

SZAKDOLGOZAT

Mednyánszky Réka Viktória

2025



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

A kamut búzaliszt technofunkciós hatása

Belső konzulensek:

Dr. Kóczán Györgyné
egyetemi adjunktus

Dr. Benes Eszter Luca
egyetemi tanársegéd

Belső konzulensek tanszékei:

Gabona és Iparinövény Technológia Tanszék
Élelmiszerkémia és Analitika Tanszék

Készítette:

Mednyánszky Réka Viktória

Budapest

2025

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések	3
2. Szakirodalmi áttekintés	5
2.1. Ósgabonák	5
2.2. <i>A Triticum turgidum ssp. Turanicum</i>	6
2.3. Egészséges táplálkozás trendje	9
2.4. Kenyér sütés technológiája	10
3. Anyagok és módszerek	11
3.1. Felhasznált anyagok	12
3.2. Lisztvizsgálati módszerek	13
3.2.1. Nedvességtartalom mérés	13
3.2.2. Sikérmérés	13
3.2.3. Lisztek vízfelvevő képességének vizsgálata	15
3.3. Kémiai komponensek vizsgálata	16
3.3.1. Kjeldahl nyers fehérjetartalom meghatározás	16
3.3.2. Soxhlet módszer – zsírtartalom meghatározás	19
3.3.3. Hamutartalom mérés	20
3.4. Próbacipók készítése	21
3.4.1. Térfogatmérés módszerei	22
3.4.2. Kenyérbélzet állománymérés	22
3.4.3. Színmérés	25
3.4.4. Rosttartalom mérés	26
4. Eredmények és értékelésük	28
4.1. Lisztvizsgálati módszerek eredményei	28
4.2. Próbacipók vizsgálati módszereinek eredményei	29
4.2.1. Állománymérés statisztikai kiértékelése	29
4.2.2. Színmérés	33
4.2.3. Térfogatmérés eredményei	35
4.2.4. Rosttartalom mérési eredményei	36
5. Következtetések és javaslatok	37
6. Összefoglalás	38
7. Köszönetnyilvánítás	40
8. Irodalomjegyzék/Felhasznált irodalmak	41

9. <i>Ábrák és táblázatok jegyzéke</i>	43
9.1. <i>Ábrajegyzék</i>	43
9.2. <i>Táblázatjegyzék</i>	44
10. <i>Hallgatói nyilatkozat</i>	45
11. <i>Konzulensi nyilatkozat</i>	46
12. <i>Nyilatkozat a mesterséges intelligencia (MI) használatáról</i>	47

1. Bevezetés és célkitűzések

Napjainkban egyre nagyobb figyelmet fordítunk a tudatos táplálkozásra, ennek következtében pedig egyre több figyelem irányul a mikro- és makrokomponensek jelentőségére. Szénhidrátok, fehérjék, élelmi rostok, ásványi anyagok és még hosszan sorolhatnánk mi minden építi fel a táplálékainkat. Ezek az alkotóelemek különböző mértékben találhatóak meg az egyes élelmiszerekben és mennyiségük nagy mértékben befolyásolja az adott étel ízét, illatát, konzisztenciáját és ami a legfontosabb, a tápértékét. Ebből a gondolatmenetből kiindulva jött a szakdolgozatom témájának ötlete, azaz, olyan terméket készíteni, amely amellett, hogy finom és az érzékszervi vizsgálatoknak is megfelel (pl.: tapintása, illata, színe stb.), bizonyos tápanyagokban, mint például a fehérjék vagy az élelmi rostok, is gazdag.

Mi lehetne jobb kísérleti alany a kenyérnél?

Ősidők óta az életünk része és több ezer év elteltével továbbra is a világ leggyakrabban fogyasztott élelmiszere. Ez idő alatt rengeteg típusát készítették el a kenyérnek és ma már egy egész tudományág áll a kenyérgyártás mögött. Az elmúlt évtizedekben számos kutatás folyt a búzaszemek kémiai összetételének kapcsán és megállapítható, hogy az egyes gabonafélék mikro- és makrokomponens tartalma eltérő. Az bizonyos, hogy szénhidrátot tartalmaznak a legnagyobb mennyiségben, de a fehérje-, az élelmi rost-, a zsír-, valamint az ásványi anyag tartalmuk szignifikáns mértékben különbözhet. Az utóbbi években egyre nagyobb figyelmet kapnak az ősgabonák, ugyanis, amellett, hogy ellenállóbbak a betegségekkel szemben, tápanyagtartalmuk is kiegyensúlyozottabb összetételű. Rostokban, ásványi anyagokban és antioxidánsokban gazdagabbak a modern búzához képest, valamint, alacsonyabb a gluténtartalmuk, emiatt kevésbé okoznak emésztési problémákat.

A kenyér fő összetevője a liszt, azaz, valamilyen gabonaőrlemény. Megállapítható, hogy a gabona fajtája nagy mértékben befolyásolja a kenyér minőségét, hiszen a gabonaszemet felépítő alkotóelemek a kenyérben épp úgy megtalálhatóak. Természetesen, az a liszt típusától is függ, hogy adott komponenseket milyen mértékben tartalmaz.

Egy finomlisztre, épp úgy, mint a megbelsőre is, a magas keményítő- és fehérjetartalom a jellemző hiszen héjrészt gyakorlatilag nem tartalmaz. Ezzel szemben, a teljes kiőrlésű lisztekre a nagyobb rost és ásványi anyag tartalom jellemző, hiszen a héjrész főleg ezen alkotóelemekből áll.

Szakedolgozatomban olyan kenyerek fejlesztését tűztem ki célul, melyek megfelelnek az érzékszervi-, a technológiai- valamint a táplálkozástudományi elvárásoknak is. Ehhez kétfajta lisztet fogok megvizsgálni olyan szempontok alapján, mint például a liszt vízfelvevő képessége és a siker index. Megvizsgálom, továbbá, a fehérje-, a zsír- és a hamutartalmukat is. Öt különböző arányban lisztkeverékeket állítok össze, melyekből próbacipókat sütök. Ezt követően elvégezem a reológiai és az érzékszervi vizsgálatokat, melyek során a próbacipók színét, térfogatát és állományát figyelem meg. Végül, megmérem a próbacipók élelmi rost- és a rezisztens keményítő tartalmát.

A szakdolgozatomhoz a BL80 kenyér búzalisztet és a kamut búzalisztet fogom felhasználni. A kenyér búzalisztet a puha búzából (közönséges búza), azaz, a *Triticum aestivum* búzából nyerik. A szakdolgozatomban, a kereskedelemben is jól ismert nevén, **BL80 lisztként** fogok rá utalni.

A kamut búzalisztet, ezzel szemben, egy ősgabonából, pontosabban a *Triticum turgidum* búzából nyerik. A kamut, tulajdonképpen, a kereskedelmi megnevezése. A félreértések elkerülése végett, én a **kamut búzaliszt** megnevezést fogom használni a szakdolgozat teljes terjedelmében.

Megválaszolandó kérdések:

- Lehet-e kenyérsütéshez kamut búzaliszttel helyettesíteni részben vagy egészben a BL80 lisztet?
- A kamut búzaliszt kenyerekben való felhasználása, hogyan járul hozzá a végtermék tulajdonságainak javításához?

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. Ősgabonák

A búzát először körülbelül 10 000 évvel ezelőtt termesztették, a „neolitikus forradalom” részeként, amely a vadászatról és gyűjtögetésről, a letelepedett mezőgazdaságra való átmenetet jelentette. A legkorábban termesztett formák az alakor és a tönkebúza voltak, amelyek diploid (AA genom) és tetraploid (AABB genom) fajok. Mindkét faj valószínűleg Törökország délkeleti részéről származik, a tönkebúza az alakor ősének és egy rokon vadfűfajnak spontán hibridizációjából származik. Így mindkét faj természetes populációk házasításából származik, és a mindkettővel rokon vadbúzák ma is teremnek a Közel-Keleten. A modern durum (tészta) búza ugyanabból a vad ősből fejlődött ki, mint a tönkebúza, és mind a tönkebúzát, mind a durumbúzát ma ugyanazon faj (*Triticum turgidum*) formáinak tekintik. Az alakorral és a tönkebúzával ellentétben, a kenyérbúza mindig is csak termesztésben létezett, ugyanis, körülbelül 9000 évvel ezelőtt, a termesztett tönkebúza és a vad „kecskefű” (*Triticum tauschii*) hibridizációjából fejlesztették. Ennélfogva egy hexaploid fajról van szó, három genommal (AABBDD), amelyek mindegyike hét pár kromoszómát tartalmaz. Egy további „ősi” búzafajta, a Kamut®, az elmúlt két évtizedben kezdett nagy népszerűségnek örvendeni. A kamut magját eredetileg Egyiptomból szerezték be az 1940-es évek végén, és ezt az egyiptomi sírból származó magot „múmiabúzaként” írták le. Valószínűbb azonban, hogy utcai kereskedőtől vásárolták. Köztudott, hogy a Khorasan búzának egy genotípusa, amely a tönkebúzával és a modern durum búzával rokon *Triticum turgidum* egy formája. A KAMUT® a Kamut International Ltd. bejegyzett védjegye, és kizárólag tanúsított biogazdaságokban termesztik. Hasonlóképpen, az Olaszországban termesztett genotípus, melyet a Graziella Ra® védjeggyel láttak el, állítólag szintén egyiptomi sírből származik. Az összehasonlító elemzések azt mutatják, hogy a Graziella Ra® és a KAMUT® rokonok, de különbözőek (Shewry, 2018).

A búza a világ egyik legfontosabb alapvető élelmiszere és jelentős mennyiségben van jelen számos élelmiszerben. A gabonafélékből készült élelmiszerek az emberi táplálkozás alapvető részét képezik. Az ősi búzafajok főbb képviselői a tönkölybúza, az alakor, a tönkebúza és a kamut búza. Az ősi búzák vizsgálata során megállapításra került, hogy bizonyos tápanyagokban, legfőképpen fehérjékben, zsírokban és rostokban, gazdagabbak a modernkori

kenyérbúzához képest. Ezenkívül, értékes ásványi anyagokat is nagy mennyiségben tartalmaznak, mint például cinket és vasat (Roumia et al., 2023).

Az ősgabonák (kamut, árpa, tönköly, rozs, köles, zab és cirok) és a pszeudo gabonafélék (vagyis a quinoa, az amarant és a hajdina) a legtöbb esetben teljes kiőrlésű lisztek formájában kerülnek felhasználásra, ezért általánosságban egészségesebbnek tekinthetők a modern, finomított búzalisztekhez képest. A teljes kiőrlésű gabonák nagyobb mennyiségű jótékony vegyületet tartalmaznak, mint a finomított gabonák. Ezek közé tartoznak az élelmi rostok, a vitaminok és az ásványi anyagok, valamint más bioaktív molekulák, mint például az omega-3 zsírsavak, prebiotikus oligoszacharidok, fitoszterolok, polifenolok és így tovább. Valószínűleg nem csak egyetlen összetevő, hanem mindezen összetevők kölcsönhatása adja a teljes kiőrlésű gabonák tápértékét (Bordoni et al., 2017).

2.2. *A Triticum turgidum ssp. Turanicum*

A búzalisztek kémiai összetételét illetően a fehérje-, a keményítő-, a nedvesség-, a glutén-, a hamu- és a zsírtartalom számítanak a legfontosabb paramétereknek. A fehérje-, a keményítő- és a nedvességtartalom meghatározó szerepet játszanak a búzaliszt feldolgozási alkalmasságában, valamint a tárolási stabilitásban. (Zhang et al., 2023)

A szakirodalmi forrásokban nagyon sokféleképpen utalnak a "kamut búzára", ezért könnyen bele lehet keveredni, hogy mi is pontosan ennek a kuriózumnak az eredete és a pontos megnevezése. A félreértések elkerülése végett, elsősorban szeretném tehát tisztázni az esetleges kérdőjeleket a megnevezéssel kapcsolatban.

