

SZAKDOLGOZAT

Kun Henriett

2025



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

KÜLÖNBÖZŐ GABONÁK ÉS ÉDESBURGONYA
FELHASZNÁLÁSÁVAL KÉSZÜLT KENYEREK
ELTARTHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA

Belső konzulens:

Dr. Kóczán Györgyné
egyetemi adjunktus

Belső konzulens intézete:

Élelmiszertudományi és
Technológiai Intézet

Készítette:

Kun Henriett

Budapest
2025

Tartalomjegyzék

1.	BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK.....	2
2.	SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	4
2.1.	ÉDESBURGONYA TULAJDONSÁGAI ÉS HASZNOS TÁPÉRTÉKEI	4
2.2.	TÖNKÖLYBÚZA (TRITICUM SPELTA) LISZT TULAJDONSÁGAI	5
2.3.	ALAKORBÚZA (TRITICUM MONNOCOCCUM L.) LISZT TULAJDONSÁGAI	6
2.4.	DURUMBÚZA (TRITICUM DURGIDUM L.) LISZT TULAJDONSÁGAI	7
2.5.	KOVÁSZOLÁS.....	9
3.	ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK	11
3.1.	FELHASZNÁLT ANYAGOK.....	11
3.2.	ELŐKÍSÉRLET AZ ÉDESBURGONYA ALKALMAZÁSÁHOZ.....	11
3.3.	KENYÉRKÉSZÍTÉS	12
3.4.	LISZTVIZSGÁLATI MÓDSZEREK ISMERTETÉSE	14
3.4.1.	NEDVESSÉGTARTALOM.....	14
3.4.2.	SIKÉRMOSÁS:.....	14
3.4.3.	FARINOGRÁF:.....	15
3.5.	KENYÉR BÉLZETÉNEK SZÍNVIZSGÁLATA	16
3.6.	KENYEREK ÉRZÉKSZERVI VIZSGÁLATÁNAK BEMUTATÁSA.....	18
3.7.	TÁROLÁSI PRÓBA ISMERTETÉSE.....	19
3.7.1.	TÁROLÁSI PRÓBA OTTHONI KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT.....	19
3.7.2.	TÁROLÁSI PRÓBA LABORBAN.....	19
3.8.	KENYEREK SZERKEZETVIZSGÁLATÁNAK BEMUTATÁSA	20
4.	EREDMÉNYEK ÉS KIÉRTÉKELÉSÜK	22
4.1.	LISZTVIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI	22
4.1.1.	NEDVESSÉGTARTALOM VIZSGÁLAT.....	22
4.1.2.	SIKÉRMOSÁS VIZSGÁLAT.....	23
4.1.3.	FARINOGRÁFOS VIZSGÁLAT.....	25
4.2.	KENYÉR VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI	27
4.2.3.	TÁROLÁSI PRÓBA	29
4.2.4.	ÉRZÉKSZERVI VIZSGÁLAT	33
4.2.5.	KENYÉR BÉLZETÉNEK SZÍNMÉRÉSE.....	37
5.	KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	39
6.	ÖSSZEFOGLALÁS	40
7.	IRODALMI JEGYZÉK.....	41
8.	TÁBLÁZATOK ÉS ÁBRÁK JEGYZÉKE.....	42
9.	MELLÉKLETEK.....	44
10.	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	49
11.	NYILATKOZATOK.....	50

1. Bevezetés és célkitűzések

Milyen a jó kenyér?

Erre a kérdésre nem létezik egy olyan válasz, amivel mindenki teljes mértékben egyet értene, hiszen ez függ az ízléstől, az adott ország kultúrájától és természeti adottságaitól is.

Magyarországon mondhatni, hogy hagyománya van a kenyérfogyasztásnak és egyre nagyobb népszerűségnek örvend az otthoni kenyérsütés és a különleges kenyerek fejlesztése.

Régen szinte minden vidéki háztartásban saját maguk sütötték a kenyeret az emberek, de ahogyan fejlődött a világ és a családi élet is teljesen átalakult az emberek többsége áttért arra, hogy pékségből veszi a kenyeret. Az utóbbi években viszont újra reneszánszát éli a kenyérsütés az otthonokban. Emellett rengetegen keresik az új ízeket, minél különlegesebb egy kenyér, annál izgalmasabb.

Mindezek mellett a mai rohanó világban igenis szükségünk van a pékségekre, hiszen nagyon kevés az olyan emberek száma, akiknek van annyi idejük, hogy mindig friss kenyeret süssenek otthon.

Ezeket a változásokat én magam is megfigyeltem és megéltem az utóbbi időben, ráadásul amellet, hogy a magánéletemben is egyre jobban kezdett érdekelni az, hogy otthon tudjak kenyeret készíteni, egy pékség szemszögéből is láthattam a trendek és igények változását. Ma már egy sima fehér kenyér nem elégíti ki a fogyasztók igényeit, sokan szeretnek új ízeket felfedezni, a közönséges búzán kívül más gabonából készült kenyeret kipróbálni.

Ezek a megfigyelések sarkalltak arra, hogy egy olyan témát válasszak, ami nem csak hogy érdekes, de hasznos is az életünkben.

Egy kenyér vásárlásakor vagy sütésekor több szempontnak próbálunk megfelelni, de véleményem szerint a három legfontosabb: az íz, az eltarthatóság és a felhasznált alapanyagok. Egyre többen törekszenek arra, hogy minél kevesebb mesterséges alapanyagot fogyasszanak, így a kenyérnél is egyre nagyobb figyelmet szentelnek arra, hogy miből készült. Sokféle gabonából készíthetünk lisztet, amiből nagyszerű kenyeret lehet sütni. A választott gabona nagyban meghatározza, hogy milyen ízvilágot és kinézetet kapunk. Emellett, mint már említettem, sokan keresik azt, hogy egy adott kenyér mitől különleges, de ugyanakkor természetes. Az édesburgonya is egy olyan alapanyag, ami az elmúlt években egyre nagyobb népszerűségnek örvend hazánkban is, innen jött az ötlet, hogy próbáljuk ki, hogy milyen kenyeret tudunk vele sütni.

Négy féle búza lisztjéből (aestivum,tönköly, alakor, durum) és édesburgonyából készült kovászos kenyereket fogunk összehasonlítani egymással és megvizsgálni, hogy melyiknek a legjobb az eltarthatósága, az állaga és nem utolsó sorban az íze.

Elsőkörben az adott liszteket fogjuk laborban vizsgálat alá vonni, majd az ezekből készült kenyerek bélzetét is megvizsgáljuk. Tárolási próbával pedig megfigyeljük, hogy melyik kenyeret lehet a legtovább fogyasztani.

A vizsgálatok végére szeretnénk megtudni, hogy melyik az a kenyér, ami a legjobban megfelel a fenti szempontoknak.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. *Édesburgonya tulajdonságai és hasznos tápértékei*

A világ számos részén az édesburgonya alapélelmiszernek számít és hazánkban is egyre nagyobb népszerűségnek örvend. Mivel egy aszálytűrő növényről van szó, hozzájárulhat az élelmiszer- és táplálkozásbiztonság javításához. Bőséges bioaktív összetevőinek és magas tápértékének köszönhetően az édesburgonya különösen fontos. Lényegében az édesburgonya nemcsak az egészséges és változatos étrendet biztosítja, hanem olyan élelmiszerhelyettesítő is, amely elősegíti az élelmiszerbiztonságot és az egészségmegőrzést. (Alam, 2021)

Édesburgonya előnyei:

- Antioxidáns hatás: az édesburgonya fenolokat, flavonoidokat, antocianinokat és karotinoidokat tartalmaz, amelyek semlegesítik a szabadgyököket és csökkentik az oxidatív stresszt.
- Antidiabetikus hatás: A gumók és a levelek képesek csökkenteni a vércukorszintet, javítani az inzulinérzékenységet, gátolni a szénhidrátbontó enzimeket, valamint szabályozni a cukorbetegséggel összefüggő géneket.
- Lehetséges rákellenes hatás: az édesburgonya bizonyos alkotóelemei képesek a ráksejtek szaporodását gátolni és csökkentik a daganatok növekedését a sejtvonalakon.
- Szívvédő hatás: az édesburgonyából származó egyes anyagok csökkentik a koleszterin- és trigliceridszintet továbbá a vérnyomást.
- Egyéb hatás: az édesburgonya bioaktív anyagai májvédő és gyulladáscsökkentő tulajdonságokkal is összefüggésbe hozhatók. Illetve antibakteriális és gombaellenes aktivitás is előfordulhat. (Alam, 2021)

Az édesburgonya jelentős mennyiségben tartalmaz alapvető tápanyagokat, többek között fehérjét, szénhidrátot, ásványi anyagokat, vitaminokat, karotinoidokat, élelmi rostokat és polifenolos vegyületeket. (Xi-You et al., 2024)

Az édesburgonya tápanyagtartalma fajtánként eltér, de a narancssárga színűben – amit a kenyérsütéshez használnak – a következő arányokban találhatóak meg: fehérje 2,21%, rost 6,33%, szénhidrát 78,61%. Emellett az energiatartalma 339 Kcal és az édesburgonyára jellemző β -karotin tartalom 18,83 mg/100g. Az édesburgonyának az ásványianyag tartalma is említésre méltó: kalcium (45,5 mg/100g), magnézium (125,7 mg/100g), kálium (1226,5

mg/100g), nátrium (458 mg/100g), vas (8,8 mg/100g) és cink (4,4 mg/100g). (Oloniyo et al., 2021)

Összességében elmondható az édesburgonyáról, hogy tápanyagtartalmának köszönhetően egészségmegőrző hatása kiemelkedő ezért fogyasztása erősen ajánlott. (Alam, 2021)

