenés sehol nem volt nagyobb, mint 13%. A kendertartalmú minták közül az 5% kendermag örleményt tartalmazó minta (KK5) száraztészta antioxidáns tartalma csökken a legnagyobb mértékben (-20%). A főtt állapotukban mértem a legalacsonyabb antioxidáns kapacitást. A KK15 mintánál csak minimálisan redukálódott, míg a legnagyobb változást a kendertészták esetében a K100-as minta mutatta. A lisztlárva örleménnyel dúsított tészták közül a legkisebb különbséget a tiszta rovarörlemény (R100) mutatta. A legkisebb eltérés pedig az RK15 jelöléssel rendelkező mintában figyelhető meg. Összefoglalva a mérési eredményeket, hasonlóan a polifenol tartalomhoz, szárítás és főzés hatására itt is csökken a tészták antioxidáns kapacitása.



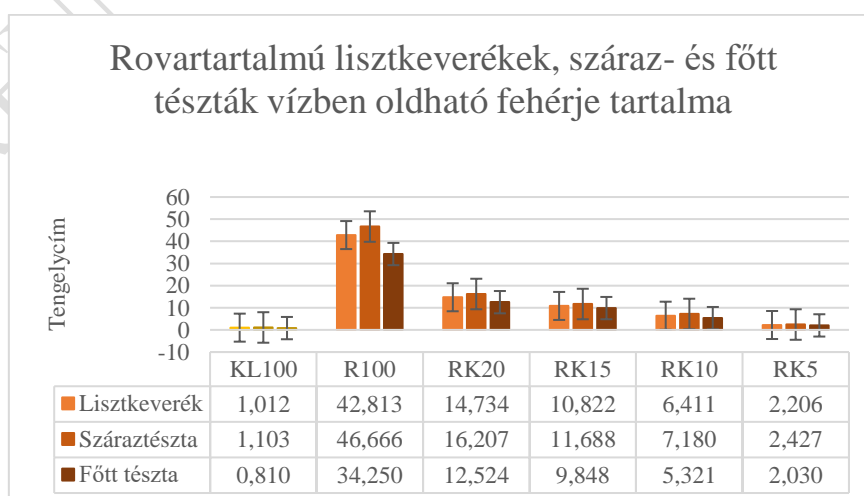
26. ábra



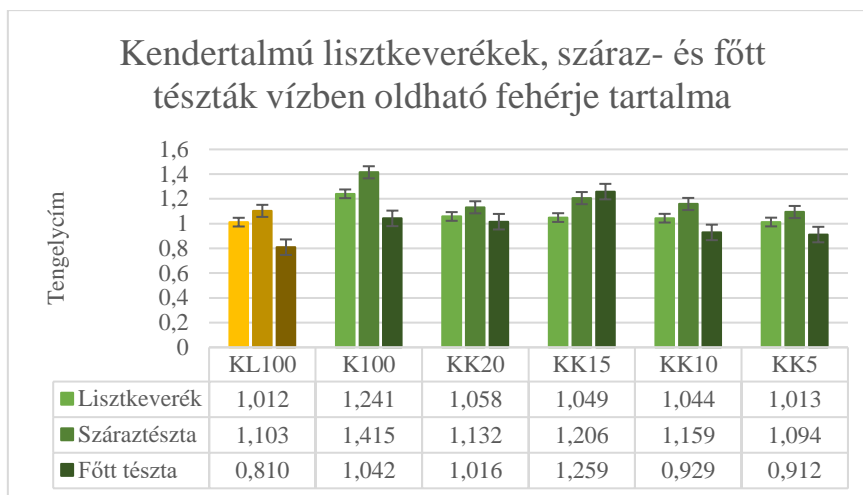
27. ábra

5.6. Vízben oldható fehérjetartalom meghatározás eredményei

A 28. és 29. ábrában az általam Biuret módszerrel meghatározott fehérjetartalomra vonatkozó értékeket foglalom össze. Ebben az esetben is a tiszta alapanyagok értéke volt a legnagyobb és a dúsítóanyagok csökkentésével redukálódott a fehérjetartalom. A polifenol és az antioxidáns kapacitással kapcsolatos mérésekkel ellentétben itt a rovarfehérjével dúsított minták fehérjetartalma jelentősen magasabb volt, mint a kendermaggal kiegészítettekénél. A kontroll mintát a növényi alapú mintákkal