A *Triticum turgidum ssp. Turanicum*, mely közismert nevén a khorasan búza, genetikailag szoros hasonlóságot mutat a durum búzával (*Triticum turgidum ssp. durum*) és a mediterrán régiókban nemesítési programokban használták a gabona minőségének és a hozamának javítására. Ezt a búza alfajt magas termete, karcsú szárai, nagy kalászhalmok és kivételesen nagy szemek különböztetik meg, amelyek ezerszem-tömege 50-60 g (Park et al., 2025).

A Khorasan kifejezés arra a régióra utal, ahol eredetileg termesztették. Ez ma Kelet-Íránt, Afganisztán nyugati és északi részét, valamint a korábban szovjet Közép-Ázsia azon részeit foglalja magában, amelyek az Amu-darja déli partján fekszenek. A Khorasan perzsa nyelven azt jelenti, hogy "ahol a nap ered" (Marsden, 2025).

A KAMUT® elnevezés pedig, ahogy már fentebb is írtam, a Kamut International Ltd. bejegyzett védjegye és a védjegy bizonyos tulajdonságokat, elsősorban a 12-18%-os fehérjetartalmat és a 400 és 1000 ppb közötti szeléntartalmat, valamint számos, a termesztési körülményekhez kapcsolódó minőségi előírást garantál. A kamut khorasan búza, a durumbúza és a puha búza (közönséges búza) kémiai összetételének összehasonlítása az **1. táblázatban** látható (Bordoni et al., 2017).

1. táblázat - Az egyes búzák kémiai összetétele (Bordoni et al., 2017 nyomán)

	Kamut khorasan búza	Puha búza	Durumbúza
Víz (g/100g)	11,070	10,420	10,940
Energia (Kcal/100g)	337,000	340,000	339,000
Fehérje (g/100g)	14,450	10,690	13,680
Zsír (g/100g)	2,130	1,990	2,470
Telített zsírok (g/100g)	0,196	0,368	0,454
Egyszeresen telítetlen zsírok (g/100g)	0,213	0,227	0,344
Többszörösen telítetlen zsírok (g/100g)	0,621	0,837	0,978
Koleszterin (mg/100g)	0,000	0,000	0,000
Szénhidrát (g/100g)	70,580	75,360	71,130
Összes rost (g/100g)	11,100	12,700	n.d.
Cukrok (g/100g)	7,840	0,410	n.d.
C-vitamin (mg/100g)	0,000	0,000	0,000
Tiamin (mg/100g)	0,566	0,410	0,419
Riboflavin (mg/100g)	0,184	0,107	0,121
Niacin (mg/100g)	6,375	4,766	6,738
B6-vitamin (mg/100g)	0,259	0,378	0,419
Folsav (µg/100g)	n.d.	41,000	43,000
B12-vitamin (µg/100g)	n.d.	0,000	0,000
A-vitamin (µg/100g)	1,000	0,000	0,000
E-vitamin (mg/100g)	0,610	1,010	n.d.
D-vitamiin (µg/100g)	n.d.	0,000	0,000
K-vitamin (µg/100g)	1,800	1,900	n.d.
Kalcium (mg/100g)	22,000	34,000	34,000
Vas (mg/100g)	3,770	5,370	3,520
Magnézium (mg/100g)	130,000	90,000	144,000
Foszfor (mg/100g)	364,000	402,000	508,000
Kálium (mg/100g)	403,000	435,000	431,000
Nátrium (mg/100g)	5,000	2,000	2,000
Cink (mg/100g)	3,680	3,460	4,160

A kamut búzaliszt más összetevők helyettesítőjeként való felhasználása hozzájárulhat a végtermék tápértékének javításához, ugyanis, az ezzel a búzával készült kenyér több karotinoidot tartalmaz és fehérjében is gazdagabb a modern búzából készült kenyerekhez képest. Hasonlóképpen, a teljes polifenoltartalom, a teljes flavonoidtartalom és az antioxidáns kapacitás is magasabb volt a tönkölybúzából és kamut búzából készült pelyhekben és müzlikben a modern búzából készütekhez képest. A kamut búzaliszt feltételezett technofunkciós hatása azonban nemcsak a magas polifenol- és karotinoid tartalmához köthető, hanem más molekulák jelenlétéhez is, mint például a bioaktív peptidek, illetve a kis fehérje fargmentumok, amelyek pozitív hatással vannak az emberi szervezet működésére. Ezenkívül kimutatták, hogy a kamutban található rostok prebiotikus hatással rendelkeznek, és elősegítik a *Lactobacillus* és *Bifidobacterium* törzsek növekedését. Kutatások szerint a kamut khorasan alapú étrendet főként a rövid szénláncú zsírsavak és fenolosvegyületek felszabadulása, valamint a bélmikrobióta egészségét elősegítő mutualisták számának enyhe növekedése jellemezte a kontrollként alkalmazott teljes durum búzához képest. A kamut búzaliszt alkalmasságát kenyér-, tortilla- és keksz termékekben pozitívan igazolták. Az olyan kenyér, amely különböző ősgabonák keverékéből készült, beleértve a kamut búzát, az aestivum búzalisztból (puha búza) készült kenyérhez hasonló érzékszervi és fizikai tulajdonságokat mutatott. Keksztermékek gyártásánál a kamut búzaliszt akár 50%-ban is képes helyettesíteni a közönséges búzából készült lisztet anélkül, hogy a termék fizikai tulajdonságaiban minőségi változásokat okozna. A kamut búza nyersanyagként nagyon sokoldalú, mivel számos fogyasztói felhasználásra alkalmas. Felmérések alapján, a fogyasztók kedvelik a kamut búzából készült termékeket, valamint nagyra becsülik a kamut búza olyan minőségi jellemzőit, mint például a biotermesztés (Bordoni et al., 2017).

Egy tanulmány során megvizsgálták a kamut búzából készült termékek szív- és érrendszeri betegségek helyettesítő diétájában történő felhasználásának hatásait. Az eredmények alapján a kamut termékek fogyasztása jelentősen csökkentette az olyan anyagcsere kockázati tényezőket, mint például az összkoleszterin, az alacsony sűrűségű lipoprotein és a vércukorszint. Továbbá, hozzájárult a vérérum kálium- és magnéziumszintjének növeléséhez (Sofi et al., 2013).

Egy kutatócsoport, négy tanulmányából álló sorozata során, összehasonlította a kamut búzát a durumbúzával és a puha búzával. Az első tanulmány során, a kamut- és a durumbúzából félbarna darát, illetve a kamut- és puha búzából félbarna lisztet állítottak elő. A kamut- és a durum búzadarák komponensei között nem találtak számottevő különbséget, míg a lisztek esetében különböző eltéréseket jegyeztek fel. A kamut búzaliszt amilóz- és fehérjetartalma

nagyobb volt a kontrol búzalisztéhez képest. Továbbá, antioxidánsokban (polifenolok, karotinoidok, flavonoidok) is gazdagabbnak minősült (Shewry, 2018).

Láthatjuk tehát, hogy Roumia, Bordoni és Shewry tanulmánya is alátámasztja, hogy a kamut búzaliszt tápanyagösszetétele jóval kedvezőbb a puha búzához (közönséges búza) képest.

2.3. Egészséges táplálkozás trendje

Manapság, az egészséges életmód és táplálkozás trendje egyre növekvő fogyasztói érdeklődést vált ki a jobb tápanyag-összetételű, elsősorban magas fehérje-és rosttartalmú kenyerek beszerzése iránt. Az egészséges élelmiszerek előtérbe helyezésének egyik fő oka, hogy fogyasztásuk hozzájárulhat a táplálkozás által okozott betegségek kialakulásának megelőzéséhez és javíthatják a fizikai és a mentális egészségünket. Az olyan élelmiszerek, mint a kenyér, a funkcionális összetevők hordozójaként szolgálhatnak, melyek valamilyen egészségügyi előnnyel járnak a fogyasztók számára. A kenyér tápértékének javítása érdekes lehetőséget kínál az élelmiszeripar számára. A legtöbb kenyeret finomított búzalisztból készítik, mivel ez nagy térfogatot, világos színt, homogén porozitást és puha bélzetet eredményez. Ezeket a kenyeret a vásárlók széles körben elfogadják annak ellenére, hogy magas a glikémiás indexük és csak nagyon kis mértékben, vagy egyáltalán nem tartalmaznak olyan fontos tápanyagokat, mint például a vitaminok, az ásványi anyagok, a lizin, az élelmi rost és az antioxidáns összetevők (Prieto-Vázquez del Mercado et al., 2022).

Az élelmi rostok fontos szerepet töltenek be az egészséges táplálkozásban. Az olyan nagy mennyiségben fogyasztott élelmiszerek, mint például a kenyér, kiváló hordozói lehetnek az élelmi rostoknak. Az élelmi rost növényi szénhidrát-polimerek keveréke, mely többek között olyan poliszacharidokból és oligoszacharidokból áll, mint például a hemicellulóz, a cellulóz, a rezisztens keményítő, a pektin, az inulin és a növényi gumik (Kurek and Wyrwisz, 2015).

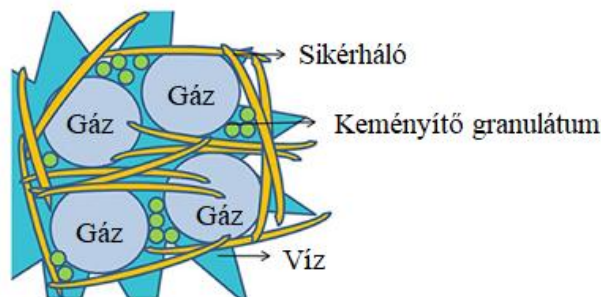
Az oldhatatlan rostok elsősorban az anyag emésztőrendszeren keresztüli mozgását segítik elő és ezek nagy része a vastagbélben fermentálódik, ezzel elősegítve a bél mikroflórájának növekedését, beleértve a probiotikus fajokat is. Az oldható rostok szerepet játszanak a vér koleszterinszintjének csökkentésében, valamint a vércukorszint szabályozásában (Foschia et al., 2013).

2.4. Kenyársütés technológiája

A „kenyér” kifejezést különböző formájú, méretű, állagú, héjú, színű, puhaságú, minőségű és ízű termékek leírására használjuk. A termékek sokszínűsége miatt a „jó” vagy „rossz” minőség fogalmának nincs értelme. A bagett nem bagett ropogós kéreg nélkül, miközben ugyanez a kéregképződés elfogadhatatlan lenne az Észak-Amerikában elterjedt toast-kenyerek esetében. Nyilvánvaló, hogy az „ideális” kenyér kifejezés attól függ, hogy hol tartózkodunk és milyen kenyérről beszélünk (Cauvain, 2015).

A búzaliszt elsődleges összetevője a keményítő, ezt követik a fehérjék. A fehérjetartalom mintegy 80%-át a gluténképző (sikérképző) fehérjék, azaz a gliadin és a glutenin, teszik ki. A gliadin és a glutenin víz hatására hidratálódnak, a dagasztás során pedig kölcsönhatásba lépve egymással fehérjekomplexet képeznek, ezt nevezzük gluténnak. A sikérháló hatására egy könnyen nyújtható és rugalmas tésztát kapunk, mely lehetővé teszi a gázbuborékok növekedését és a porózus termék előállításához szükséges gázvisszatartást (**1. ábra**). A lisztet víz és élesztő hozzáadásával tésztává gyúrjuk, így homogén termék, például kenyér keletkezik (Prieto-Vázquez del Mercado et al., 2022).