2.2. *Tönkölybúza (Triticum spelta) liszt tulajdonságai*

A tönkölybúza egy ősgabona, ami újra felkeltette az emberek érdeklődését mind az élelmiszeriparban mind a takarmányozásban. A 12-19. század között az egyik fő gabonaként használták, azonban a múlt században a kenyérbúza vette át a tönköly szerepét mivel utóbbinak az őrlése nehezebb. (Rapp et al., 2017)

Annak, hogy a tönkölybúza újra népszerűségnek örvend több oka is van. Elsősorban a fogyasztók érdeklődése megnövekedett a jó minőségű termékek, a teljes értékű étrend követése és egy fenttarthatóbb életvitel iránt. Ezek mellett a kézműves pékségek olyan különleges alapanyagokat keresnek, amelyek használatával egy olyan piacot hoznak létre, ahol az ipari méretű pékségek nincsenek jelen. A tönkölybúza ezeknek mind megfelel, mivel a fogyasztóknak tetszik, hogy egy ősgabonát használunk, jó íze van, egészségesebb terméket kapunk belőle és nem utolsó sorban a tönkölybúza liszt magas ára miatt nem minden pékség használja. (Rapp et al., 2017)

Összehasonlítva a kenyérbúzával, a tönkölybúzából készült tészta másképpen viselkedik a sütés során. A tönköly tészta általában puhább, ragacsosabb, nehezebben kezelhető és kevésbé kel meg, mint például a kenyérlisztből készült kenyerek. Ezáltal a tönkölylisztből inkább különleges kenyereket érdemes készíteni. (Schober et al., 2002)

A tönkölybúza szemei számos tápanyagokból származó előnnyel rendelkeznek. Ilyen például a magas fehérje- és lipidtartalom, a jobb zsírsav-összetétel, az antioxidáns tartalom és a rezisztens keményítő tartalom. Illetve termesztési szempontból is vannak előnyei, hiszen jobban ellenáll a betegségeknek és jobban felhasználja a tápanyagokat ezáltal kevesebb vegyszert kell használni a termesztés során. (Tóth et al., 2022)

A tönkölybúza nem csak magasabb fehérjetartalommal rendelkezik, mint a kenyérbúza, hanem más a fehérje tároló összetétele is. A gliadin és glutenin arányát (Gli/Glu) tekintve a tönköly esetében az érték 2,8-4,0 között van, míg a közönséges búza esetében ez az érték 1,5 és 3,1 között található. Ez, a tönköly nagyobb tészta nyújthatóságára és kisebb kenyér térfogatára utal. (Tóth et al., 2022)

táblázat 1 Makrotápanyag-tartalom a közönséges búza és a tönkölybúza esetében (“(PDF) Comparative study of the content and profiles of macronutrients in spelt and wheat, a review,” 2025)

	Közönséges búza	Tönkölybúza
Keményítő	2%	9%
Cukor	2%	9%
Szénhidrát	5%	18%
Rost	141%	34%
Nyersfehérje	17%	84%
Esszenciális aminosavak	4%	13%
Szabad lipidek	14%	74%

A fenti táblázatban láthatjuk, hogy míg a nyersfehérje- és lipidtartalom magasabb a tönkölybúza esetében, addig a rosttartalma sokkal alacsonyabb a közönséges búzáéhoz képest. Továbbá a szénhidráttartalma is lényegesen magasabb a tönkölynek. A többi tápanyag esetében nincs szignifikáns eltérés a két fajta búza között. Ezek a különbségek leginkább a technológiai felhasználást tudják befolyásolni. Azon termékek esetében, amiket alapvetően a közönséges búzából készítünk, más technológiát igényelnek, ha tönkölybúzából szeretnénk elkészíteni őket. (“(PDF) Comparative study of the content and profiles of macronutrients in spelt and wheat, a review,” 2025)

2.3. Alakorbúza (Triticum monnococcum L.) liszt tulajdonságai

Manapság egyre több embert érdekelnek az alakorbúza pozitív tulajdonságai mivel úgy vélik, hogy lisztje magas tápértékkel rendelkezik. Többek között ezért is választottam ezt a fajta lisztet, mert kíváncsi voltam, hogy az édesburgonyával együtt milyen kenyeret lehet belőle készíteni.

Számos tanulmány pozitívan értékeli a Triticum monnococcum L. búza tulajdonságait és étrendi jelentőségét. Összehasonlítva a durum- és közönséges búzával, az alakorbúza szemei lényegesen gazdagabbak fehérjékben, lipidekben, fruktánokban, emellett bizonyos nyomelemekben, mint a cink és a vas. Fehérjetartalma a szárazanyagtartalomra nézve 18-21%

között van. A nyomelemeket tekintve az alábbi táblázatban láthatjuk, hogy az alakorbúza magasabb koncentrációval rendelkezik néhány ásványianyagban mint a közönséges búza:

táblázat 2 Alakorbúza és közönséges búza ásványianyag tartalma (Hidalgo and Brandolini, 2014)

	Alakorbúza	Közönséges búza
cink	72 mg/kg	35 mg/kg
vas	52 mg/kg	36 mg/kg
mangán	46 mg/kg	30 mg/kg
Réz	9 mg/kg	6 mg/kg
Magnézium	1,51 g/kg	1,13 g/kg
Foszfor	5,41 g/kg	3,10 g/kg

Mindezek mellett az alakorban jelentős mennyiségben találunk karotinoidokat, tokolokat, konjugált fenolos vegyületeket és fitoszterolokat, amelyek mind antioxidánsok, tehát fontosak az emberi szervezet számára. Ezek főként a teljes kiőrlésű alakor lisztben található meg, mivel azok alacsony β -amiláz- és lipoxigenáz-aktivitása csökkenti ezen antioxidánsok lebomlását az élelmiszer-feldolgozás során, így nagyrészt megőrzi e faj pozitív táplálkozási tulajdonságait. Az alakorbúza egyik pozitív tulajdonsága, hogy gyengébb toxikus reakciókat vált ki, mint más *Triticum* fajok. Ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy a cöliákiás betegek számára ez a fajta búza sem biztonságos.

Hátránya az alakorbúzának az, hogy a közönséges búzához képest kevesebb ételmi rostot és kisebb mennyiségű kötött polifenolt tartalmaz, valamint magasabb polifenol-oxidáz aktivitással rendelkezik.

Összességében elmondható, hogy az alakorbúza pozitív tulajdonságai miatt, továbbra is szerepet kaphat az emberi táplálkozásban, különösen speciális élelmiszerek (például magas karotinoid- és tokoltartalmú termékek) előállításában. (Hidalgo and Brandolini, 2014)

*2.4. Durumbúza (*Triticum durum L.*) liszt tulajdonságai*

A búza a világ nagy részén alapélelmiszernek számít, ezért kiemelten fontos a globális élelmezésbiztonság szempontjából. Habár a legtöbb termék kenyérbúzából készül, a durumbúza is előkelő helyen szerepel az emberi táplálkozásban. Elsősorban a tészta, kuszkusz és más, szemesdara-alapú termékek előállításában van jelen.

A durum búza szemtermése vitaminokat és mikrotápanyagokat tartalmaz, amelyek hozzájárulhatnak az egészséges étrendhez. (Cabas-Lühmann et al., 2023)

A durum búza egy nagyobb szemű (nagyobb ezerszemtömegű), alacsonyabb rosttartalommal és eltérő metabolit-profillal rendelkező gabona a közönséges búzához képest. Az alapvető különbség a két búza fajta között a genom-összetételben rejlik, mivel a durum búza tetraploid (AABB), míg a kenyérbúza hexaploid (AABBDD). (Shewry et al., 2023)

A makrotápanyagokat tekintve a durum búza átlagosan 12-15% fehérje tartalommal rendelkezik, amely általában nagyobb, mint a kenyérbúzában. Keményítő tartalma 65-70% körül van a termésben, ami a téztagyártás során annak a minőségét tudja befolyásolni. Rosttartalma hasonló vagy egy picit alacsonyabb más ősbúzákhöz képest. Az ásványi anyagok esetében, a durum gazdag vasban, cinkben, magnéziumban, foszforban és szelénben. A durum búza általában B vitamincsoportot tartalmaz, mint például a riboflavin, tiamin, niacin és a folsav, továbbá tokoferolokat is tartalmaz melyek az E vitamin képviselői. Mindezek mellett a durum búzában kimondottan magas a lutein és a β -karotin tartalom, melyek amellet, hogy antioxidáns hatásúak, egy sárgás színt is adnak a durumlisztnek. (Cabas-Lühmann et al., 2023)

A durum búzáról az is elmondható, hogy a közönséges búzához képest egy alacsonyabb glikémiás index-el rendelkezik, amely azt mutatja meg, hogy egy adott élelmiszerben található szénhidrát mennyi idő alatt szívódik fel a szervezetben. Minél alacsonyabb ez az érték, annál egészségesebb ételről beszélünk.