összevetve észrevehető, hogy nincs közöttük szignifikáns differencia. A minták fehérjetartalma a várttól eltérően nőttek a szárítás után, hiszen a fehérjék oldhatósága a hőkezelés hatására is változhatott. Azonban a főtt tészta eredményei a várt tendenciát hozták. Ezek az eredmények csökkentek az lisztkeverékek és a száraz tészta értékeihez képest, mivel a forró víz hatására a vízoldható fehérjék egy része kioldódhatott a mintákból.



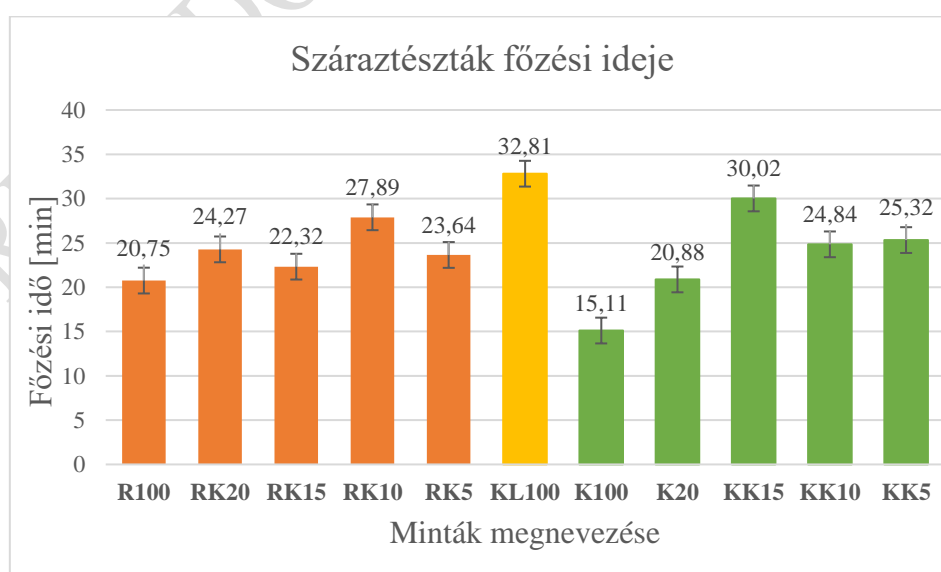
28. ábra



29. ábra

5.7. A főzési idő meghatározásának eredményei

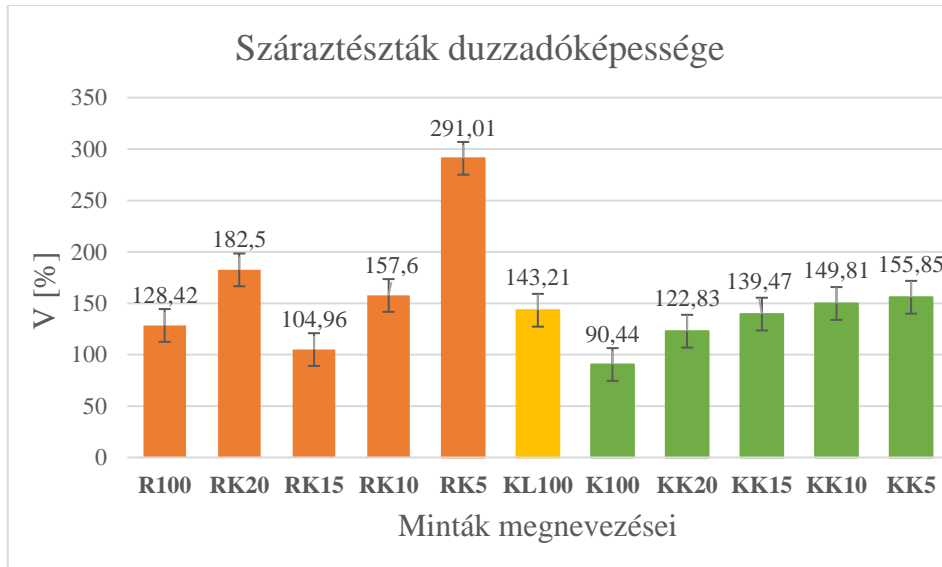
Az alábbi diagramban a tészták főzési idejét rögzítettem. A mért időtartamok 15 és 33 perc között voltak. A legnagyobb mért idő a KL100-as kontroll minta esetében volt. Mind a rovar-, mind pedig a kendertartalmú mintánál a tiszta fehérjeforrás (R100 és K100) főzési ideje volt a legrövidebb. A kender tészták esetében szembeűnő, hogy minél nagyobb volt a tészta kölestartalma, annál hosszabb volt a főzési idő, tehát a fehérjetartalom növelésével csökkent az idő. A rovartészták is hasonló tendenciát mutatnak, azonban ez nehezebben észrevehető, mert a különbségek ebben az esetben kisebbek voltak, illetve a RK20 és az RK10 elnevezésű minták mért ideje magasabb volt a többihez képest. Ez nagy valószínűséggel mérési hibából eredt, csak úgy, mint a KK15-ös kendertészta esetében.