1. ábra - A búzateszta gluténmátrixába zárt gázmolekulák illusztrációja (Forrás: Goel et al., 2021 nyomán)



A glutén alapvető fontossága a kenyér-és az egyéb kelesztett termékek gyártásában. Ezen szempontból, a gabonafélék közül, a búza szinte egyedülálló. Más gabonalisztek, például a rozsból és az árpából származó lisztek, képeznek glutént, de a búzalisztekénél kisebb mértékben. A liszt erőssége befolyásolja a kelesztési időt. Általánosságban elmondható, hogy minél erősebb egy liszt, annál hosszabb fermentációs időre van szükség ahhoz, hogy optimális legyen a tésztafejlődés, valamint megfelelő minőségű kenyeret kapjunk. A liszt erőssége, pedig, nagymértékben függ a fehérjetartalomtól és annak minőségétől (Cauvain, 2015).

A közönséges búzából készült liszt fizikai- és kémiai jellemzői rendkívül fontosak a végtermékben, különösen a pékárukban, ezért az ettől eltérő lisztek felhasználásának egyik elsődleges korlátja, hogy ezek bizonyos tulajdonságai nem megfelelőek. A közönséges búzából készült liszt részleges vagy teljes helyettesítése ős gabonából származó búzaliszttel növelheti a végtermékek tápértékét, azonban fontos, hogy a helyettesítő liszt fizikai, kémiai és érzékszervi jellemzői a közönséges búzáéhoz hasonlóak vagy jobbak legyenek (Bordoni et al., 2017).

A fogyasztók által figyelembe vett legfontosabb fizikai paraméterek közé tartozik a kenyér állaga, színe és térfogata. A mechanikai tulajdonságok, melyek összefüggésbe hozhatók a kenyér frissességével és rugalmasságával, szintén hatással vannak a fogyasztói döntésekre. A tészta megfelelő textúrájáért és rugalmasságáért a glutén a felelős. A tészta kelesztése során keletkező gázok és a tészta gázvisszatartó képességének mértéke döntő szerepet játszanak a kenyér minőségében (Goel et al., 2021).

A kamut búzaliszt, valamint a durum búzaliszt fizikai és kémiai tulajdonságai a **2. táblázatban** láthatóak.

2. táblázat - A kamut búzaliszt fiziko-kémiai jellemzői (Forrás: Balestra et al., 2015 nyomán)

Fiziko-kémiai jellemzők	Kamut búzaliszt	Durumliszt
Nedvességtartalom (%)	12,7	13,8
Száraz siker (%)	13,5	8,5
Alveográf paraméterek		
P	120,0	167,0
G	15,4	11,1
P/L	2,5	6,6
Farinográf		
Vízabszorpció (%)	73,1	63,3
Vízabszorpció (14%-os nedvességtartalom mellett) (%)	70,5	62,8
Kialakulási idő (min)	2,0	1,4
Stabilitás (min)	4,6	2,5
Puhaság 10' (BU)	70,0	66,0
Puhaság 12' (BU)	101,0	74,0

3. Anyagok és módszerek

3.1. Felhasznált anyagok

A méréseim során a Garat malom (GARAT Kft., Mohács) két különböző termékével (**2. ábra**) dolgoztam: BL80 liszt és kamut búzaliszt. A próbacipókat az Élelmiszeripari Szabvány: Lisztvizsgálati módszerek - receptúrája alapján készítettem el, melynek pontos összetétele az **3. táblázatban** látható.

2. ábra – Felhasznált lisztek (Forrás: Saját munka)



3. táblázat - Próbacipó receptúrája (MSZ 6369/8-1988)

<i>Összetevők (1 db próbacipóhoz)</i>	<i>Bemérendő mennyiség (g)</i>
Liszt	300±1
Élesztő	9
Só	6
Cukor	1,5
Víz	Szükséges mennyiségű víz*

* A különböző lisztek vízfelvevő képességének megfelelően számítjuk ki.

3.2. Lisztvizsgálati módszerek

3.2.1. Nedvességtartalom mérés

A lisztvizsgálatot a különböző minták nedvességtartalmának mérésével kezdtem. Ehhez SARTORIUS MA50 gyors nedvességmérőt (Sartorius, Németország) (**3. ábra**) alkalmaztam, mely működésének elve, hogy infravörös fény segítségével tömegállandóságig szárít. A mérési eredmények és paraméterek automatikusan rögzítésre, illetve nyomtatásra kerülnek. A mérés során mindkettő mintából 3-3 párhuzamos mérést végeztem, majd az eredményekre átlagot és szórást számoltam.

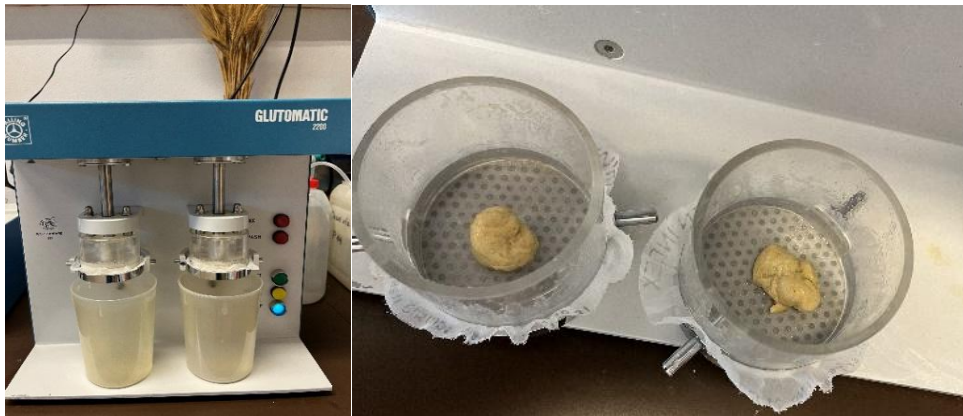
3. ábra – Sartorius MA50 gyors nedvességmérő (Forrás: Saját munka)



3.2.2. Sikérmosás

Ezt követte a sikérmosás, melyhez GLUTOMATIC 2200 műszert (PerkinElmer, Egyesült Államok) (**4. ábra**) alkalmaztam, mely két párhuzamos mérést végez. A mérés célja, hogy az adott lisztmintákból eltávolítsuk a nem sikérből képződő fehérjéket, valamint a keményítőt. Ehhez egy 2%-os sóoldatot készítettem, ezáltal a víz- és sóoldható fehérjék a keményítővel együtt távoztak a mintákból.

4. ábra – GLUTOMATIC 2200 sikérmosó berendezés (Forrás: Saját munka)



A kapott sikérgolyókat ezután a Perten centrifugába (PerkinElmer, Egyesült Államok) (5. ábra) helyeztem. A centrifugálási idő 60 másodperc volt. Az átnyomódott és a nem átnyomódott sikértömegek alapján sikér indexet számoltam.

5. ábra – Perten centrifuga (Forrás: Saját munka)



A sikér index egy százalékban megadott érték, mely meghatározza a sikér minőségét. Az ideális érték 60-90% között van. 60% alatt a sikér nagyon gyenge, míg 90% felett túl erős.

A sikér indexet a következő képlettel lehet kiszámítani:

$$\text{Sikér index (\%)} = \frac{\text{nem átnyomódott sikér (g)}}{\text{összes sikér (g)}} \cdot 100$$

3.2.3. Lisztek vízfelvevő képességének vizsgálata

A liszt minőségvizsgálatát, a lisztek vízfelvevő képességének mérésével zártam, melyhez a Farinográfot (Brabender, Németország) (6. ábra) alkalmaztam.

6. ábra – Farinográf berendezés (Forrás: Saját munka)



A farinográf lehetővé teszi a dagasztási tulajdonságok értékelését a tészta állagának változása alapján, amelyet a keverő mechanikai igénybevétele okoz. A konzisztencia/idő függvény farinográfos görbéjéből különböző paramétereket (stabilitás és ellágyulás) kapunk, amelyek a glutén erősségéhez kapcsolódnak (Peressini, 2017).

A készülék, tehát, a tészta dagasztással szembeni ellenállását rögzíti az idő függvényében. 14%-os nedvességtartalom esetében a bemérendő liszttömeg 50 gramm, így eltérő nedvességtartalmú lisztek esetében a bemérendő tömegeket korrigálni szükséges. Vízfelvevő képességen azt a liszttömegre vonatkoztatott, százalékban megadott, vízmennyiséget értjük, amellyel a tészta a konzisztencia maximumát 500 FE-nél adja. Amennyiben a kapott érték, azaz a tészta konzisztenciája, eltér az 500 FE-től, korrigálásra van szükség (a megengedett eltérés ± 20 FE lehet).

3.3. Kémiai komponensek vizsgálata

3.3.1. Kjeldahl nyers fehérjetartalom meghatározás

A Kjeldahl nyers fehérjetartalom meghatározás három fő lépésből áll: roncsolás, desztillálás, titrálás. A kénsavas roncsolás, vagy más néven emésztés, során a minta elroncsolását értjük, melyhez a Gerhardt Kjeldaterm berendezést (C. Gerhardt GmbH & Co. KG, Németország) (7. **ábra**) alkalmaztam. A roncsolás hatására a fehérjék nitrogénje átalakul ammóniává és a jelenlévő kénsavval ammónium-szulfátot képez. A folyamat katalizátor és forráspont-emelő anyagok jelenlétében zajlik.

7. **ábra** – Gerhardt Kjeldaterm berendezés (Forrás: Saját munka)



Első lépésként, bemértem a lisztekől analitikai pontossággal 2 g-ot (mindkét liszt mintából 3-3 párhuzamos mérést végeztem). A roncsoláshoz kénsavat használtam, melyből 20 ml-t mértem be mintánként, továbbá, 1-1 db Kjeldahl tablettát is hozzáadtam mindegyik mintámhoz. A roncsolás ideje és az alkalmazott hőmérsékletek a **4. táblázatban** láthatóak.

4. **táblázat** – Kjeldahl roncsolás időtartama és hőmérséklete (Forrás: Saját munka)

Fűtési szakasz	Hőmérséklet (°C)	Temperálási idő (min)
1.	50-60	5
2.	150	20
3.	250	20
4.	370	min. 80, max. 120

A desztilláció célja az ammónia felszabadítása nátrium-hidroxid oldattal. Az ammónia szobahőmérséleten gáz halmazállapotú, ezért a desztillátumot el kell nyeletni gyenge savban (ez esetben bórsav). Ehhez a Gerhardt Vapodest berendezést (C. Gerhardt GmbH & Co. KG, Németország) (8. ábra) alkalmaztam. Mindegyik emésztőcsőhöz 40-40 ml desztilláltvizet adtam. Amikor a vízgőzdesztilláló kellően felmelegedett, behelyeztem az első emésztőcsövet, valamint a desztillátum gyűjtésére szolgáló titrálólombikot. A berendezés egyszerre egy minta desztillálására képes.

8. ábra – Gerhardt Vapodest berendezés (Forrás: Saját munka)



A fehérjetartalom meghatározásának utolsó lépése a minta visszatitrálása. A visszatitrálást (9. ábra) pH mérő és indikátor jelenlétében végeztem. A kalibrációt követően, a pH mérő elektródot a titrálólombikba helyeztem, valamint indikátort is adtam a mintámhoz. Az állandó kevertetés fenntartása érdekében mágneses keverőt is használtam. A mintát egyenértékpontra (pH = 4,65) titráltam.

9. ábra – Visszatitrálás pH mérő elektród és indikátor jelenlétében (Forrás: Saját munka)



A visszatitrálás során fogyott kénsav mennyiségéből kiszámítható a minta nitrogéntartalma, majd a szorzófaktor (5,7) segítségével megkapható a minta teljes fehérjetartalma. A szorzófaktor a gabonafehérjék átlagos nitrogéntartalmából adódik, melyet 17,5%-osnak veszünk.