Habár mint korábban említettem, a durum búzát elsősorban a tészta előállítás során használják, azért kenyeret is lehet belőle készíteni. A durum búzalisztet kovászos erjesztéssel társítva a Mediterrán térségben újra felfedezték a kenyérbénelítésben. A végtermékek hagyományos, kézzel készített kenyerek, amelyeket a fogyasztók nagyra értékelnek az érzékszervi minőségük miatt. Néhány friss publikáció vizsgálta ezeknek a kenyereknek a jellemzőit és értékelte az eltarthatóságukat. Az egyes hagyományos kenyerekről szóló tanulmányokon kívül a durum búzalisztet kenyérbénelítésben való alkalmazását ritkán tárgyalja az irodalom. Régebbi tanulmányokban ugyan azt már vizsgálták, hogy a durum búzából készült lisztet bizonyos százalékban, általában 10-30% között, hozzáadják más, gyengébb búzaliszttekhez, ezzel javítva a kenyér minőségét. Az is dokumentált, hogy a hosszabb eltarthatóság valószínűleg összefügg, a durum búzaliszt nagyobb vízmegkötő képességével. (Rinaldi et al., 2015)

Egy 2015-ben készült tanulmány szerint, mely azt vizsgálta, hogy milyen kenyereket kapunk a durumliszt és különböző technikák felhasználásával, az alábbi végeredményt kapta. A héj és a bélzet kezdeti színe stabilabbnak bizonyult, ha durum búzalisztet használtak, továbbá a bélzet

keményedése lassabban ment végbe a vizsgált eltarthatósági idő alatt. Viszont a kovászos durumbúzakenyerek tűntek gyorsabban kiszáradónak a kovász nélküli kenyerekkel szemben. (Rinaldi et al., 2015)

2.5. Kovászás

A kenyér az egyik legnagyobb mennyiségben fogyasztott élelmiszer a világon és egy fontos része az alapélelmiszereknek sok országban. Általánosságban a kenyér egy érleléssel készült tészta termék, amelyhez általában élesztőgombákat használnak. Az egyik legrégebbi módja a kenyér fermentációjának a kovász. (Hernández-Figueroa et al., 2024)

A fermentáció egy olyan fogalom, amely azt a folyamatot fejezi ki amikor a szerves anyagokban lévő különböző molekulákat lebontja valamilyen más anyag, például baktériumok vagy gombák. A kovászás is egy fajta fermentáció.

A kovászt lisztből, vízből és élesztőből állítjuk elő. Amikor a liszt felveszi a vizet, a lisztben lévő szénhidrátok cukrokká bomlanak és így az élesztőben lévő gombák el tudnak szaporodni és közben karbondioxidot termel, amitől megnő a kovászsunk. (Leader, 2019)

A kovász érése alatt a következő folyamatok játszódnak le: enzimes folyamatok, mikrobiológiai folyamatok és kolloid folyamatok. Ezeket úgy kell alakítanunk az érés során, hogy megfeleljenek a kovászkészítés céljának. Hőmérséklettel, a kovász sűrűségével, az élesztő mennyiségével és az éréshez szükséges idővel tudjuk ezeket a folyamatokat befolyásolni. (Tegze and Dr. Schneller, 1984)

A kovászásnak az alábbi céljai vannak:

- Élesztőgombák szaporítása: A kenyértészta készítésénél fontos az élesztőgombák hatékonysága. A kovászás során ezek az élesztőgombák hozzászoknak a liszt táptalajához, szaporodnak, erjesztenek és így amikor a tésztába kerülnek a lazító hatások erősebb.
- Savtermelés: a savtermelő baktériumok elszaporítását jelenti, ezek adják a kenyér ízét, illetve javítják a fehérjeszerkezet kialakulását. Erre az olyan kenyereknél van szükség, amelyek sötét búzalisztből vagy 20%-nál több rozslisztből készülnek, figyelve arra, hogy ne használjunk belőle többet, mint amennyit a tészta tulajdonság kíván.
- Fehérjeduzzadás: a tésztába bevihető víz mennyiségét jelöli.

(Tegze and Dr. Schneller, 1984)

Több tanulmány szerint az olyan péktermékek, amelyek kovász nélkül készülnek megemelik a vérben a glükóz szintet akkor is, ha teljeskiőrlésű lisztből készülnek. Ezzel szemben azok a termékek, amelyek kovászolással készülnek kevésbé vannak hatással a szervezet vércukorszintjére. Ennek a legújabb kutatások szerint az az oka, hogy a kovász hatására a tészta pH szintje lecsökken 3,5-4 pH-ra, ami elősegíti a rezisztens keményítő kialakulását. Ez a fajta keményítő csökkenti a vér cukorszintjét mivel minimális emésztést igényel. (Păucean et al., 2024)

A kovással készült kenyerek növelik a kenyér minőségét a textúrájában, ízében és az általános érzékszervi vizsgálatában. Emellett lelassítja a kenyér öregedését, ami által hosszabb távon kapunk puhább, frissebb kenyeret. Továbbá a kovászban lévő tejsavbaktériumok szerves savakat, baktericineket és más anyagokat termelnek, amelyek gátolják a romlást okozó mikroorganizmusok szaporodását, így biztonságosabbá és tartósabbá teszik a kenyeret. Végül, a kovász képes javítani a kenyér tápértékét: lebontja az antinutritív anyagokat, fokozza az ásványi anyagok hasznosulását és esetenként mérsékelheti a glikémiás választ a szervezetben. (Hernández-Figueroa et al., 2024)

Fontos azonban megjegyezni, hogy a kovászos kenyér glikémiás válaszra, teltségérzetre vagy emésztőrendszeri panaszokra gyakorolt előnyeit egyes tanulmányok kimutatták, mások azonban nem. A kovász pontos jellemzésének hiánya, valamint a baktériumtörzsek, az erjesztési körülmények vagy a kenyérreceptek közötti nagy eltérések megnehezítik a hatások fő meghatározóinak azonosítását. Következésképpen a jelenlegi tudományos irodalom alapján továbbra sem bizonyított egyértelműen, hogy a kovászos erjedés önmagában klinikailag jelentős egészségügyi előnyöket biztosítana. Mindeközben a kovászos erjedés, természetes átalakító folyamat marad, amely javítja az élelmiszerek állagát, ízét és stabilitását. Ismert, hogy fokozza a gabonatermékek ásványianyag-hozzáférhetőségét, különösen a magas rosttartalmú termékek esetében, így ideális eszköz a rostban gazdag, tápanyag-dús kenyerek előállítására. (Ribet et al., 2022)

Összességében tehát elmondható, hogy habár további tanulmányokra lehet szükség, a kovász előnyei közé tartozik, a jobb kenyérminőség, lassabb öregedés, ezáltal a hosszabb eltarthatóság, antimikrobiális hatások, valamint a tápérték növelése.

3. Anyagok és módszerek

3.1. Felhasznált anyagok

Az édesburgonyás kenyerek elkészítéséhez összesen 5 alapanyagra volt szükségem:

- Liszt – BL80/ Tönkölybúza/ Alakorbúza/ Durumbúza
- Víz – otthoni csapvíz
- Élesztő – hűtött, friss élesztő
- Só – asztali só
- Édesburgonya – enyhén sós vízben főzve

3.2. Előkísérlet az édesburgonya alkalmazásához

Első körben csak BL80-as liszttel készítettem 3 darab mintát úgy, hogy különböző arányban adtam hozzá édesburgonyát:

1. 10% -os édesburgonya tartalommal
2. 20%-os édesburgonya tartalommal
3. 30%-os édesburgonya tartalommal

Erre azért volt szükség, hogy meghatározzam, hogy milyen százalékban érdemes édesburgonyát adni a kenyérhez, és ezután azzal a százalékkal dolgoztam tovább a többi lisztnél, ami legjobban megfelelt az elvárásoknak.

Végül a 20%-os édesburgonya tartalmat választottam, mivel az elsőben szinte alig lehetett észrevenni az édesburgonyát, egyáltalán nem volt semmilyen plusz íze a kenyérnek. A 30 százalékos esetében pedig, mivel nagyobb volt a nedvességtartalom, a sütés végén egy nyálkás, nedves bélzetet kaptunk, mintha sületlen lenne a kenyér.

Ezután elkezdhettem a kenyérsütést mindegyik lisztből, amelyek az alábbi módon készültek.

3.3. Kenyérkészítés

Az édesburgonyás kenyér elkészítéséhez 24 órás kovászt használtam. A mintákat 500g lisztből készítettem és ez alapján az alábbi receptet követtem egy kenyér elkészítéséhez:

táblázat 3 Kovász receptje (Forrás: saját munka)

Kovász elkészítése	
Liszt	200g
Víz	100g
Élesztő	2g

A kovász elkészítéséhez kimértem az alapanyagokat, fontos, hogy a liszt szobahőmérsékletű legyen és a víz pedig langyos (kevesebb mint 40°C hiszen a túl meleg víz elpusztítja az élesztőgombákat). Miután mindent kimértem egy kis dagasztógép segítségével összekevertem az alapanyagokat majd az így elkészült kovászt egy tálban letakarva hagytam érlelődni meleg helyen minimum 24 órán keresztül.

A két táblázat (táblázat 3,4) adatai alapján az alábbi képletek segítségével lehetséges a kovász különböző jellemzőinek a meghatározása:

1. Kovász nagysága: egy százalékos érték, amely segítségével a képződő sav mennyiségének mértékét lehet meghatározni. Amennyiben 25-35% közötti értéket kapunk kis kovászról, 35-45% között közepes, míg 45-65% között nagy kovászról beszélünk.

$$\text{Kovász nagysága}(\%) = \frac{\text{kovászoláshoz használt liszt}}{\text{teljes felhasznált liszt}} \times 100$$

2. Kovász sűrűsége: szintén egy százalékos érték a képződő sav mértékének megállapításához. Minél hígabb egy kovász, annál több sav képződik. Sűrűségük szerint öt csoportba tudjuk sorolni a kovászokat: 50-60% között sűrű kovász, 60-75% között félsűrű kovász, 75-100% között híg kovász, 100-130% között nagyon híg kovász, 130% felett híg fermentlevek.

$$\text{Kovász sűrűsége}(\%) = \frac{\text{kovászoláshoz használt víz}}{\text{kovászhhoz használt liszt}} \times 100$$

A kenyerek elkészítéséhez az alábbi receptet használtam:

táblázat 4 Édesburgonyás kenyér receptje (Forrás: saját munka)

Kenyér elkészítése	
Liszt	300g
Víz	200g
Élesztő	15g
Só	10g
Főtt édesburgonya	100g
Kovász	40%-os

Először a főtt édesburgonyát készítettem el, megpucoltam majd felvágtam az édesburgonyákat és puhára főztem, majd összetörtem püré állagúra, ezután hagytam kihűlni. A többi alapanyagot is kimértem majd hozzáadtam az előzőleg elkészített kovászt és a dagasztógép segítségével bedagasztottam a tésztát. Fontos, hogy a víz mennyisége a különböző liszteknel eltérhet, hiszen mindegyiknek más a vízfelvevő képessége. Ezután hagytam a tésztát pihenni, érlelődni. A pihentetés után deszkán átgyúrtam és felvirgoltam a tésztát majd szakajtóba tettem, ahol körülbelül 1 órán keresztül kelesztettem meleg, párás helyen. Miután kellően megkelt a tészta 230°C-os sütőben készre sütöttem.