30. ábra: Szárítottészták főzési ideje

5.8. A duzzadó képesség meghatározásának eredményei

A lenti ábrán (25.ábra) láthatóak a tészták duzzadóképeségével kapcsolatos adatok. Az MSZ 20500/1-85-ös szabvány szerint a tésztáknak minimum 100%-os értéket kell elérniük. A 100%-os kendermagőrleményből (K100) készült száraztésztán kívül mindegyik tészta megfelelt a fenti szabványértéknek. A kendertészták esetében észrevehető, hogy minél nagyobb volt a minta kölestartalma, annál nagyobb volt a duzzadóképesége, tehát a kölestartalom itt is befolyásoló tényező volt.



31. ábra: Szárastészták duzzadóképesége

5.9 érzékszervi bírálat

Az alábbi táblázatban (12. táblázat) láthatóak az összesített (részpontszámok az M1 és M2 mellékletben) érzékszervi pontszámok, melyek alapján minőségi osztályba tudtam besorolni a mintáimat. A 100% rovarőrlemény nem található meg a felsorolásban, mivel a tészták kialakítása során nem tudtam olyan állagot kialakítani, amely megfelelően prezentálható lett volna az érzékszervi bírálat során. Az összepontszámokat megvizsgálva megállapítottam, hogy két mintán kívül egyik főtt tészta sem érte el a minimum pontthatárt. A legjobb értékelést egyértelműen a 10% kendermagőrleményt tartalmazó tészta kapta, azonban csak a II. osztályú minőségi besorolást érte el. A másik minta, amely a bírálaton megfelelt az 5% kendermagőrlemény tartalmazó minta volt és szintén csak a II. osztályú besorolást érte el.

12. táblázat: Érzékszervi bírálat eredményei

Minta megnevezése	Érzékszervi összpontszám	Minőségi osztály
RK20	3,77	Nem megfelelő
RK15	7,49	Nem megfelelő
RK10	2,66	Nem megfelelő
RK5	4,47	Nem megfelelő
K100	6,65	Nem megfelelő
KK20	9,80	Nem megfelelő
KK15	10,54	Nem megfelelő
KK10	12,53	II. osztály
KK5	11,35	II. osztály
KL100	4,59	Nem megfelelő

Összefoglaló

Évről évre egyre nagyobb népszerűségnek örvend a fenntartható és egészséges táplálkozás. Éppen ezért folyamatosan nő az igény a fehérjében gazdag élelmiszerek iránt, azonban a túlnépesedés mértéke miatt ezt az igényt egyre nehezebb kiszolgálni. Ebből kifolyólag az állati és növényi protein források termeléséhez szükséges termőterületek mérete az évek során egyre csak nőtt, ezáltal az erdőirtások gyakorisága is hatványozódott az utóbbi pár esztendőben.

A szakdolgozatom célja olyan köles bázisú, fehérjével dúsított száraztészták létrehozása volt, amelyekhez az általam felhasznált fehérjék jobb beltartalmi értékekkel, valamint termesztési és tenyésztési feltételei is kedvezőbbek a hagyományos társaikkal szemben. Ezen okokból kifolyólag esett a választásom a lisztlárva (*Tenebrio molitor*) és a kendermag (*Cannabis sativa L.*) őrleményre.