A fehérjetartalom kiszámításához a következő összefüggés írható fel:

Kénsav	Normalitás	Faktor	Nitrogén
1000 ml	1 N	f = 1,000	14 g
1000 ml	0,1 N	f = 1,000	1,4 g
x ml	0,1 N	f = 0,970	x g

A számoláshoz alkalmazott képlet:

$$\text{bemért minta fehérjetartalma (g)} = \frac{0,970 \cdot 1,4 \cdot V_{\text{fogyás}}}{V} \cdot 5,7$$

Az egyenlet tagjai:

0,970 = a kénsav faktora

1,4 = 0,1 normális kénsavval reagáló nitrogén mennyisége, ha a kénsav faktora 1,000 (g)

$V_{\text{fogyás}}$ = a visszatitrálás során fogyott kénsav (ml)

V = 1000 (ml)

5,7 = szorzófaktor

A bemért minta tömege, valamint a kapott fehérjetartalom alapján kiszámoltam az egyes lisztek fehérjetartalmát:

$$\text{fehérjetartalom (m/m\%)} = \frac{m_2}{m_1} \cdot 100$$

Az egyenlet tagjai:

m_1 = bemért minta tömege (g)

m_2 = bemért minta fehérjetartalma (g)

3.3.2. Soxhlet módszer – zsírtartalom meghatározás

A zsírtartalom meghatározásához a Soxtec 2055 berendezést (FOSS, Dánia) (**10. ábra**) alkalmaztam. A mérés négy fő lépésből áll: előkezelés, extrakció, öblítés és visszanyerés.

10. ábra – Soxtec 2055 berendezés (Forrás: Saját munka)



A mérés első lépéseként, bemértem a Soxtec gyűszűkbe, analitikai pontossággal, 3-3 g-ot a kétféle lisztből (itt is 3-3 párhuzamos mérést végeztem), majd elhelyeztem őket a berendezésben. Ezt követően, extrakciós edényenként, 80 ml petrolétert, valamint 5 db üveggyöngyöt mértem be, majd ezeket is a berendezésbe helyeztem. Az **5. táblázatban** leírtak alapján elindítottam a méréshez szükséges programot.

5. táblázat – Extrakció ideje (Forrás: Saját munka)

Előkezelés	12 perc
Extrakció	6 óra
Öblítés	20 perc
Visszanyerés	5 perc

A visszamaradó petrolétert melegítéssel eltávolítottam, majd a mintákat exsikkátorba helyeztem. Végül, visszamértem a minták tömegét, majd kiszámoltam a lisztek zsírtartalmát, a következő képlettel:

$$\text{zsírtartalom (m/m\%)} = \frac{m_3 - m_1}{m_2} \cdot 100$$

Az egyenlet tagjai:

m_1 = extrakciós edény + üveggyöngy (g)

m_2 = bemért minta tömege (g)

m_3 = visszamért minta + extrakciós edény + üveggyöngy (g)

3.3.3. Hamutartalom mérés

A hamutartalom meghatározásnál, először is, megmértem a kerámia csészék tömegét, melyekbe később bemértem a mintákat. Ezt követően, Bunsen égő segítségével, elégettem a mintákat, majd 105°C hőmérsékletű kemencében elhamvasztottam őket. Végül, visszamértem a mintákat, ekkor a kapott értékből kivontam a kerámia csészék tömegét, majd kiszámoltam a lisztek hamutartalmát.

$$\text{Hamutartalom (m/m\%)} = \frac{m_3 - m_1}{m_2} \cdot 100$$

Az egyenlet tagjai:

m_1 = kerámia csésze tömege (g)

m_2 = bemért minta tömege (g)

m_3 = visszamért minta + kerámia csésze tömege (g)

3.4. Próbacipók készítése

Öt fajta próbacipót készítettem, melyekben a BL80 liszt és a kamut búzaliszt különböző százalékos arányban (**6. táblázat**) fordultak elő.

6. táblázat – Próbacipók százalékos összetétele (Forrás: Saját munka)

Próbacipók megnevezése	<i>BL80 liszt</i>	<i>Kamut búzaliszt</i>
BL100	100%	0%
BL75K25	75%	25%
BL50K50	50%	50%
BL25K75	25%	75%
K100	0%	100%

A próbacipók az MSZ 6369/8-1988 alapján készültek. Az öt különböző próbacipó mindegyikéből három mintát készítettem. Először is, kimértem az első próbacipó három párhuzamos mintájához szükséges mennyiséget minden összetevőből, majd egy dagasztógép segítségével megdagasztottam a tésztát. A dagasztást követően 3 db 400 ± 1 g-os cipót lemértem, melyeket gömbölyítő mozdulatokkal gömb alakúra formáztam. Fedővel ellátott tálban 30 percen át pihentettem őket. Az érett cipókat, a kelesztéshez, lisztezett szakajtóba helyeztem (**11. ábra**), majd címkével láttam el őket. A kelesztés 30 percen át tartott 31°C -on.

11. ábra - Próbacipók kelesztése szakajtóban (Forrás: Saját munka)



A próbacipók sütését egy forgóállványos kemencében végeztem. Ehhez, először is, előmelegítettem 230°C -ra a sütőt. Ezt követően, vízzel beecseteltem a cipók felületét, majd az

előmelegített sütőben 12 percen át sütöttem őket. A sütés kezdeténél 30 másodperces előgőzölést adagolt a sütő.

Miután a kiszült cipók kellőképpen kihültek, megmértem a súlyukat, illetve az alaki hányados kiszámításához lemértem a magasságukat és a szélességüket. Végül, elvégeztem a térfogatmérést.

3.4.1. Térfogatmérés módszerei

A próbacipók térfogatát a magkiszorítós módszerrel határoztam meg. A magkiszorítós módszer során megtöltünk egy mérőedényt mustármaggal, majd a magok jelentős részét egy 1000 cm^3 -es mérőhengerbe öntjük. Ekkor a cipót a mérőedénybe helyezük és annyi magot öntünk vissza rá a mérőhengerből, hogy a mag az edényt teljesen kitöltse. A mérőhengerben visszamaradt magok térfogata egyenlő a cipó térfogatával. A térfogat a szélesség és a magasság értékeiből is számolható. Ez azért is fontos, mert a mért térfogaton kívül így kapunk egy számolt térfogatot is, ezáltal következtethetünk arra, hogy mennyire volt pontos a magkiszorítós alapuló mérésünk.

A térfogat kiszámolásához az alábbi képletet alkalmaztam:

$$V = 0,58 \cdot d^2 \cdot h$$

Az egyenlet tagjai:

d = szélesség (cm)

h = magasság (cm)

V = térfogat (cm^3)

3.4.2. Kenyérbélzet állománymérés

Az állományméréshez az SMS TA-XT Plus állománymérő berendezést (Stable Micro Systems, Egyesült Királyság) (**12. ábra**) alkalmaztam. A paraméterek beállításához és kiértékeléséhez a mérőműszerhez tartozó számítógépes Texture Expert nevű programot használtam. A mérések megkezdése előtt elvégeztem a műszer kalibrációját. A magasság hitelesítésénél beállítottam a

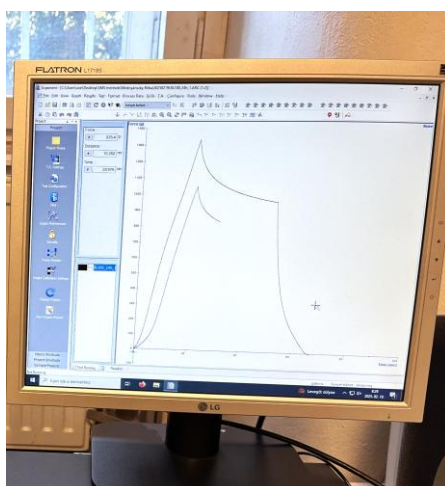
visszatérési magasságot is, ami kenyérbélzet vizsgálat esetén 35 mm. Ezt követően elvégeztem az erő hitelesítését is. Ehhez egy 2 kg-os súlyt használtam.

12. ábra – SMS TA-XT Plus állománymérő berendezés (Forrás: Saját munka)



A méréseimhez kb. 25 mm vastagságú szeleteket vágtam és mindegyik mintára 5 párhuzamos mérést végeztem. Eltarthatósági vizsgálatot is végeztem, ehhez frissen, 24 órásan és 48 órásan is megmértem a mintákat. A mintákat szobahőmérsékleten, bezacskózva tároltam, hogy megőrizze nedvességtartalmukat. A mérés során a mérőfej elindul lefelé a minta irányába és a kenyér felületét megérintve rögzíti a távolságot, azaz a pontos szeletvastagságot. Ezt követően, az előzőleg meghatározott vastagság 40%-ának megfelelően halad lefelé a nyomótest, az F1 pontig, mely során egyre növekvő görbe rajzolódik ki, hiszen a minta egyre tömörebbé válik a rá ható nyomóerők következtében. A pont elérését követően 30 másodpercig nem mozdul a mérőfej helyzete, azonban a mérőfejre ható erő csökken, ugyanis, a bélzetben a plasztikus és dinamikus komponensek között energia átrendeződés megy végbe. A 30 másodperc letelte után eléri az F2 pontot, majd elindul felfelé a mérőfej. A mérés alatt, a Texture Expert programban lehet nyomon követni a kirajzolódó erő-idő görbét (**13. ábra**). A függőleges tengelyen az erő, míg a vízszintes tengelyen az idő van jelölve.

13. ábra – Mérés során kirajzolódó erő-idő diagram (Forrás: Saját munka)



A mérési eredményekből rugalmasságot, relaxációt és merekséget számoltam. A rugalmasság a bélzet visszaalakulásának mértéke a szelet vastagságára vonatkoztatva. A relaxáció a bélzet lágyságát adja meg. A merekség, mely a minta vastagságának 40 %-áig történő behatolásakor mért maximális erő és az ehhez szükséges idő hányadosa, a bélzet frissességének követésére alkalmas paraméter.

Az állománymérés különböző paramétereinek kiértékelése a **7. táblázatban** látható.

7. táblázat - Állománymérés paramétereinek kiértékelése (Forrás: Saját munka)

Merekség (gs^{-1})	60 alatt	Friss jellegű bélzet
	60 - 120	Normál bélzet
	120 felett	Öregedett bélzet
Relaxáció (gs)	5000 alatt	Lágy
	5000 - 10000	Normál tulajdonságú
	10000 felett	Öregedett bélzet
Rugalmasság (%)	95 felett	Kitűnő
	95 - 90	Rugalmas
	90 - 85	Gyenge
	85 - 80	Még elfogadható
	80 alatt	Nem forgalmazható

3.4.3. Színmérés

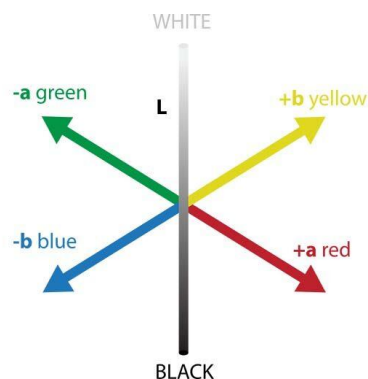
A színméréshez Minolta CR-310 színmérő készüléket (Konica Minolta, Japán) használtam (**14. ábra**). A mérés során a mérőfejében lévő xenonlámpa megvilágítja a felületet és különböző színpontokat mér. A méréshez kb. 25 mm vastagságú szeleteket vágtam. A mérés során a kenyereknek csak a bélzetét vizsgáltam. Mindegyik mintából 5 párhuzamos mérést végeztem.