3.4. Lisztvizsgálati módszerek ismertetése

A kenyerek készítése előtt a felhasznált lisztek minőségét 3 különböző vizsgálatnak vettem alá. A vizsgálatokat a MATE Budai Campusán lévő laborban végeztem el 2025.01.15-én. Először a nedvességtartalmat vizsgáltam, majd ezt egy sikérmosási vizsgálat követték, ami alapján sikerindexet tudok számolni, végül pedig farinográffal csináltam méréseket, amelyekkel a lisztek vízfelvevőképességét lehet meghatározni. Az alábbi 4 liszt vizsgálatát végeztem el: BL80-as kenyérliszt, tönkölybúza liszt, durumbúzaliszt és alakorbúzaliszt.

3.4.1. Nedvességtartalom

A liszt alapvető szüksége a sütésnek és ennek minősége több tényezőtől függ. Ilyen például a nedvességtartalom, ami befolyásolja a termékek tartósságát és érzékszervi tulajdonságát. Emiatt ennek a paraméternek az ellenőrzése kulcsfontosságú a termék eltarthatóságának biztosítása és a hatályos szabványok betartásának érdekében. (Soares and Souza, 2024)

Nedvességtartalom mérésekor Sartorius mérőt használtam, amely 105°C-on szárítja az adott mintát, majd kiszámítja az adott liszt nedvességtartalmát. A pontos eredmény érdekében mindegyik lisztmintából 3 párhuzamos mérést végeztem és ezek átlagából kaptam meg a lisztminták nedvességtartalmát.

3.4.2. Sikérmosás:

A nedves siker egy viszkoelasztikus, fehérjetartalmú anyag, amely a búzalisztésztekből a keményítőszemcsék kimosása után nyerhető. A kapott siker minősége a búza sütőipari értékének fontos mutatója. Ezért objektív és megbízható módszerekre van szükség a nedves siker fizikai tulajdonságainak meghatározásához. Az egyik ilyen módszer a Glutomatic módszer (az ICC 155. számú szabvány szerint), amely abból áll, hogy a nedves sikérmintát egy speciális szitára helyezik, majd centrifugális erőnek vetik alá. A centrifugálás során a sikérgolyó áthalad a szita nyílásain, és meghatározzák a sikerindexet (GI). A GI érték azt fejezi ki, hogy a centrifugálás után a nedves siker hány tömegszázaléka marad a szitán. Minél magasabb a GI érték, annál jobb minőségű a vizsgált siker. (Miš, 2000)

Sikérmosáshoz Glutomatic 2200 műszert használtam, ami 10 perc alatt mossa ki a lisztből a sikért. Mindegyik lisztből 4-4 párhuzamos mérést csináltam és a kapott eredményekből átlagot vonva kaptam meg az adott liszt sikérindex százalékát.

A vizsgálathoz szükséges 10g lisztminta és 5cm³ 2%-os sóoldatos desztillált víz. Miután a műszer végzett, a kimosott sikért egy centrifuga segítségével tudjuk megvizsgálni. A sikért egy speciális szűrőre helyezük majd elindítjuk a sikércentrifugát, amely 1 percen keresztül működik. A mérés végén a szűrő mindkét oldalán találunk sikért és ezeket kell külön-külön megmérnünk és feljegyeznünk. Így kapunk egy úgynevezett átnyomott sikért és egy nem átnyomott sikért. Ezeknek a súlya alapján fogjuk tudni kiszámolni az adott liszt sikérindexét.

$$\text{sikérindex százalék (GI)} = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \times 100$$

Az egyenlet tagjai:

m_1 = a szitán átnyomódott sikér tömege

m_2 = a szitán nem átnyomódó sikér tömege

3.4.3. Farinográf:

A búzaliszt reológiai tulajdonságait gyakran farinográfal mérik. Ez az egyik fő referencia mutatója a lisztnek ezért alkalmazása az iparban nagyon elterjedt a minőségellenőrzés és a felhasználás módjának meghatározása céljából. A farinográf elsősorban a vízfelvétel, a tészta kialakulásának ideje, a tészta stabilitása és a lágyulás mértékének meghatározására alkalmas. Ezek a tulajdonságok nagyon fontosak a minőség szempontjából. A tészta kialakulásának ideje leginkább a fehérjetartalomhoz kapcsolódik, mivel az erősebb liszt hosszabb fejlesztési időt igényel. A vízfelvétel mind a glutén, mind a keményítő összetételétől függ. Mivel a végtermék minőségét a feldolgozás során a tészta tulajdonságai befolyásolják, számos tanulmány foglalkozott a termékek javításával azáltal, hogy a liszt jellemzőit farinográfos vizsgálattal ellenőrizték. (Cui et al., 2023)

A farinográf használatát lényegesen megkönnyíti a hozzá csatlakoztatott számítógépes program. Ebben tudjuk megadni a lisztre jellemző adatokat, mint például a minta nedvességtartalmát. Ezután elkezdődhet a tényleges mérés, melynek első lépése a kimért minta adagolása a műszerbe, majd ezt követően desztillált vizet adagolunk hozzá. A liszt vízfelvevő

képességét 20 percen keresztül mérjük, ez idő alatt kapunk egy grafikont, amin meg lehet figyelni a tészta változásait.

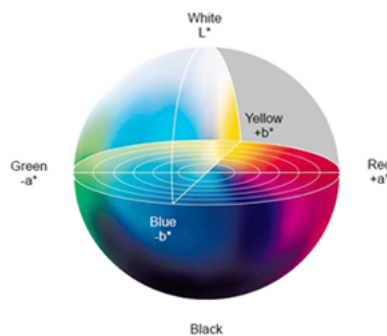
3.5. Kenyér bélzetének színvizsgálata

A színmérés, másnéven a kolorimetria egyre jobban elterjedt az elmúlt évtizedekben. Ennek több oka is van, például a technológiai fejlődés, illetve a minőségre való törekvés.

A ma használt műszerek központi eleme a CIE színmérési rendszer, amelyet 1931-ben hoztak létre. Ez a rendszer lehetővé teszi egy átlagos felhasználónak is a színillesztések meghatározását függvények segítségével, melyek a színmérés alapvető bázisát képezik. A színmérés során három alapszín különböztetünk meg: a vörös (R), a zöld (G) és a kék (B). Mivel néhány színt nem lehet előállítani negatív érték nélkül, az úgynevezett RGB rendszer mellé kifejlesztették a CIE XYZ rendszert is. Utóbbi az RGB mérőszámok alapján készült átalakításon alapul.

A CIELAB egy fehér színű referenciával rendelkező színmodell, ami az XYZ térből származik. A színmodell három értéket vesz figyelembe: L^* , a^* , b^* , melyeket egy háromdimenziós színtérben elfoglalt helyüktől függően határoz meg. (Shaw and Fairchild, 2002)

ábra 1 $L^*a^*b^*$ színtér modellje ("What is Colorimetry? - GoPhotonics.com," n.d.)



L^* - világossági tényező, amely azt mutatja meg, hogy a megvilágító fénynek hány százalékát veri vissza a megvilágított minta. Mivel a komponensek a szín világosságát jelölik, ezért, ha $L^*=0$ akkor fekete, ha $L^*=100$ akkor teljesen fehér.

a^* - pozitív érték esetén vörös színezetet, negatív érték esetén zöld színezetet jelöl.

b^* - pozitív érték esetén sárga színezetet, negatív érték esetén kék színezetet jelent.

A színvizsgálatot 2025. 05.29-én végeztem a MATE Budai Campusán. A vizsgálatához MINOLTA CR-310 nevű mérőműszert használtam. Ennek a működése azon alapszik, hogy a mérőfejben lévő xenonlámpa, amely a természetes fényt utánozza, megvilágítja a mintát és ennek segítségével különböző színpontokat mér.

A mérés első lépése a készülék kalibrálása. Ezután kezdtem el a minták színmérését.

A kisült kenyérmintákból 2-2 szelet kenyeret vetettem színvizsgálat alá. A kenyérszeleteket egy fehér papírlapra helyeztem és a készülék mérőfej részét ráhelyeztem a kenyérbélzetre. Mindegyik kenyérmintán hét párhuzamos mérést végeztem. A kapott L^* , a^* , b^* értékeket excel táblázatba szedtem, majd átlagot vontam és szórást számoltam, végül kiszámoltam a színkülönbséget a minták között, úgy, hogy mindegyik mintát a BL80-as lisztből készült kenyérhez viszonyítottam.

ábra 2 Minolta CR-310 színmérő készülék (Forrás: saját munka)



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

Az egyenlet tagjai:

ΔE^* = színkülönbség

ΔL^* = L^* minta₁ - L^* minta₂

Δa^* = a^* minta₁ - a^* minta₂

Δb^* = b^* minta₁ - b^* minta₂

táblázat 5 Összefoglaló táblázat a számolt színpontok közötti különbségek összehasonlításához (Forrás: saját munka)

ΔE^*	Különbség
$\Delta E^* \leq 0,5$	Észrevehetetlen
$0,5 < \Delta E^* \leq 1,5$	Alig észrevehető
$1,5 < \Delta E^* \leq 3,0$	Észrevehető
$3,0 < \Delta E^* \leq 6,0$	Jól látható
$6,0 < \Delta E^*$	Nagy különbség

3.6. Kenyerek érzékszervi vizsgálatának bemutatása

A kenyeret érzékszervi vizsgálatnak is alávettem, amivel azt szerettem volna megvizsgálni, hogy kóstolás alapján melyik fajta lisztből készült kenyér ízlik a legjobban az embereknek, illetve, hogy van-e olyan amelyet nem szívesen fogyasztanak.