A dolgozatom irodalmi háttérének feltárása során kifejtettem a növényi alapú (plant based) táplálkozás pozitív és negatív aspektusait, részleteztem a fehérje szerepének fontosságát az emberi szervezetben, valamint az általam felhasznált alapanyagok eredetére, beltartalmi értékeire, a termelési feltételeire és a környezetre gyakorolt hatásaikra is kitértem.

A mérések során megvizsgáltam az általam készített különböző arányú lisztkeverékek, száraz- és főtt tészták fizikai és kémiai jellemzőit, továbbá a száraztésztákra vonatkozó MSZ 20500/1-85 szabványban leírt módokon megmértem a fejlesztett termékek főzési tulajdonságait.

Az általam fejlesztett tészták kémiai jellemzőinek vizsgálatát a mintákból készített vizes extraktumok felhasználásának segítségével végeztem el. A mérések során megállapítottam a termékekben található összes vízben oldható polifenol tartalmat és a vízben oldható antioxidáns kapacitásokat, valamint a Biuret módszer leírása alapján az összes vízoldható fehérje tartalmat. A méréseim eredményeim alapján megállapítottam, hogy a kender tartalmú mintáim antioxidáns kapacitása és polifenol tartalma nagyobb, mint a rovarőrleménnyel dúsított mintáimé, azonban utóbbi fehérjetartalma szignifikánsan magasabb volt, mint a növényi fehérjével kiegészített tésztáim. Továbbá az oszlopdiagramokról tisztán leolvasható, hogy a szárítás és a főzés hatására mind a három vizsgálat során az összes minta kémiai komponenseinek mennyisége csökkent.

A termékfejlesztésem utolsó lépéseként egy érzékszervi bírálatot készítettem 30 ember bevonásával az MSZ 20500/3-1985-ös szabvány leírása alapján. Az eredmények elemzése

során kiderült, hogy az általam fejlesztett tészták közül az 5% és 10% kender tartalommal rendelkező tészták voltak a legkedveltebbek az összes közül. A rovaros tészták közül egyik sem felelt meg a bírálóknak azonban a legtöbb pontot a 20%-os rovar tartalommal rendelkező száraztésztát kapta.

Az esetleges továbbfejlesztés során más alternatív alapanyagokkal is lehetne kísérletezni, ugyanis a 100% köleslisztből készült száraztésztát, melyet kontrollmintaként használtam nem felelt meg az érzékszervi bírálóknak. Továbbá szerintem érdemes lenne az állományjavítóként felhasznált konjac lisztet más állományjavítókkal kombináltan alkalmazni.

BRENN DÓRA SZAKDOLGOZATI

Felhasznált irodalom

Folyóiratok/Könyvek

1. Abrankó L. (2018): Élelmi polifenolok, Egy sokszínű molekulacsoport, Élelmiszeralkotók kémiája, LXXIII. évf. 11. szám, 348-349. o.
DOI: [10.24364/MKL.2018.11](https://doi.org/10.24364/MKL.2018.11)
2. Baiano, A. (2020): Edible insects: An overview on nutritional characteristics, safety, farming, production technologies, regulatory framework, and socio-economic and ethical implications. *Trends in Food Science & Technology*; 100: 35-50
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.040>
3. Barcs I. (szerk.) (2020): Egészségügyi mikrobiológia 7. Akadémiai Kiadó, Budapest
<https://mersz.hu/barcs-egeszsegugyi-mikrobiologia-7//>
4. Bean, A. (2002): Modern sporttáplálkozás 3. fejezet: Fehérjeháztartás. Gold Book Könyvkiadó, 40-44. o., ISBN: 9789639248779
5. Berkow, S. E., Barnard, N. (2006): Vegetarian diets and weight status. *Nutrition Reviews*; 64: 175-176
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1753-4887.2006.tb00200.x>
6. Brai, A., Trivisani, C. I., Vagaggini, C., Roberto, S., Roberto, A., Iovenitti, G., Francardi, V., Dreassi, E. (2022): Proteins from *Tenebrio molitor*: An interesting functional ingredient and a source of ACE inhibitory peptides. *Food Chemistry*; 393
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133409>
7. Callaway, J. C., (2004): Hempseed as a nutritional resource: An overview, Kluwer Academic Publishers, Euphytica 140: 65–72,
DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-004-4811-6>
8. Choi, Y., Jeong, H.-S., Lee, J., (2007): Antioxidant activity of methanolic extracts from some grains consumed in Korea, *Food Chem.* 103, 130–138.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.08.004>
9. Chua, M., Baldwin, T. C., Hocking, T. J., Chan, K. (2010): Traditional uses and potential health benefits of *Amorphophallus konjac* K. Koch ex N.E.Br., *Journal of*