14. ábra - Minolta CR-310 színmérő készüléket (Forrás: Saját munka)



A színmérő készülék működésének alapja a CIELAB színmodell, amely a CIE XYZ téből származik és fehér színű referenciával rendelkezik. Az $L^*a^*b^*$ színmodell a színt egy háromdimenziós színtérben (**15. ábra**) elfoglalt helyétől függően határozza meg. (Shaw and Fairchild, 2002)

15. ábra - CIELAB színinger-tér háromdimenziós modellje (Forrás: Leilich, 2023)



A CIELAB színinger-tér összetevői:

L^* : Világossági tényező. Azt mutatja meg, hogy a tárgy a megvilágító fény hány százalékát veri vissza. Ha $L^*=0$ akkor fekete, ha $L^*=100$ akkor fehér (a referencia világosságát éri el).

$+a^*$: vörös színezet

$-a^*$: zöld színezet

$+b^*$: sárga színezet

$-b^*$: kék színezet

A kapott L^* , a^* és b^* értékek alapján meghatározható a ΔE értéke (**8. táblázat**), ami két szín közötti színkülönbség mértékét jelzi. A ΔE értéke minél nagyobb, annál szembetűnőbb a színkülönbség az emberi szem számára.

8. táblázat - Az emberi szem által érzékelhető színkülönbségek (Forrás: Saját munka)

ΔE^*	érezelt különbség
$\Delta E^* \leq 0,5$	nem vehető észre
$0,5 < \Delta E^* \leq 1,5$	alig vehető észre
$1,5 < \Delta E^* \leq 3,0$	észrevehető
$3,0 < \Delta E^* \leq 6,0$	jól látható
$6,0 < \Delta E^*$	nagy

A színíngertérben két színpont közti színkülönbséget az alábbi egyenlettel tudjuk kiszámolni:

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

Az egyenlet tagjai:

$\Delta E^* =$ színkülönbség

$\Delta L^* = L^*_{\text{minta1}} - L^*_{\text{minta2}}$

$\Delta a^* = a^*_{\text{minta1}} - a^*_{\text{minta2}}$

$\Delta b^* = b^*_{\text{minta1}} - b^*_{\text{minta2}}$

3.4.4. Rosttartalom mérés

Az élelmi rost meghatározásának alapja a minta élelmi-rost tartalmának enzimátikus elemesztése, majd gravimetriás módszerrel történő visszamérése. Az összes élelmi rostot (TDF) tehát a szárított és zsírtalanított (ha a zsírtartalom >10%) mintából vett, két párhuzamoson határozzuk meg. Az emészthető szénhidrátokból egyszerű cukrok jönnek létre, melyek kicsapással és szűréssel eltávolításra kerülnek a mintából. A nem emészthető csapadék tartalmazza az élelmi rostot, de emellett tartalmaz fehérjét és szerves anyagokat is. Ezeket nem szabad beleszámítani az összes élelmi rostba, ezért a fehérjét és a szerves anyagot külön eljárás során kell mérni, és kivonni a tömegeből.

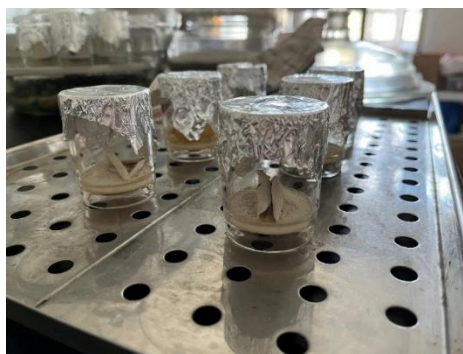
A mérés előkészítéséhez első lépésként kiszárítottam a kenyér mintákat, majd exsikkátorba (**16. ábra**) helyeztem őket. Ezt követően egy kézi daráló segítségével finom porrá őrültem a mintákat.

16. ábra - Kiszárított kenyér minták az exsikkátorban (Forrás: Saját munka)



A mintákat kb. 100 °C-on, hőstabil α -amilázzal főztem a keményítő zselatinizálódása, hidrolízise és depolimerizációja érdekében. Ezt követően, 60 °C-on inkubáltam proteázzal (a fehérjék oldódása és depolimerizációja érdekében) és amiloglükozidázzal (a keményítőfragmentumok glükózzá történő hidrolízise érdekében). Végül, átmostam négy térfogatrésznyi etanollal az oldható rostok kicsapása és a depolimerizált fehérje és glükóz (keményítőtől) eltávolítása érdekében. A maradékot leszűrtem. Ehhez a mintákat maradék nélkül átmostam a tégelyekbe 78%-os etanollal. A tégelyeket, vákuum alkalmazása mellett, 78%-os etanollal és 95%-os etanollal és acetonnal átmostam, majd szárítottam (szárítószekrényben 103°C-on) és végül visszamértem a mintákat (**17. ábra**). Az egyik párhuzamosnak meghatároztam a fehérjetartalmát Kjeldahl módszerrel, a másiknak pedig a hamutartalmát 525°C-on, 5 órán át tartó hamvasztással. Az összes élelmi rost a szűrt és szárított maradék tömege, csökkentve a fehérje és a hamu tömegével.

17. ábra - Elemésztett és kiszárított minták (Forrás: Saját munka)



4. Eredmények és értékelésük

4.1. Lisztvizsgálati módszerek eredményei

A lisztvizsgálati módszerek mérési eredményeinek összefoglalása a **9. táblázatban** található.

9. táblázat – Összefoglaló táblázat a mérési eredményekről (Forrás: Saját munka)

	Kamut búzaliszt	BL80 liszt
Nedvességtartalom (%)	11,26	12,99
Sikér index (%)	65,72	91,95
Vízfelvevő képesség (%)	71,0	67,0
Fehérje (g/100g)	13,5	10,5
Zsír (g/100g)	0,97	1,2
Hamu (g/100g)	0,95	0,62
Összes szénhidrát (g/100g)	84,58	87,68

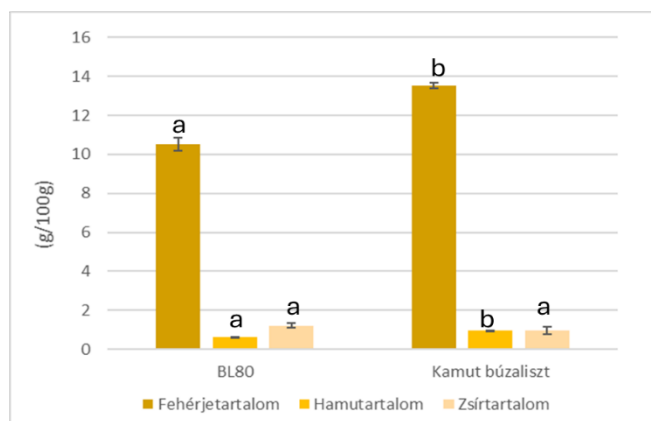
A mért nedvességtartalmak között eltérés tapasztalható azonban mindegyik liszt megfelel az előírt maximális 15%-os nedvességtartalomnak.

A sikér indexek értékei között jelentős az eltérés. A kamut búzaliszt esetében az ideális tartomány alsó határához közel eső értéket kaptunk, míg a BL80 liszt esetében egy erős sikérré utaló érték látható. A nagyobb sikér index jobb sütőiparú minőségű lisztre utal.

A vízfelvevő képesség eredményei hasonlóképpen alakultak a két minta esetében. A kamut búzaliszt esetében valamivel több vízre van szükség ahhoz, hogy a tészta elérje a konzisztencia maximumát.

A fehérjetartalmat illetően a kamut búzaliszt esetében jelentősen magasabb értéket mértem, míg az összes szénhidrát mennyisége alacsonyabb volt a BL80 lisztéhez képest. A hamutartalom is nagyobb volt a kamut búzaliszt esetében. A zsírtartalmak között nem volt szignifikáns különbség. A kémiai komponensek eredményeire lefuttattam a független mintás t-próbát, ezzel igazolva, hogy a két lisztminta bizonyos értékei között szignifikáns eltérés van. Ezek az eredmények a **18. ábrán** láthatóak és megerősítik a szakirodalomban is leírtakat.

18. ábra - Kémiai komponensekre lefuttatott független mintás t-próba eredményei (Forrás: Saját munka)



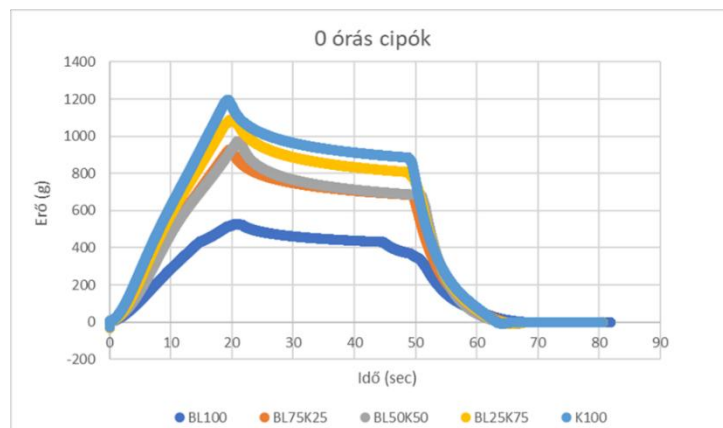
4.2. Próbacipók vizsgálati módszereinek eredményei

4.2.1. Állománymérés statisztikai kiértékelése

Kíváncsi voltam, hogy a lisztek hatása a cipók állományára szignifikánsan eltér-e. Első lépésként tehát lefuttattam az egytényezős varianciaanalízist (ANOVA), mely összehasonlította a különböző minták átlagait és kimutatta, hogy a mintaátlagok között statisztikailag szignifikáns különbség van-e. Amennyiben az ANOVA eredménye szignifikánsnak bizonyult, elvégeztem a Tukey-féle tesztet, amely a mintaátlagok páronkénti összehasonlításával foglalkozik, ezáltal megállapítható, hogy mely csoportpárok átlagai különböznek egymástól szignifikánsan.

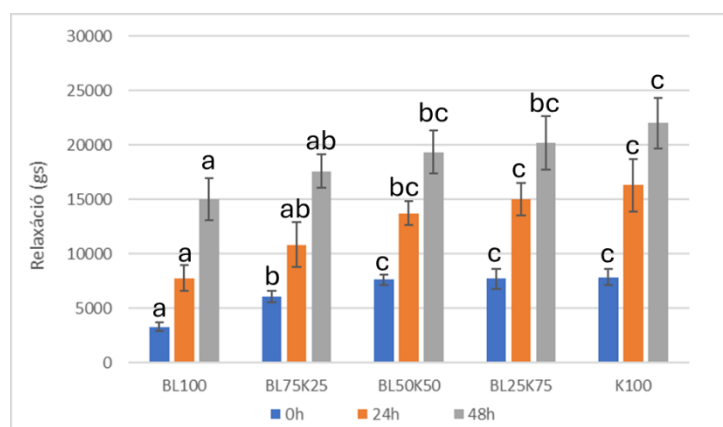
A 0 órás cipók állománymérése során kirajzolódó erő-idő diagram a **19. ábrán** látható. A legnagyobb erő kifejtésre a K100 mintánál került sor, míg a legkisebb erő kifejtésre a BL100 minta esetében volt szükség. Ebből arra következtettek, hogy a 100%-ban BL80 lisztből készült cipó szerkezete levegősebb, ami valószínűsíthetően a stabilabb sikerhálónak köszönhető.