A vizsgálaton 21 ember vett részt, akik különböző korúak (13-70 között) és különböző életvitelt folytatnak. Az értékeléshez készítettem egy bírálati lapot, amely a mellékletek között megtekinthető. A kenyeret 1-5 skálán kellett értékelni az alábbi szempontok alapján:

- Illat
- Szín
- Állag
- Íz
- Utóíz
- Összbenyomás

Az utóíz esetében arra kértem a résztvevőket, hogy amennyiben semmilyen utóíz nem éreznek akkor 3-as értéket adjanak, ha rosszat éreznek akkor ez alatti számokból, míg jó utóíz esetén a hármas szám feletti értékekből válasszanak.

A többi tulajdonság esetében azt kértem a vizsgálatban résztvevőktől, hogy a bírálati lapon szereplő útmutató szerint értékeljék a kenyeret.

Az érzékszervi vizsgálatra 2025.05.18-án került sor, amire a kenyeret előző nap délután sütöttem meg.

ábra 3 Érzékszervi vizsgálatához a minták és a kitöltendő pontozólap (forrás: saját munka)



3.7. Tárolási próba ismertetése

A tárolási próbát a kenyerek eltarthatósága miatt hajtottam végre. Az elképzelésem az volt, hogy az édesburgonya hozzáadásával a kenyér eltarthatósága eltér, remélhetőleg hosszabb lesz, a sima kenyerekétől. Éppen ezért a tárolási próbát két féle módon is elvégeztem.

3.7.1. Tárolási próba otthoni körülmények között

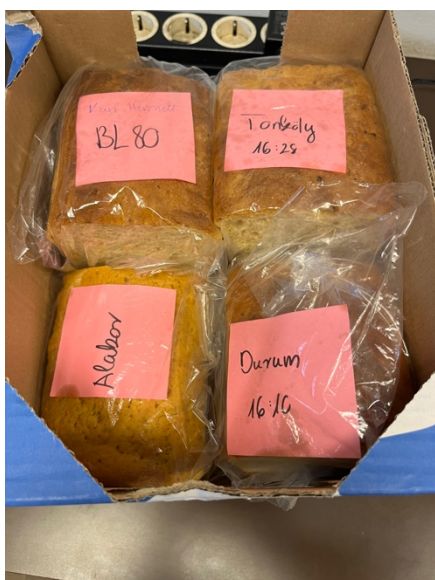
Az első próbát az otthonomban végeztem, egy vályogházban. A vályogházakról tudható, hogy a légmozgás sokkal nagyobb, mint a más módon épült házakban, illetve a nagyobb a levegő nedvességtartalma. Ebből az okból kifolyólag ezen a tárolási próbán a kenyereket a konyhában, egy vászonnal letakarva tároltam és mindennap ellenőriztem a kenyerek érzékszervi állapotát.

ábra 4 Tárolási próba otthoni körülmények között (Forrás: saját munka)



3.7.2. Tárolási próba laborban

ábra 5 Tárolási körülmények laborban (Forrás: saját munka)



A második tárolási próbát a MATE budai kampuszán végeztem laborban, ami a G épület alagsorában található. A próba során állománymérést is végeztem a kenyereken. A reológiai vizsgálathoz TA.XT.plus Texture analyser eszközt használtam, amely a kenyér bélzetének állapotát vizsgálja és egy számítógépen adja meg az adatokat. A kapott adatokból különböző számításokat lehet elvégezni, amelyekből az alábbi szempontok alapján tudjuk kiértékelni a vizsgálat eredményeit:

- Rugalmasság: Megmutatja a bélzet visszaalakulásának százalékos mértékét.
- Relaxációs érték: Megadja a bélzet öregedésének értékét.

- Normált relaxációs érték: A relaxációs érték pontosabb kifejezésére használjuk, mivel ez a kenyér vastagságát pontosabban veszi figyelembe.
- Meredekség: A kenyér bélzetének frissességét mutatja.

A két tárolási próbának, a különböző körülmények következtében, eltérő eredményei lettek.

3.8. *Kenyerék szerkezetvizsgálatának bemutatása*

A reológiai vizsgálat első lépése az SMS mérőműszer bekapcsolása és annak kalibrálása. Ehhez egy 2 kilogramm tömegű súlyt használtam. A mérőfej tetején lévő, kalibrációs célra kialakított pontra helyeztem ezt a súlyt és ezután elindítottam a számítógépes programban a kalibrációs mérést.

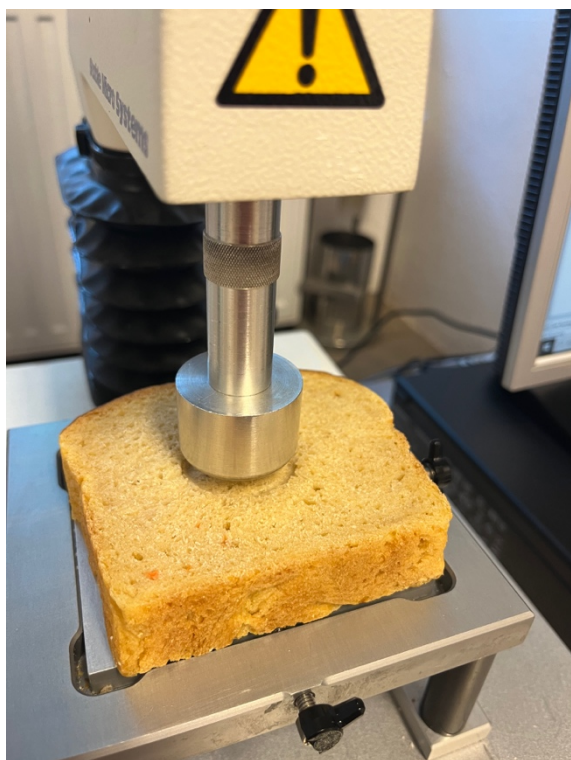
A vizsgálatot egy 36 mm átmérőjű alumínium mérőfejjel végeztem. Következő lépésként a mérőfej és a kenyérminták teteje közötti távolságot állítottam be, 35 mm-re és 0,5 mm/sec visszatérési sebességre. Emellett beállítottam azt is, hogy mennyi legyen a mérőfej sebessége mielőtt elérje a kenyérminta tetejét: 10 mm/sec. Végül a minta elérését követő sebességet is megadtam: 0,5 mm/sec. A mérőműszer a 40%-os deformáció eléréséhez szükséges erő értékéig mér.

Ezután a kenyeret egy, a laborban található kenyérszeletelő deszkán vágtam fel, aminek a segítségével ugyanakkora méretű szeleteket kaptam. Ezeket a mintákat helyeztem be a berendezés mérőpontja alá.

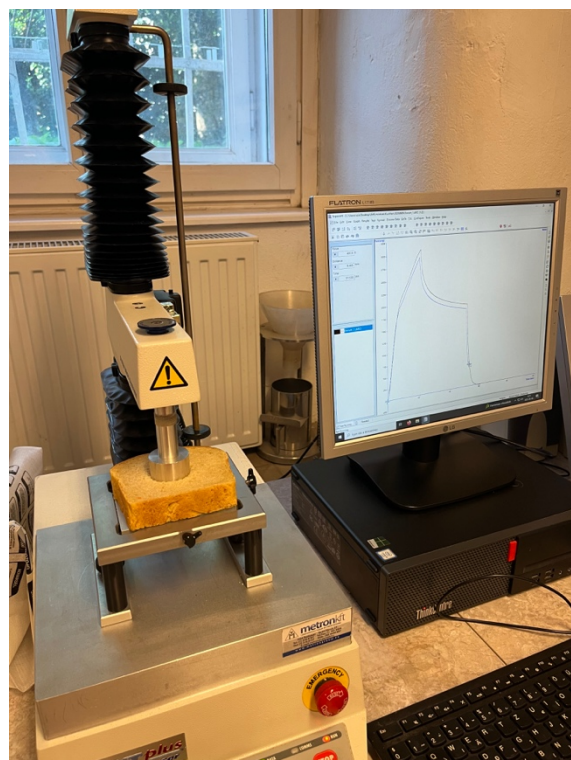
A mérés során kapott adatokat, a berendezéshez csatlakoztatott számítógép programjában tudtam nyomon követni, majd elmenteni. A kiértékeléshez egy MACRO nevezetű programot használtam, amely kiértékeli a diagrammra felvett pontokat és ezután az adatokat excel táblázatba szedve lehet kielemezni.

Ezt a fajta mérést háromszor végeztem el: 2025.06.02-án, 06.04-én, és 06.06-án. Mindegyik kenyér esetében 5-5 párhuzamos mérést végeztem mindhárom alkalommal. A mérések között a kenyeret nejlon zacskóban tároltam egy viszonylag magas relatív páratartalmú laborban.