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.01.021>

10. FAO (1972): Food Composition Table for Use in East Asia. Group 1 -- Cereals and Grain Products Food and Agriculture Organization, Rome, and United States Department of Health, Education and Welfare, Washington, DC.
<https://www.fao.org/3/x6878e/X6878E02.htm#ch4.1>
11. Fehér A., Gazdecki, M., Véha M., Szakály M., Szakály Z. (2020): A comprehensive review of the benefits of and the barriers to the switch to a plant based diet, Sustainability 12, 4136;
DOI: <https://doi.org/10.3390/su12104136>
12. Forestell, C.A., Nezelek, J.B. (2018): Vegetarianism, depression, and the five factor model of personality. Ecol. Food Nutr. 57, 246–259.
DOI: <https://doi.org/10.1080/03670244.2018.1455675>
13. Fritz P., Mészáros N., Ignits D., Katona S. (2017): A fehérjék táplálkozás-élettani hatása, szerepük a sporttáplálkozásban, Recreation, 7 (3). pp. 10-12.
DOI: <https://doi.org/10.21486/recreation.2017.7.3.5>
14. Guo, L., Yokoyama, W., Chen, M., Zhong, F. (2021): Konjac glucomannan molecular and rheological properties that delay gastric emptying and improve the regulation of appetite, Food Hydrocolloids 120 (2021) 106894, 1-9. o.
DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051145>
15. Gupta, N., Srivastava, A. K., Pandey, V.N. (2012): Biodiversity and Nutraceutical Quality of Some Indian Millets. Proceedings of the National Academy of Sciences, India. Section B: Biological Sciences; 82 (2): 265-273
DOI: <https://doi.org/10.1007/s40011-012-0035-z>
16. Heidari-Parsha, S., Imani, S., Fathipour, Y., Kheiri, F., Chamani, M. (2018): Determination of yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) nutritional value as an animal and human food supplementation. Arthropods, 2018, 7(4): 94-97. ISSN: 2224-4255
17. MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV 2-321 számú irányelv (2013): Szárastésztaák
https://eelmiszlerlanc.kormany.hu/download/8/74/b1000/2-321_2016-12-21.pdf
18. Malomo, S. A., He, R., Aluko, R.E., (2014): Structural and Functional Properties of Hemp Seed Protein Products, Journal of Food Science, Volume 79, Issue 8, C1512-C1521
DOI: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12537>