19. ábra - Próbacipók állománymérésének eredményei az erő-idő diagramon (Forrás: Saját munka)



A bélzet lágyágát a relaxáció értéke határozza meg. A különböző próbacipók relaxációs értékeinek összehasonlításához elvégeztem az egytényezős varianciaanalízist mindegyik mérési napra. Ezen eredmények a **20. ábrán** láthatóak. Mindegyik mérési napon a BL100 minta minősült a leglágyabbnak, míg a K100 minta bélzete bizonyult a legszárazabbnak. Ez megerősíti a 19. ábrán látottakat, azaz, hogy a 100%-ban kamut búzalisztből készült cipó összenyomásához kellett a legtöbb erőt kifejtenie a műszernek. Az első mérési napon a BL100 minta bélzete lágynak, a többi minta bélzete normál tulajdonságúnak minősült. Ezt a szignifikáns eltérést az ANOVA eredményei is megerősítették. A 24 órás méréseknél, a szórásokat is figyelembe véve, csak a BL100 és a BL75K25 minták bélzete minősült normál tulajdonságúnak, közöttük nem volt szignifikáns eltérés. A 48 órás mérés során mindegyik cipó bélzete a száraz tartományba esett.

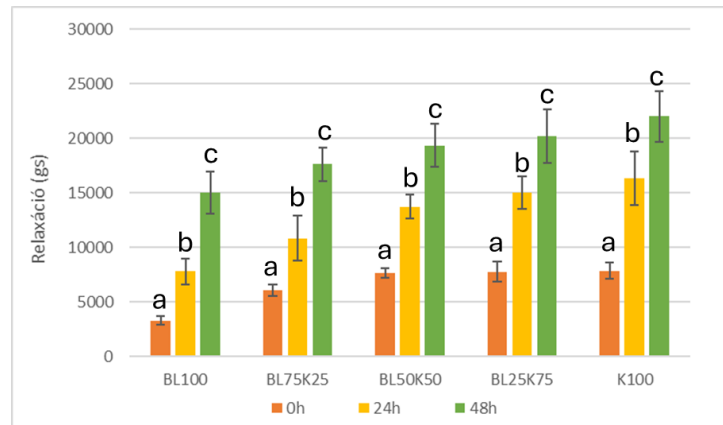
20. ábra – A próbacipók relaxációs értékeinek összehasonlításra lefuttatott ANOVA mindhárom mérési napra (Forrás: Saját munka)



Arra is kíváncsi voltam, hogy az egyes próbacipók bélzete a különböző mérési napokon hogyan változott, így ennek megvizsgálására is lefuttattam az ANOVA-t. A kapott eredmények a **21.**

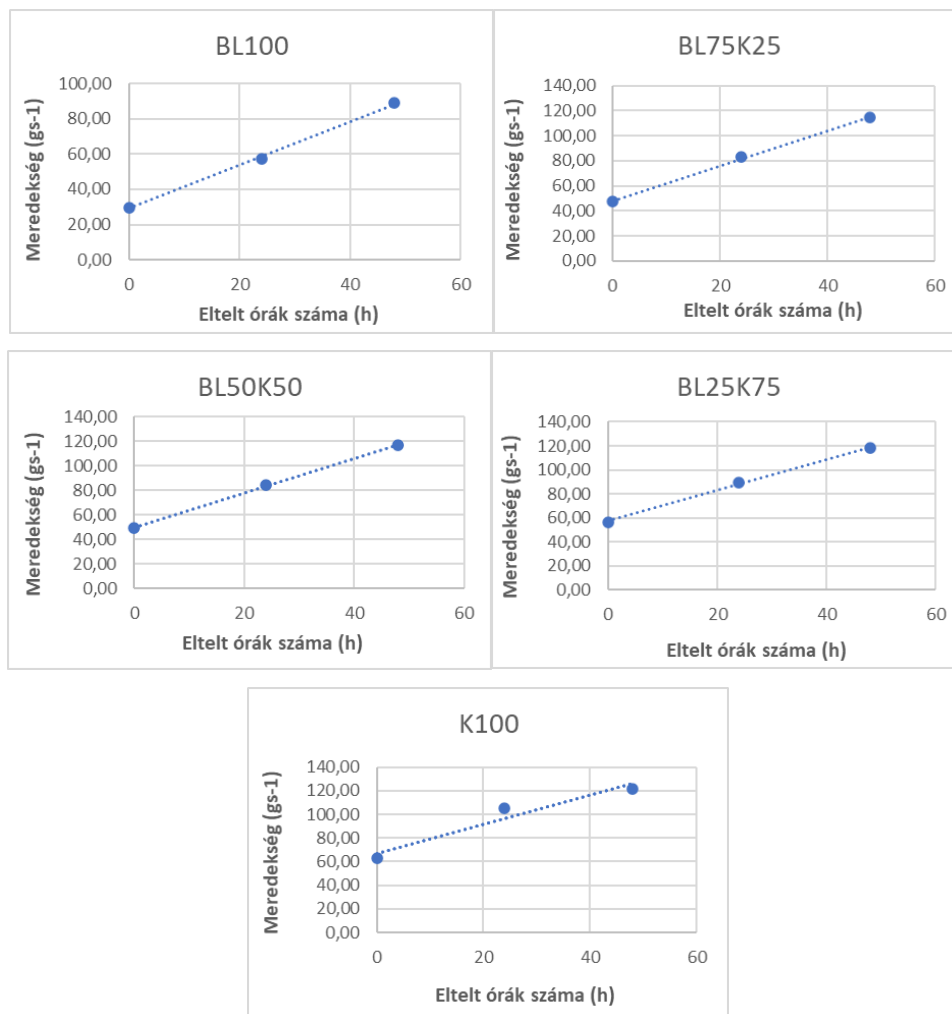
ábrán láthatóak. Megfigyelhető, hogy mindegyik minta esetében szignifikáns eltérés tapasztalható az egyes mérési napok között.

21. ábra – Az ANOVA eredményei az egyes próbacipők relaxációs értékeinek változásáról az idő függvényében (Forrás: Saját munka)



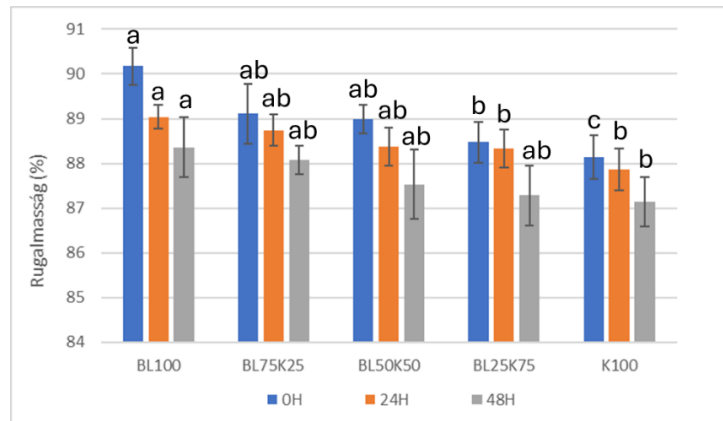
A meredekség a bélzet öregedésének követésére legalkalmasabb paraméter, mely értékei a **22. ábrán** láthatóak. A próbacipők bélzetének öregedési folyamata állandó, lineáris tendenciával jellemezhető, bár a K100 minta esetében nem pontosan illeszkednek az értékek a görbére. A BL75K25 és BL50K50 cipők meredekségi értékei hasonlóképpen alakultak a három mérési napon. Minden esetben a K100 minta hozta a legmagasabb értékeket. A bélzet öregedési ütemének elemzésére százalékszámítást is végeztem. Az eredmények megerősítették, hogy az első 24 órában öregedtek a legnagyobb mértékben a cipők. A BL100 minta esetében 93%-kal, míg a K100 minta esetében 67%-kal nőttek az értékek a kezdeti 0 órás értékükhöz képest. A BL75K25 minta értéke 74%-kal, míg a BL50K50 minta értéke 72%-kal nőtt. Az első 24 órában a legkisebb változás a BL25K75 minta esetében volt tapasztalható, amely 58%-os értéknövekedést mutatott. A 24 és a 48 órás mérések között kisebbek voltak az eltérések. A K100 minta esetében csupán 15,78%-os növekedést jelentett. A meredekség értékeiből, valamint a százalékszámításból azt a következtetést vonom le, hogy a BL80 lisztet nagyobb arányban tartalmazó cipők bélzete frissen nagyon lágy és levegős, azonban szembetűnőbb a bélzet változása az első 24 órában.

22. ábra - Az egyes próbacipók bélzetének változása az órák elteltével (Forrás: Saját munka)



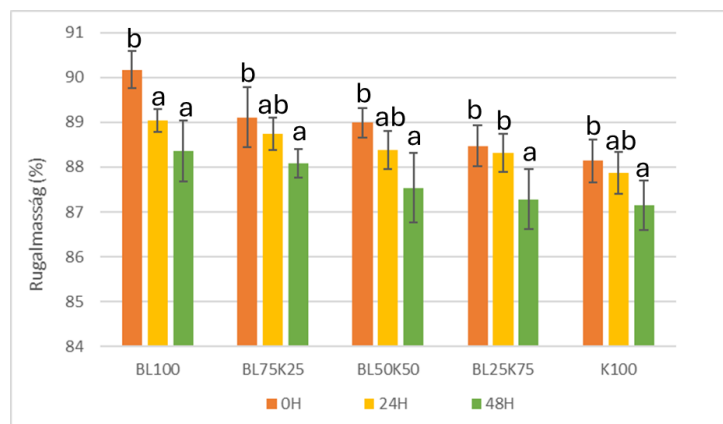
A cipók bélzetének rugalmassága, szintén egy fontos paraméter. Ennek értékei a **23. ábrán** láthatóak. A diagramról leolvasható, hogy a BL100 minta bélzete volt a legrugalmasabb, míg a K100 mintáé volt a legkevésbé rugalmas. Az első mérési napon a BL100 minta az összes többi mintától szignifikánsan különbözött. Általánosságban elmondható, hogy a BL75K25, BL50K50 és a BL25K75 cipók értékei mindhárom mérési napon hasonlóképpen változtak. A 48 órás mérésnél csak a BL100 és a K100 minta között volt szignifikáns eltérés. Az idő előrehaladtával, bár csökkenek a rugalmassági értékek, de az élelmiszerkönyvi előírásnak (legalább 80%) mindegyik minta mindhárom mérési napon megfelelt, még úgy is, hogy a szórások értékeit is figyelembe vesszük.

23. ábra - A próbacipók rugalmassági értékeinek összehasonlításra lefuttatott ANOVA mindhárom mérési napra (Forrás: Saját munka)



A rugalmasság értékeinek esetében is kíváncsi voltam arra, hogy az egyes próbacipók bélzetének rugalmassága, hogyan változik az idő előrehaladtával, ezért ebben az esetben is elvégeztem az egytényezős varianciaanalízist. A kapott eredmények a **24. ábrán** láthatóak.