ábra 6 Kenyerminta az SMS mérés közben (Forrás: saját munka)



ábra 7 SMS mérőműszer mérés közben (Forrás: saját munka)



4. Eredmények és kiértékelésük

4.1. Lisztvizsgálatok eredményei

4.1.1. Nedvességtartalom vizsgálata

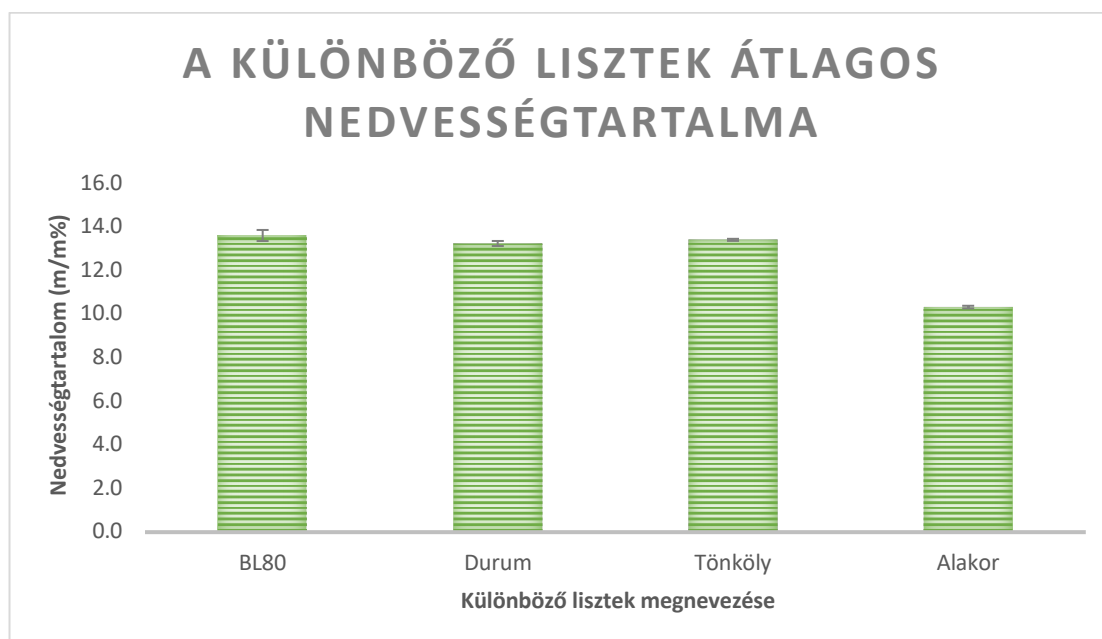
A nedvességtartalom vizsgálata során az alábbi eredményeket kaptuk a három-három mérés során. Ezekből az adatokból átlagot és szórást számoltam.

táblázat 6 Különböző lisztek nedvességtartalmának mérési eredményei (Forrás: saját munka)

Nedvességtartalom mérés				
Liszt megnevezése	BL80	Durum	Tönköly	Alakor
1. mérés	13.5	13.2	13.4	10.3
2. mérés	13.4	13.4	13.5	10.3
3. mérés	13.9	13.1	13.4	10.4
Átlag	13.6	13.2	13.4	10.3
Szórás	0.25	0.12	0.05	0.06

Ahogy a fenti táblázatban látható (táblázat 6), a különböző lisztek közül háromnak – BL80, Durum és Tönköly – nagyon hasonló a nedvességtartalma. A Magyar Élelmiszerkönyv előírása alapján a lisztek nedvességtartalma általában maximum 15 m/m % körül van (liszt fajtánként eltér a pontos százalék) tehát mindegyik lisztünk megfelel az előírt értéknek. (“Magyar Élelmiszerkönyv - Malomipari termékek,” n.d.)

ábra 8 Különböző lisztek átlagos nedvességtartalma (Forrás: saját munka)



Ezen az ábrán jól látható, hogy a szórás mértéke minimális, amiből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy jó minőségű lisztekről van szó mivel a mérések között nagyon kicsi az eltérés.

Emellett az is megfigyelhető, hogy az alakorbúzából készült liszt már a nedvességtartalom szempontjából is sokkal jobban eltér a többi három fajta liszttől. Ebből arra következtethetünk, hogy a dagasztás során több vizet fog igényelni a tészta, mint a többi liszt esetében.

4.1.2. Sikérmosás vizsgálat

A sikérmosási vizsgálat során, csak 3 liszt eredményeit láthatjuk, mivel az alakorliszt esetében nem lehetett adatot mérni. Ennek oka valószínűleg az, hogy a keményítőszemcsék túl nagyok, így nem tudnak áthaladni a sikérmosó berendezés membránszűrőjén. Ezáltal a sikerindexet csak a BL80-as, durum- és tönkölyliszt esetében tudtam számolni.

A sikérmosás bemutatása során említett átnyomódott és nem átnyomódott siker mennyiségét megmérve majd az eredményeket átlagolva megkaphatjuk a nedvessikér-tartalmat, melyet láthatunk a (táblázatban). Ezt követően a vizsgálat bemutatás során említett képlet segítségével ki lehet számolni a minta sikerindexét.

BL80-as liszt esetében a sikerindex:

$$\frac{2,3475}{0,225 + 2,3475} \times 100 = \mathbf{91,25\%}$$

Durumliszt esetében a sikérindex:

$$\frac{2,335}{0,1425 + 2,335} \times 100 = \mathbf{94,25\%}$$

Tönkölyliszt esetében a sikérindex:

$$\frac{1,625}{1,975 + 1,625} \times 100 = \mathbf{45,14\%}$$

táblázat 7 Különböző lisztek sikérmérésének eredményei (Forrás: saját munka)

	BL80	Durum	Tönköly	Alakor
Nedvessikér-tartalom (%)	25.7	24.8	36.0	-
Sikér index (%)	91.25	94.25	45.14	-

A nedvessikér-tartalom azt mutatja meg, hogy az adott lisztnek mennyi a sikér tartalma százalékban kifejezve. A fenti táblázatban (táblázat 7) megfigyelhető, hogy a BL80-as és a durumbúzaliszt nedvessikér-tartalma nagyon hasonló, míg a tönkölybúza esetében egy szignifikánsan nagyobb értéket láthatunk.

A sikérindex százalékból azt láthatjuk, hogy a centrifugálás után a nedves sikér hány tömegszázaléka marad a szitán. A magasabb érték egy jobb lisztre utal. A fenti eredményekből láthatjuk, hogy a három liszt közül a durum teljesített a legjobban, de nem sokkal maradt el tőle a kenyérliszt sem. Végül a tönkölyliszt sikérindexe a legalacsonyabb, kevesebb mint fele, mint a másik két lisztnek, amelyből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a tönkölybúza sikérhálója gyengébb. Ezek az eredmények alátámasztják a szakirodalomban olvasható állításokat, melyek szerint a tönkölybúza lisztjéből készült kenyerek nehezebben kezelhetők és kevésbé kelnek meg a kenyérsütés folyamán. Illetve azt is, hogy a durumbúza glutén tartalma magasabb a többi búzáénál.

4.1.3. Farinográfus vizsgálat

A farinográfus vizsgálat arra szolgál, hogy megmérjük egy adott lisztnek mennyi a vízfelvevő képessége, mennyi idő alatt alakul ki a tészta és mennyi ideig marad stabil. A mérés során kapott adatlapok a mellékletek között megtekinthetők. Az eredmények kiértékeléséhez szükséges adatokat az alábbi táblázatban (táblázat 8) foglaltam össze.

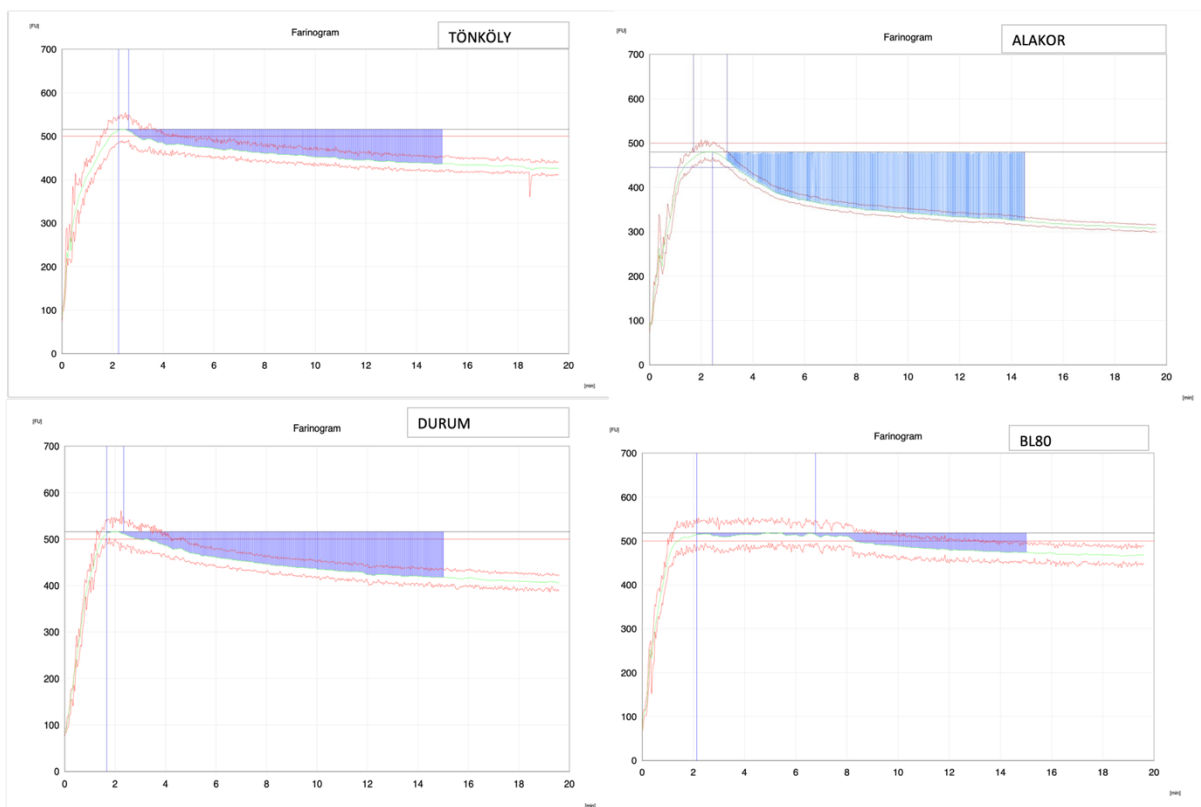
táblázat 8 Farinográfus vizsgálat eredményei (Forrás: saját munka)

	Vízfelvevőképesség (%)	Tészta kialakulása (perc)	Tészta stabilitása (perc)
Alakor	57%	2,5 perc	1,3 perc
BL80	56,5%	2,1 perc	4,6 perc
Durum	64,4%	1,7 perc	0,7 perc
Tönköly	55,9%	2,2 perc	0,4 perc

A fenti táblázatban (táblázat 8) láthatjuk, hogy a lisztminták közül a durumbúzalisztnek van kiemelkedően a legnagyobb vízfelvevőképessége, míg a többi minta körülbelül hasonló értékkel rendelkezik. A tészta kialakulásának idejét tekintve, a leggyorsabbnak a durumliszt bizonyult, míg a többi minta ebből a szempontból is hasonlóan teljesített. Végül a tészta stabilitásánál láthatjuk a legszámottevőbb különbségeket a lisztek között. A legrövidebb stabilitási idő a tönkölybúzalisztnél látható, de a durumbúzaliszt se teljesített sokkal jobban. Az alakorbúzaliszt több mint egy percig volt stabil, viszont a BL80-as liszt különösen jól teljesített, szignifikánsan hosszabb ideig volt stabil a tészta, mint a többi minta esetében.