19. Mariod, A. A., Mirghani, M. E. S., Hussein, I. (2017): Chapter 50 - *Tenebrio molitor* Mealworm. Unconventional Oilseeds and Oil Sources; 331-336
DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809435-8.00050-0>
20. Mayo, S.J., Bogner, J., Boyce, P.C., (1997): The Genera of Araceae. Royal Botanic Gardens, Kew Brown 2000
DOI: [10.2307/4114530](https://doi.org/10.2307/4114530)
21. Medawar, E., Huhn, S., Villringer, A., Witte, A. W. (2019): The effects of plant-based diets on the body and the brain: a systematic review, *Translational Psychiatry* (2019) 9:226, 9-12. o.
DOI: <https://doi.org/10.1038/s41398-019-0552-0>
22. MSZ 20500/1-1985: Szárastészták vizsgálati módszerei, Fizikai vizsgálatok
23. MSZ 20500/3-85: Szárastészták vizsgálati módszerei, Érzékszervi tulajdonságok vizsgálata
24. Nadathur, S. R. (szerk.) (2017): Sustainable Protein Sources 7. fejezet: Hemp Seed (*Cannabis sativa* L.) Proteins: Composition, Structure, Enzymatic Modification, and Functional or Bioactive Properties, Academic Press, 121-130. o.
ISBN: 978-0-12-802778-3
25. Narciso, J. O., Nystörm, L. (2023): The genetic diversity and nutritional quality of proso millet (*Panicum miliaceum*) and its Philippine ecotype, the ancient grain “kabog millet”: A review, *Journal of Agriculture and Food Research* 11 100499
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100499>
26. Oonincx DGAB, De Boer IJM. Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans—a life cycle assessment. *PLoS One*. 2012;7:e51145.
DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051145>
27. Ramos-Elorduy J, Avila Gonzalez E, Rocha Hernandez A, Pino JM. Use of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) to recycle organic wastes and as feed for broiler chickens. *Journal of Economic Entomology*. 2002;95(1):214–220.
DOI: [10.1603/0022-0493-95.1.214](https://doi.org/10.1603/0022-0493-95.1.214)
28. Ravindran, G. (1990): Studies on Millets: Proximate Composition, Mineral Composition, and Phytate and Oxalate Contents, *Food Chemistry* 39, 99-107
DOI: [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(91\)90088-6](https://doi.org/10.1016/0308-8146(91)90088-6)
29. Stefanovicsné Bányai É. (szerk.) (2019): Biokémiai alapismeretek 3.3. fejezet: A fehérjék osztályozása funkció alapján, Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Alkalmazott Kémia Tanszék 37-38. o.

30. Turner, C. E., El Sohly, M. A., & Boeren, E. G. (1980). Constituents of Cannabis sativa L. XVII. A review of natural constituents. *Journal of Natural Products*, 43, 169-234.
DOI: <https://doi.org/10.1021/np50008a001>
31. Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P. (2013). Edible insects: Future prospects for food and feed security. *FAO Forestry Paper 171*. Rome, Italy: FAO.
<https://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf>
32. Wu, G., Meininger, C. J., (2002): Regulation of nitric oxide synthesis by dietary factors, *Annu Rev Nutr.* 2002;22:61-86.
DOI: [10.1146/annurev.nutr.22.110901.145329](https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.22.110901.145329)
33. Zhang, Y.Q., Xie, B.J., Gan, X., (2005): Advance in the applications of konjac glucomannan and its derivatives. *Carbohydrate Polymers* 60, 27–31.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2004.11.003>
34. Zielińska, E., Zieliński, D., Jakubczyk, A., Karaś, M., Pankiewicz, U., Flasz, B., Dziewięcka, M., Lewicki, S. (2020): The impact of polystyrene consumption by edible insects *Tenebrio molitor* and *Zophobas morio* on their nutritional value, cytotoxicity, and oxidative stress parameters. *Food Chemistry*; 128846
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128846>

Internetes források

Internet 1: Schmidt J. (2013): A fehérjék szerepe a táplálkozásban

<http://www.preventissimo.hu/tudastar/cikk/147>

(Megtekintve: 2022.10.18)

Internet 2: A Bizottság (EU) 2021/882 végrehajtási rendelete

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=celex%3A32021R0882>

(Megtekintve: 2023.04.20.)

Internet 3: A Bizottság (EU) 2021/1975 végrehajtási rendelete

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=celex%3A32021R1975>

(Megtekintve: 2023.04.20)

Internet 4: A Bizottság (EU) 2022/188 végrehajtási rendelete

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=celex%3A32022R0188>

(Megtekintve: 2023.04.20)

Internet 5: A Bizottság (EU) 2023/58 végrehajtási rendelete

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A32023R0058&qid=1674640448089>

(Megtekintve: 2023.04.20.)

Internet 6: D. McManus, K. (2021): What is a plant-based diet and why should you try it?

<https://www.health.harvard.edu/blog/what-is-a-plant-based-diet-and-why-should-you-try-it-2018092614760>

(Megtekintve: 2022.12.04.)