24. ábra - Az ANOVA eredményei az egyes próbacipók rugalmassági értékeinek változásáról az idő függvényében (Forrás: Saját munka)

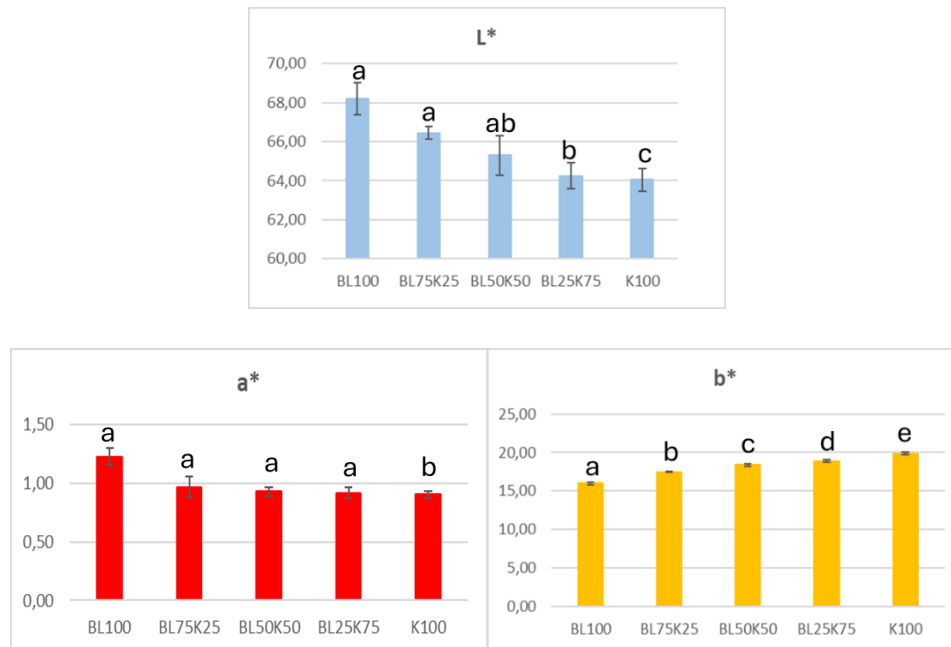


4.2.2. Színmérés

A színmérés során kapott eredményekre (L^* , a^* , b^*) átlagot és szórást számoltam (**25. ábra**), valamint a referencia próbacipóhoz (BL100) viszonyítva a színkülönbségeket (ΔE^*) is kiszámoltam. A kapott értékek megerősítik a szemmel látható különbségeket. A BL100 minták bizonyultak a legvilágosabbnak, azaz náluk volt mérhető a legmagasabb L^* érték, míg a K100 minták esetében volt a legalacsonyabb. Az a^* érték, ami a vörös színezetre utal, ismét a BL100

minta esetében volt a legmagasabb és szignifikánsan eltért a többi mintától. Végül, a b*, ami a sárga színezetre utal, a K100 minta esetében volt a legmagasabb, míg a BL100 minta esetében a legalacsonyabb. Mindegyik minta között szignifikáns eltérés volt tapasztalható.

25. ábra – A színmérés paramétereinek diagramon való ábrázolása (Forrás: Saját munka)



A kamut búzaliszt szakirodalom alapján megállapított nagyobb karotinoid tartalma miatt várható volt, hogy legalább észrevehető, de inkább jól láthatóak lesznek a különbségek az adott minták színei között. A kapott eredmények (**10. táblázat**) ezt meg is erősítették. Attól függően, hogy milyen arányban tartalmaz kamut búzalisztet és BL80 lisztet a cipó, a világos-sötét, illetve a fehér-sárga színskálán változik az árnyalata. A **26. ábra** szemlélteti ezeket a szemmel is jól látható különbségeket.

10. táblázat - Próbacipók színeinek összehasonlítása (Forrás: Saját munka)

Próbacipók	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	Különbség
BL100-BL75K25	1,76	0,31	1,47	2,31	észrevehető
BL100-BL50K50	2,9	0,5	2,4	3,80	jól látható
BL100-BL25K75	3,95	0,46	2,93	4,94	jól látható
BL100-K100	4,14	0,35	3,91	5,71	jól látható

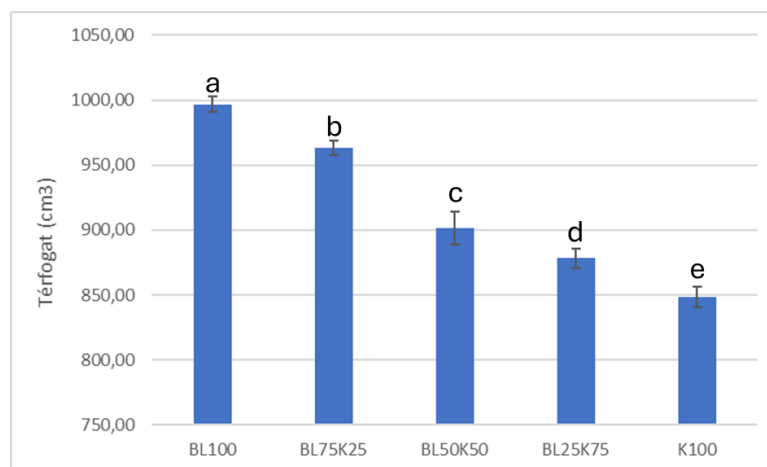
26. **ábra** - Kisült próbacipók (Forrás: Saját munka)



4.2.3. Térfogatmérés eredményei

A próbacipók térfogatának értékei a **27. ábrán** láthatóak. A BL100 cipó térfogata volt a legnagyobb, míg a legkisebb térfogatot a K100 minta esetében mértem. Jól látható, hogy a BL80 liszt mennyiségének növelésével arányosan nő a cipók térfogata. Az ANOVA és a Tukey's post hoc teszt eredményei is megerősítették, hogy a cipók térfogata szignifikánsan különbözik.

27. **ábra** - Próbacipók térfogata (Forrás: Saját munka)



4.2.4. Rosttartalom mérési eredményei

A rosttartalom mérésének eredményei a **11. táblázatban** láthatóak. A kamut búzaliszt mennyiségének növelésével arányosan nő a cipók rosttartalma, azonban a 100%-ban kamut búzalisztból készült cipó esetében visszaesés tapasztalható. A legmagasabb rosttartalma a BL25K75 cipónak volt.

11. táblázat - Rosttartalom mérési eredményei (Forrás: Saját munka)

<i>Minta</i>	<i>Rost [%wb]</i>
<i>BL100</i>	3,49
<i>BL75K25</i>	3,55
<i>BL50K50</i>	3,73
<i>BL25K75</i>	4,03
<i>K100</i>	3,50

5. Következtetések és javaslatok

A különböző paramétereket összevetve arra a következtetésre jutottam, hogy a kamut búzaliszt megfelelő mennyiségben történő felhasználása kenyér készítéséhez, javíthatja a végtermék tápanyagtartalmát. A kamut búzaliszttal készült cipók fizikai jellemzőit illetően megállapítottam, hogy színük enyhén sárgás, térfogatuk pedig kisebb a csak BL80 lisztből készült cipóéhoz képest. A csak kamut búzalisztból készült kenyerek bélzete tömörebbnek bizonyult. Ami a kenyerek eltarthatóságát illeti, a csak BL80 lisztet tartalmazó cipó bélzete lágyabb és frissebb a csak kamut búzalisztet tartalmazó cipóéhoz képest, valamint alacsonyabb ütemben történik a bélzet öregedése. A két lisztet különböző mennyiségben tartalmazó cipók fizikai jellemzői a lisztek arányától függően változik.

A mérési eredmények alapján megállapítható, hogy a BL80 lisztet lehet kamut búzaliszttal helyettesíteni, azonban, csak a részben történő helyettesítés esetén kapunk olyan fizikai tulajdonságokkal rendelkező cipót, ami nem tér el szignifikáns mértékben a csak BL80 lisztből készült cipó minőségéhez képest. Ennek egyik oka, hogy a 100%-ban kamut búzalisztból készült cipóknak rövidebb az eltarthatósága. A kémiai komponensek mérési eredményei arra utalnak, hogy a kamut búzaliszt hozzájárul a kenyér tápanyag összetételének javításához, ugyanis, magasabb a fehérje- és a rosttartalma, valamint ásványi anyagokban gazdag. Magas karotinoid tartalmának köszönhetően antioxidáns hatása is van. Az említett tények alapján a 75%-ban kamut búzalisztet és 25%-ban BL80 lisztet tartalmazó cipó (BL25K75 minta) lehet a megfelelő választás. A reológiai vizsgálatok során a BL80 lisztet nagy mennyiségben tartalmazó cipók jobb értékeket hoztak, azonban a BL50K50 és a BL25K75 minták között nem volt szignifikáns eltérés, így a jobb tápanyagösszetétel miatt, a kamut búzalisztet nagyobb mennyiségben tartalmazó lisztkeveréket javaslom. A BL25K75 cipó bélzete bár nem olyan laza szerkezetű, mint az ennél nagyobb mennyiségben BL80 lisztet tartalmazó cipóké, valamint az eltarthatósági ideje is rövidebb, mégis a jobb tápanyag-összetétele miatt megfelelő választás lehet azok számára, akik az élelmiszer belső értékeit veszik előtérbe a fizikai tulajdonságokkal szemben. Szakdolgozatom mérései során csupán egy fajta kamut búzalisztet vizsgáltam meg, így a kapott értékek többnyire erre a mintára vonatkoznak. Ahhoz, hogy komplexebb képet kaphassunk a kamut búzaliszt fizikai jellemzőit, valamint kémiai összetételét illetően, javaslom a különböző márkájú és évjáratú kamut búzalisztek megvizsgálását. Ezáltal, elegendő adat állhat rendelkezésre ahhoz, hogy biztos következtetéseket lehessen levonni.

6. Összefoglalás

Munkám célja a kamut búzaliszt technofunkciós hatásának megvizsgálása volt a legnépszerűbb sütőipari termékben: a kenyérben. Elsősorban a cipók tápanyag összetételére, valamint szín- és állománybeli különbségeire voltam kíváncsi. Olyan kenyér fejlesztése volt a cél, ami a hagyományos liszttel készült termékek fizikai jellemzőivel azonosak, vagy ahhoz nagyon hasonlóak, de emellett az egészséges táplálkozást követők diétájába is beilleszthető.

A kamut búzaliszt mellett BL80 liszttel dolgoztam és ezekből öt különböző arányban cipót készítettem. Az etalon a 100%-ban BL80 lisztet tartalmazó cipó volt. Emellett, készítettem egy 100%-ban csak kamut búzalisztet tartalmazó cipót is. A másik három cipó pedig 25-, 50- és 75%-ban tartalmazta a kamut búzalisztet. A mintákat kémiai-, fizikai- és reológiai vizsgálatoknak vettem alá.

A munkám a lisztek megvizsgálásával kezdődött, mely során megmértem a lisztek fehérje-, zsír- és hamutartalmát, valamint elvégeztem az olyan lisztminősítési vizsgálatokat is, mint például a vízfelvevőképesség és a siker index. A kamut búzaliszt **13,5%**-os fehérjetartalma megerősítették a szakirodalomban olvasottakat. Továbbá, a kamut búzalisztet nagyobb mennyiségben tartalmazó cipóknál magasabb rosttartalom volt mérhető. A BL25K75 cipó esetében ez **4,03%wb** volt. A kamut búzaliszt, tehát, hozzájárulhat a végtermék tápanyag-összetételének javításához.

Ezt követően elvégeztem a cipók olyan fizikai paramétereinek megmérését, mint a térfogat, az állomány és a szín. A cipók szerkezetét frissen, 24 órásan és 48 órásan mértem SMS állománymérő berendezéssel. Az állománymérés különböző paramétereit által komplex képet kaptam az adott cipó bélzetének frissességét, légységét, valamint rugalmasságát illetően. Az állományvizsgálat kiértékeléséhez elvégeztem, továbbá, az egytényezős varianciaanalízist is (ANOVA). A kapott eredmények azt mutatták, hogy a BL100 minta bélzete a leglágább és az idő múlásával is ez a minta tartotta meg legjobban a puhaságát. Ezzel szemben, a K100 minta bizonyult a legtömörebb és a legkevésbé friss bélzetűnek. A statisztikai kiértékelés is megerősítette, hogy a lisztek hatása a cipók szerkezetére szignifikánsan eltér.

A színmérést MINOLTA színmérő készülékkel végeztem és a kapott értékek alapján színkülönbséget számoltam. Az eredmények azt mutatták, hogy a kamut búzaliszt mennyiségének növelésével nő a sárga színezet mértéke, míg a BL80 lisztet nagyobb

mennyiségben tartalmazó cipók színe világosabb. A BL100 és a K100 minták ΔE értéke **(5,70)** is megerősítette, ezt a jól látható színekülönbséget.