A farinográfus mérés során használt számítógépes program mellett, hogy számadatokat szolgáltat nekünk, hanem egy grafikát is rajzol, amelyen végig követhetjük a lisztminták értékeinek alakulását a 20 perces mérés során.

ábra 9 Farinográfus vizsgálat grafikonjai (Forrás: saját munka)



A fenti képen (ábra 9) a farinográf által készített grafikonokat látjuk a négy liszt esetében. Első ránézésre is meg tudjuk állapítani, hogy mennyire eltérő a különböző lisztek viselkedése. Mindegyik grafikonon láthatunk egy kék színnel jelölt területet, ez az úgynevezett planimetrált terület, amely a konzisztencia vonal és a görbe középvonala által határolt rész a 15. percig. Ennek segítségével jól behatárolható a liszt minősége. Minnél kisebb ez a terület, annál jobb minőségű a liszt.

Ez alapján azt láthatjuk, hogy kenyértészta készítésére a BL80-as liszt a legalkalmasabb, hiszen a planimetrált terület egészen kicsi és ennek a lisztnek hosszú időn keresztül a megfelelő tartományban vannak az értékei.

A tönkölybúzaliszt esetében azt láthatjuk, hogy a planimetrált területe nagyobb, mint a BL80-as lisztnek és habár körülbelül ugyanannyi idő alatt alakul ki a tészta, a tönköly stabilitása nagyon kis ideig figyelhető csak meg.

A durumbúzalisztról az mondható el a farinográfus vizsgálat alapján, hogy a tézszakialakulási ideje nagyon gyors, ugyanakkor a stabilitása nem sokkal jobb, mint a tönkölybúzalisztnek. A planimetrált területet tekintve, egy viszonylag jó minőségű lisztről van szó, ugyanakkor nagy vízfelvevő képessége is van.

A grafikonok közül szemmel látható, hogy az alakorbúzaliszt szignifikánsan különbözik a többitől. A planimetrált területe jócskán nagyobb, mint a többi liszt esetén. A vizsgálat végére

a tészta ellágyulása itt volt a legjobban megfigyelhető, hiszen a grafikonon is látszik, hogy sokkal alacsonyabb a végső értékszáma, mint a többi lisztnek.

4.2. *Kenyér vizsgálatok eredményei*

4.2.1. *Kovászt jellemző paraméterek*

A kovászt 3 szempont alapján tudjuk csoportosítani: nagysága, sűrűsége és érési ideje alapján. A számoláshoz használt képleteket a kovász készítésénél ismertettem. Ezek alapján az alábbi eredményeket kaptam:

Kovász nagysága: $\frac{200}{500} \times 100 = 40\%$

A kapott eredmény alapján azt állapíthatjuk meg, hogy közepes nagyságú kovászt használtam az édesburgonyás kenyerek elkészítéséhez.

Kovász sűrűsége: $\frac{100}{200} \times 100 = 50\%$

Az 50%-os eredmény azt mutatja, hogy sűrű kovással készültek a kenyerek.

Kovász érési ideje:

Az érési idő nagyban befolyásolja a kovász minőségét és három csoportra tudjuk osztani őket: rövid érési idő 3-4 óra, közepes érési idő: 4-6 óra és hosszú érési idő 18-20 óra. Az édesburgonyás kenyereknél hosszú érési idejű kovászt használtam, mivel minél savanyúbb kovászt szerettem volna elérni a jó kenyerek sütéséhez.

4.2.2. *Kenyerek sütése*

A kenyerek dagasztása során, a lisztnek vízfelvevő képességét is figyelembe vettem, ezért az alakorlisztből készült kenyér tésztájához kevesebb, míg a durumliszt esetében több vizet adtam hozzá. Emellett, a kenyerek készítése során jól megfigyelhető volt, hogy a durumlisztből és alakorlisztből készült kenyér kelési ideje sokkal gyorsabb volt a kenyérliszthez képest, míg a tönkölybúzalisztből készültek sokkal több időre volt szüksége. A kenyerek sütési ideje ugyanannyi volt. Az alábbi képeken (ábra 10, 11, 12) megfigyelhető, hogy a különböző lisztekből készült kenyerek ugyanazon recept követése mellett, más-más módon sült ki. Míg a tönköly nagyon szép, magas, íves formát öltött, addig a BL80-as és a durum esetében egy kicsit tömörebb kenyeret kaptunk. A leglátványosabb különbség azonban az alakornál figyelhető meg, a formája inkább egy téglalapra hasonlít és a többinél sokkal tömörebb, keményebb. Ugyanakkor, mindegyik kenyér esetében láthatjuk, a kovászos kenyerekre jellemző lyukacsos bélzetet.

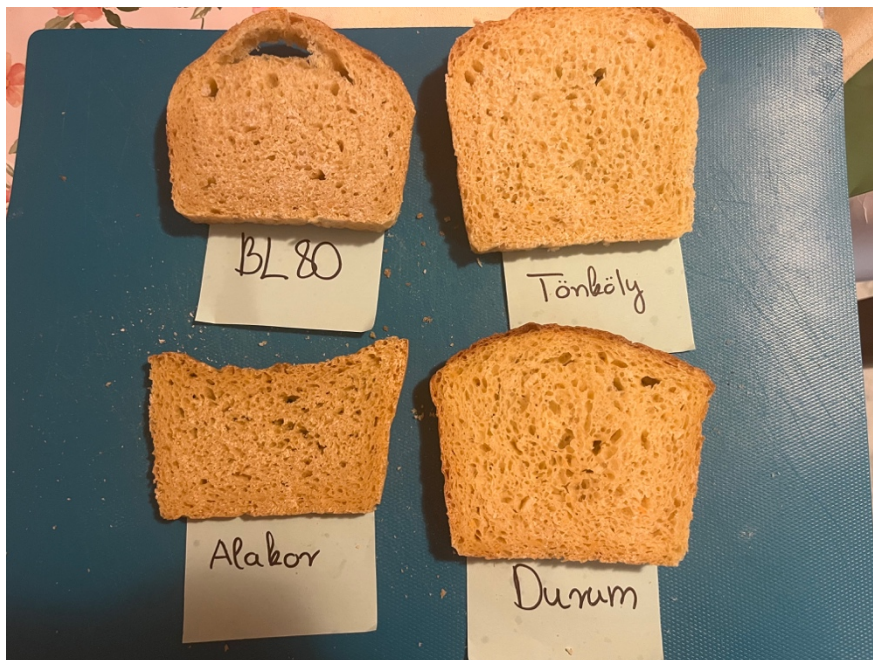
ábra 12 Édesburgonyás kenyerek kelesztése (Forrás: saját munka)



ábra 11 Édesburgonyás kenyerek kisülés után (Forrás: saját munka)



ábra 10 Édesburgonyás kenyérszeletek (Forrás: saját munka)



4.2.3. Tárolási próba

A tárolási próbát két alkalommal hajtottam végre, két különböző helyszínen, ahol a tárolási körülmények teljesen eltérőek voltak.

1. Otthoni tárolási próba

A tárolási próbára 2025.05.17-én sütöttem kenyeret a korábban említett módon. A tárolást konyhai körülmények között végeztem, egy tálcán konyharuhával letakarva tároltam a mintákat és azokat minden nap megvizsgáltam, hogy kinézetre és állagra milyenek.