Internet 7: Wheat protein determinations

<https://www.ams.usda.gov/services/fgis/standardization/wheat-protein>

(Megtekintve: 2023.05.02)

Internet 8: Kölesliszt tápértéktáblázata

<https://www.balancefood.hu/spd/121340/Kolesliszt-500-g>

(Megtekintve: 2023.05.01)

Internet 9: Kendermagliszt tápértéktáblázata

<https://pizkeshop.hu/termeszetes-elelmiszerek-161/abys-bio-protein-kendermag-feherjepor>

(Megtekintve: 2023.05.01)

Internet 10: Konjac liszt tápértéktáblázata

<https://www.naturteka.hu/specialis-dieta/glutenmentes/liszt-lisztkeverek/nature-cookta-konjac-liszt-100g>

(Megtekintve: 2023.05.01)

Mellékletek

M1 melléklet: A rovartartalmú, valamint a kölesliszt alapú tészták érzékszervi bírálati pontjai

Tulajdonság	Minta	Átlag	Súlyzó faktor	Súlyozott átlag
Külső megjelenés	RK20	0,67	1,2	0,69
	RK15	1,93		2,09
	RK10	0,40		0,33
	RK5	0,87		0,78
	KL100	0,90		1,08
Illat	RK20	1,47	1	1,47
	RK15	2,07		2,07
	RK10	1,27		1,27
	RK5	2,00		2,00
	KL100	1,67		1,67
Íz	RK20	1,40	1	1,40
	RK15	1,47		1,47
	RK10	0,80		0,80
	RK5	1,00		1,00
	KL100	1,37		1,37
Állomány, főzési tulajdonság	RK20	0,27	0,8	0,21
	RK15	2,33		1,87
	RK10	0,33		0,27
	RK5	0,87		0,69
	KL100	0,60		0,48

M2 melléklet: A kendermag tartalmú tésták érzékszervi bírálati pontjai

Tulajdonság	Minta	Átlag	Súlyzó faktor	Súlyozott átlag
Külső megjelenés	K100	2,53	1,2	3,10
	KK20	3,53		3,44
	KK15	3,67		2,94
	KK10	4,40		2,73
	KK5	4,20		2,31
Illat	K100	1,40	1	1,40
	KK20	2,40		2,40
	KK15	3,00		3,00
	KK10	3,60		3,60
	KK5	3,20		3,20
Íz	K100	0,33	1	0,33
	KK20	1,67		1,67
	KK15	2,20		2,20
	KK10	3,27		3,27
	KK5	3,07		3,07
Állomány, főzési tulajdonság	K100	2,27	0,8	1,81
	KK20	2,87		2,29
	KK15	3,00		2,40
	KK10	3,67		2,93
	KK5	3,47		2,77

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom konzulensemnek, Dr. Szedljk Ildikó Judit Tanárnőnek, aki a szakdolgozatom elkészítése során szakmai tudásával és tanácsaival hozzájárult annak létrehozásához. Hálás vagyok a közös munkánk során tőle kapott lelki támogatásáért is!

Továbbá szeretném megköszönni a családomnak, a páromnak és a barátaimnak hogy az elmúlt években mindvégig támogattak és motiváltak egyetemi tanulmányaim során!

BRENN DÓRA SZAKDOLGOZAT

Nyilatkozatok

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Szerzői nyilatkozat

Alulírott Brenn Dóra (név), Élelmiszermérnök, nappali tagozat (szak, tagozat)

kijelentem, hogy a **Gluténmentes, köles bázisú kender- és rovarliszttel dúsított minőségi száraztészta fejlesztése, valamint kémiai és érzékszervi jellemzőinek összehasonlítása** című szakdolgozata saját munkám eredménye. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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

Budapest, 2023. 05. 02.



a hallgató aláírása

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Brenn Dóra
A Hallgató Neptun kódja: G6GVTH
A dolgozat címe: Gluténmentes, köles bázisú kender- és rovarliszttel dúsított minőségi száraztészta fejlesztése, valamint kémiai és érzékszervi jellemzőinek összehasonlítása
A megjelenés éve: 2023
A konzulens tanszék neve: Gabona és Iparinövény Technológia Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s 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 szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: Budapest, 2023. április 27.



Hallgató aláírása

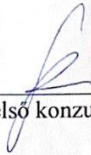
KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A **Brenn Dóra** (hallgató Neptun azonosítója: **G6GVTH**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre **javaslom** / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen **nem**

Kelt: Budapest, 2023. április 27.


Belső konzulens