A különböző paramétereket összevetve arra a következtetésre jutottam, hogy a megfelelő arányban kamut búzalisztet és BL80 lisztet tartalmazó cipó jó minőségi és érzékszervi tulajdonságokkal rendelkezik, valamint, a kamut búzaliszt hozzájárul a végtermék tápanyagtartalmának javításához. Megfelelő választás lehet a BL25K75 minta, ami rendelkezik a kamut búzaliszt által nyújtott előnyökkel, mint például a magasabb fehérje- és élelmi rosttartalom, azonban a 100%-ban kamut búzalisztből készült cipóhoz képest jobb reológiai tulajdonságokkal rendelkezik.

7. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőimnek, **Dr. Kóczán Györgyné** egyetemi adjunktusnak és **Dr. Benes Eszter Luca** egyetemi tanársegédnek, a sok segítségért, a folyamatos támogatásukért és legfőképpen a kitüntető bizalmukért.

8. Irodalomjegyzék/Felhasznált irodalmak

- Bordoni, A., Danesi, F., Di Nunzio, M., Taccari, A., Valli, V., 2017. Ancient wheat and health: a legend or the reality? A review on KAMUT khorasan wheat. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 68, 278–286. <https://doi.org/10.1080/09637486.2016.1247434>
- Cauvain, S., 2015. *Technology of Breadmaking*, Third Edition. ed. Springer International Publishing Switzerland, Perth, Western Australia.
- Foschia, M., Peressini, D., Sensidoni, A., Brennan, C.S., 2013. The effects of dietary fibre addition on the quality of common cereal products. *Journal of Cereal Science* 58, 216–227. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2013.05.010>
- Goel, S., Singh, M., Grewal, S., Razzaq, A., Wani, S.H., 2021. Wheat Proteins: A Valuable Resources to Improve Nutritional Value of Bread. *Front. Sustain. Food Syst.* 5. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.769681>
- Kurek, M., Wyrwicz, J., 2015. (PDF) The Application of Dietary Fiber in Bread Products. ResearchGate. <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000447>
- Leilich, K., 2023. What Is CIELAB? [WWW Document]. Datacolor. URL <https://www.datacolor.com/business-solutions/blog/what-is-cielab/> (accessed 3.28.25).
- Marsden, M., 2025. Beyond Long-Distance Nationalism: Khorasan and the Re-imagination of Afghanistan. *Comparative Studies in Society and History* 67, 90–115. <https://doi.org/10.1017/S0010417524000318>
- Park, H., Cha, J.-K., Lee, S.-M., Kwon, Y., Jeong, S.-K., Kim, K.-M., Kim, W.-J., Lee, J.-H., 2025. Evaluation of agronomic and nutritional traits in Khorasan wheat (*Triticum turgidum* subsp. *turanicum*) under Korean conditions. *Journal of Food Composition and Analysis* 108391. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2025.108391>
- Peressini, D., 2017. Valutazione della qualità tecnologica del frumento mediante indici reologici di tipo fondamentale [WWW Document]. URL https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:5sazwliCmL8J:scholar.google.com/+caratteristiche+della+farina+di+grano&hl=it&as_sdt=0,5 (accessed 2.3.25).
- Prieto-Vázquez del Mercado, P., Mojica, L., Morales-Hernández, N., 2022. Protein Ingredients in Bread: Technological, Textural and Health Implications. *Foods* 11, 2399. <https://doi.org/10.3390/foods11162399>

- Roumia, H., Kókai, Z., Mihály-Langó, B., Csobod, É.C., Benedek, C., 2023. Ancient Wheats—A Nutritional and Sensory Analysis Review. *Foods* 12, 2411. <https://doi.org/10.3390/foods12122411>
- Shaw, M., Fairchild, M., 2002. Evaluating the 1931 CIE color-matching functions. *Color Research & Application* 27, 316–329. <https://doi.org/10.1002/col.10077>
- Shewry, P.R., 2018. Do ancient types of wheat have health benefits compared with modern bread wheat? *Journal of Cereal Science* 79, 469. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.11.010>
- Sofi, F., Whittaker, A., Cesari, F., Gori, A.M., Fiorillo, C., Becatti, M., Marotti, I., Dinelli, G., Casini, A., Abbate, R., Gensini, G.F., Benedettelli, S., 2013. Characterization of Khorasan wheat (Kamut) and impact of a replacement diet on cardiovascular risk factors: cross-over dietary intervention study. *Eur J Clin Nutr* 67, 190–195. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2012.206>
- Zhang, J., Guo, Z., Ren, Z., Wang, S., Yue, M., Zhang, S., Yin, X., Gong, K., Ma, C., 2023. Rapid determination of protein, starch and moisture content in wheat flour by near-infrared hyperspectral imaging. *Journal of Food Composition and Analysis* 117, 105134. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105134>

9. Ábrák és táblázatok jegyzéke

9.1. Ábrajegyzék

1. ábra - A búzateszta gluténmátrixába zárt gázmolekulák illusztrációja (Forrás: Goel et al., 2021 nyomán).....	10
2. ábra – Felhasznált lisztek (Forrás: Saját munka).....	12
3. ábra – Sartorius MA50 gyors nedvességmérő (Forrás: Saját munka).....	13
4. ábra – GLUTOMATIC 2200 sikérmosó berendezés (Forrás: Saját munka).....	14
5. ábra – Perten centrifuga (Forrás: Saját munka).....	14
6. ábra – Farinográf berendezés (Forrás: Saját munka).....	15
7. ábra – Gerhardt Kjeldaterm berendezés (Forrás: Saját munka).....	16
8. ábra – Gerhardt Vapodest berendezés (Forrás: Saját munka).....	17
9. ábra – Visszatitrálás pH mérő elektród és indikátor jelenlétében (Forrás: Saját munka).....	17
10. ábra – Soxtec 2055 berendezés (Forrás: Saját munka).....	19
11. ábra - Próbacipók kelesztése szakajtóban (Forrás: Saját munka).....	21
12. ábra – SMS TA-XT Plus állománymérő berendezés (Forrás: Saját munka).....	23
13. ábra – Mérés során kirajzolódó erő-idő diagram (Forrás: Saját munka).....	24
14. ábra - Minolta CR-310 színmérő készüléket (Forrás: Saját munka).....	25
15. ábra - CIELAB színinger-tér háromdimenziós modellje (Forrás: Leilich, 2023).....	25
16. ábra - Kiszáritott kenyér minták az exsikkátorban (Forrás: Saját munka).....	27
17. ábra - Elemésztett és kiszáritott minták (Forrás: Saját munka).....	27
18. ábra - Kémiai komponensekre lefuttatott független mintás t-próba eredményei (Forrás: Saját munka).....	29
19. ábra - Próbacipók állománymérésének eredményei az erő-idő diagramon (Forrás: Saját munka).....	30
20. ábra – A próbacipók relaxációs értékeinek összehasonlításra lefuttatott ANOVA mindhárom mérési napra (Forrás: Saját munka).....	30
21. ábra – Az ANOVA eredményei az egyes próbacipók relaxációs értékeinek változásáról az idő függvényében (Forrás: Saját munka).....	31
22. ábra - Az egyes próbacipók bélzetének változása az órák elteltével (Forrás: Saját munka).....	32
23. ábra - A próbacipók rugalmassági értékeinek összehasonlításra lefuttatott ANOVA mindhárom mérési napra (Forrás: Saját munka).....	33
24. ábra - Az ANOVA eredményei az egyes próbacipók rugalmassági értékeinek változásáról az idő függvényében (Forrás: Saját munka).....	33
25. ábra – A színmérés paramétereinek diagramon való ábrázolása (Forrás: Saját munka).....	34

26. ábra - Kisült próbacipók (Forrás: Saját munka)	35
27. ábra - Próbacipók térfogata (Forrás: Saját munka)	35

9.2. Táblázatjegyzék

1. táblázat - Az egyes búzák kémiai összetétele (Bordoni et al., 2017 nyomán)	7
2. táblázat - A kamut búzaliszt fiziko-kémiai jellemzői (Forrás: Balestra et al., 2015 nyomán)	11
3. táblázat - Próbacipó receptúrája (MSZ 6369/8-1988).....	12
4. táblázat – Kjeldahl roncsolás időtartama és hőmérséklete (Forrás: Saját munka)	16
5. táblázat – Extrakció ideje (Forrás: Saját munka)	19
6. táblázat – Próbacipók százalékos összetétele (Forrás: Saját munka)	21
7. táblázat - Állományérés paramétereinek kiértékelése (Forrás: Saját munka)	24
8. táblázat - Az emberi szem által érzékelhető színelkülönbségek (Forrás: Saját munka)	26
9. táblázat – Összefoglaló táblázat a mérési eredményekről (Forrás: Saját munka).....	28
10. táblázat - Próbacipók színeinek összehasonlítása (Forrás: Saját munka)	34
11. táblázat - Rosttartalom mérési eredményei (Forrás: Saját munka)	36

10. Hallgatói nyilatkozat

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat / diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: MEDNYÁNSZKY RÉKA VIKTÓRIA
A Hallgató Neptun kódja: BXZHC D
A dolgozat címe: A KAMUTBÚZALISZT TECHNOFUNKCIÓS HATÁSA
A megjelenés éve: 2025
A konzulens intézetének neve: ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS TECHNOLÓGIA INTÉZET
A konzulens tanszékének a neve: GABONA ÉS IPARINÖVÉNY TECHNOLÓGIA TANSZÉK

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

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

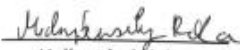
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

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 repozitóri rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitóri rendszerében.

Kelt: 2025 év 10 hó 01 nap


Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

11. Konzulensi nyilatkozat

NYILATKOZAT

Mednyánszky Réka Viktória (hallgató Neptun azonosítója: **BXZHCD**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ 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 nem³

Kelt: Budapest, 2025. 08. 28.


belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

12. Nyilatkozat a mesterséges intelligencia (MI) használatáról

2. számú függelék

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	MEDNYÁNSZKY REKA VIKTORIA
Neptun-kódja:	
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	SZAKDOLGOZAT KÉSZÍTÉS
A munka címe:	A KAMUT BÜZALISZT TECHNOPUNKCIÓS HATÁSA

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válaszson egyet az alábbi lehetőségek közül!)

- A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.
(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)
- B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.
(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztens vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrekcióra, ötletek stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasználói hangsúlyosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve, verziója, elérhetősége	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma

3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladatpárokon; csak konkrét eszköz használatára engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentáció forma stb.

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....

.....

.....

4. Doktori képzésben résztvevők nyilatkozata*

A doktori képzésben részt vevő hallgatókra a fentiek túl az alábbi további szabályok vonatkoznak:

- Kötelező ismerettség:** A II. Táblázatban feltüntetett minden MI-használat körülményeit az értekezés "Anyag és módszer" fejezetében részletesen be kell mutatni.
- Témavezetői eljegyzés:** A nyilatkozatot a témavezetőnek is jóvá kell hagynia.

Kijelentem, hogy a fentebb részletezett, a doktori képzésre vonatkozó külön szabályokat megismertem és a disszertációm elkészítése során maradéktalanul betartom.

5. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgálom, szerkesztem és a munkába illeszttem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyletem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: Budapest, 2025. 10. 21. nap

Mednyánszky Reka

Hallgató aláírása

Kozulenszki Csilla

Konzulens/Témavezető aláírása

* Ez a pont kizárólag a doktori képzésű hallgatókra vonatkozik, más képzési szinteken a rész a Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozati űrlőből a dokumentumból.