2. Laborban végzett tárolási próba

A második tárolási próbát az egyetem laborjában végeztem, amihez a kenyeret 2025.06.01-én sütöttem a mintákat és ezután 3 alkalommal végeztem mérést a kenyerek bélzetén. A kapott eredményekből az alábbi számításokat végeztem el:

A minta valós magasságát meghatározó érték:

$$h(mm) = \frac{Distance\ 1}{0,4}$$

A 40 %-os illetve a 30%-os behatoláskor mért erők hányadosa (Q):

$$Q = \frac{Force\ 1}{Force\ 2}$$

Rugalmasság százalékos értéke:

$$Rugalmasság(\%) = \frac{((2,5 \times Distance\ 1) - Distance\ 3)}{h} \times 100$$

Relaxációs erő:

$$Relaxációs\ erő(gs) = (30 \times Force\ 1) - Area\ 2:3$$

Merekség:

$$Merekség(gs^{-1}) = \frac{Force\ 1}{Time\ 1}$$

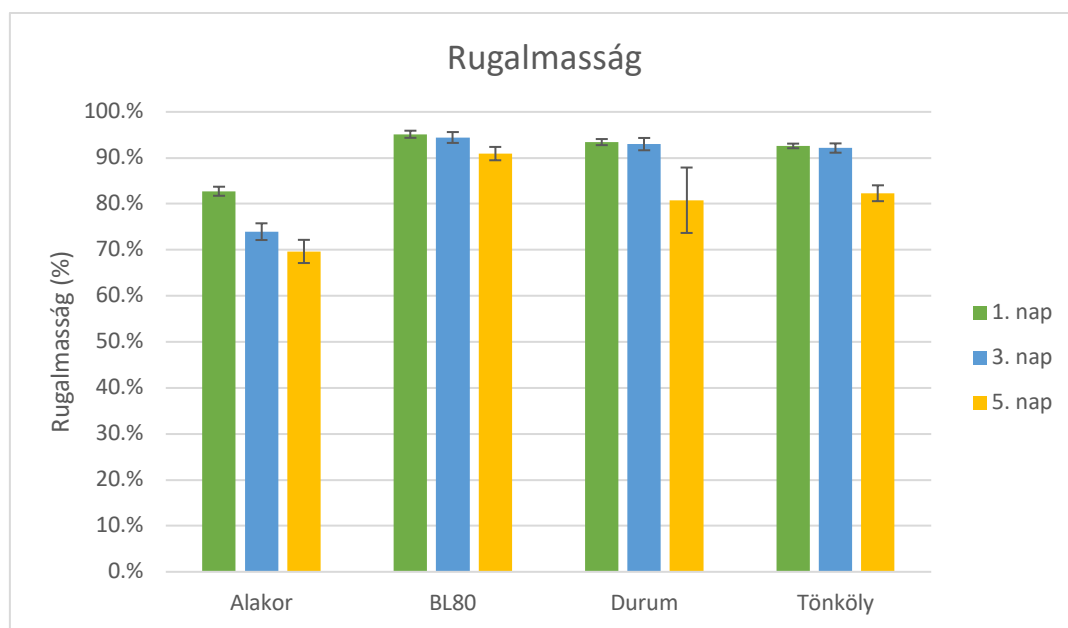
Normált relaxációs érték:

$$Normált\ relaxáció(gs) = relaxációs\ erő \times \left(\frac{25}{h}\right)$$

Fontos megjegyezni, hogy a mérések között zacskóban tároltam a kenyereket és a laborban a hőmérséklet egy kissé magas volt. Ezek a körülmények befolyásolhatták a kapott eredményeket.

Mivel mind a négy fajta kenyérből 5-5 párhuzamos mérést végeztem minden alkalommal, ezért a kapott eredményekből átlagot vontam és az így kapott értékeket láthatjuk az alábbi táblázatokban.

ábra 13 Különböző lisztből készült kenyérminták rugalmassága (Forrás: saját munka)



Fogyasztói szempontból kiemelt fontosságú a kenyér bélzetének rugalmassága, ez egyrészt a frissességet jelzi számunkra, másrészt a termék élvezeti értéke miatt lényeges. A mérés során kapott adatokból tudjuk megnézni az adott minta rugalmasságát százalékban, melynek értéke minél nagyobb, annál jobb. A fenti diagrammon (ábra 13) láthatjuk a négy különböző lisztből készült édesburgonyás kenyerek rugalmasságát. Természetesen az idő előrehaladtával a rugalmasság csökken, ezt mindegyik kenyérnél megfigyelhetjük, hol kisebb, hol nagyobb mértékben.

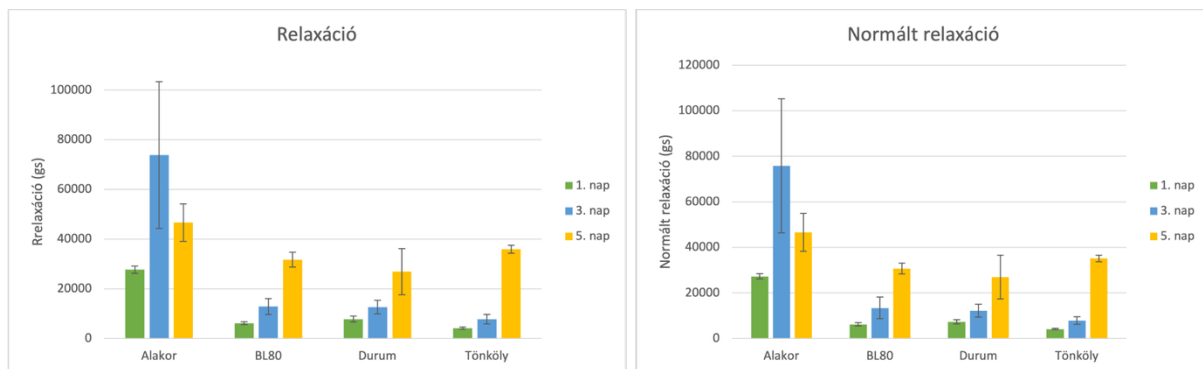
Első ránézésre látható, hogy az alakorbúzálisztből készült kenyér már az első napon sokkal alacsonyabb értékkel rendelkezik, mint a másik három minta. Nagyon minimálisan haladta meg az élelmiszerkönyv által előírt 80%-os rugalmassági értéket és a későbbiekben már jóval kisebb a rugalmassága. (“Magyar Élelmiszerkönyv - Sütőipari termékek,” n.d.)

A legjobb értékekkel a BL80-as búzálisztből készült kenyér rendelkezik. Amellett, hogy az elsőnapon a legmagasabb rugalmassági százalékot érte el, a napok előrehaladtával ez a kenyér változott a legkisebb mértékben. Az ötödik napon még mindig 90% feletti értéket láthatunk.

A durum- és tönkölybúzaliszt esetében nagyon hasonló értékeket és változási arányt láthatunk. Mindkét minta esetében elmondható, hogy még az ötödik napon is jó rugalmassággal rendelkeznek.

Tehát ezekből az adatokból elmondhatjuk, hogy rugalmasság szempontjából a BL80-as lisztből készült kenyér mutatta a legjobb eredményeket.

ábra 14 Különböző lisztből készült kenyérminták relaxációs és normált relaxációs értéke (Forrás: saját munka)



Az SMS mérés során kapott adatokból relaxációs erőt tudunk számolni a korábban említett módon. Ez a paraméter a bélzet öregedésének követésére alkalmas. A többi paraméterhez képest ez az érték akár a többszörösére is nőhet az idő előrehaladtával. Emellett a kapott relaxáció eredménye alapján tudunk normált relaxációs értéket is számolni, amely egy pontosabban kifejezett relaxációs erő, mivel azt is figyelembe veszi, hogy a vizsgált kenyérszelet nem 25 mm.

A fenti diagrammokon (ábra 14) balra a relaxációs erő, jobbra a normált relaxációs erő értékei láthatók. Mindkettőn jól megfigyelhető a már említett nagymértékű értéknövekedés.

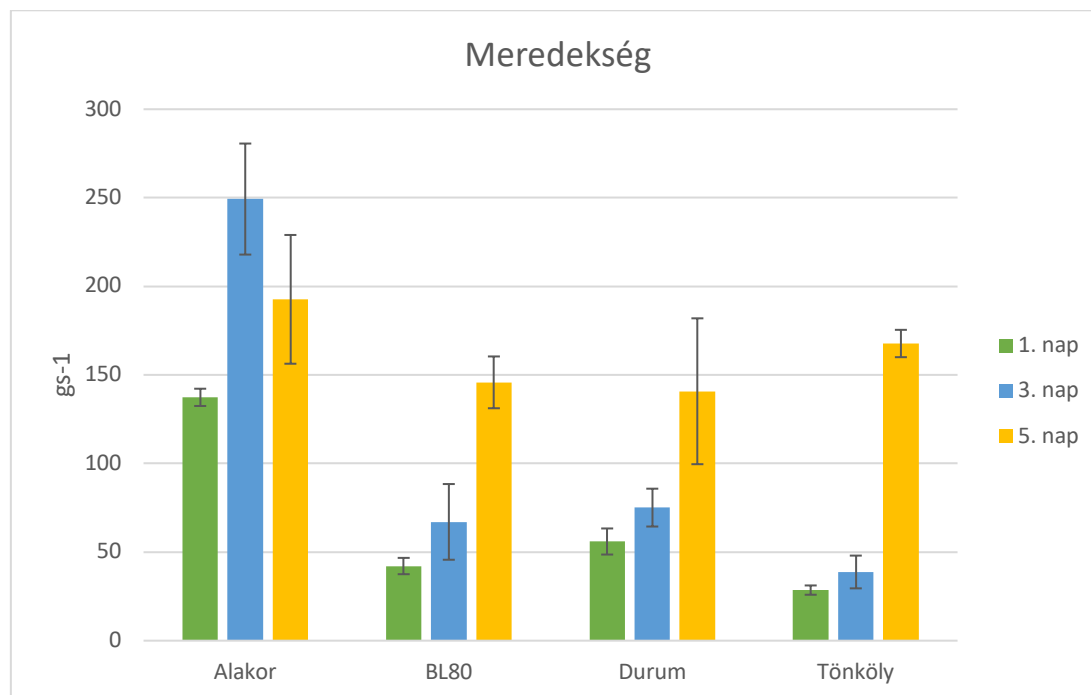
Az egyetlen szignifikánsan eltérő eredményt ebben az esetben is az alakorbúzalisztből készült kenyér esetén kaptuk. Amellett, hogy már az első napon sokkal magasabb volt a relaxációs erő mértéke a többi kenyérhez képest, a harmadik mérésnél egy csökkenést láthatunk az elvárt magasabb érték helyett. Ez valószínűleg abból ered, hogy míg az első és második mérés ugyanabból a kenyérből lévő mintákból lett mérve, a harmadik méréshez egy másik kenyeret használtam és bár a két kenyér egy napon készült, ugyanazokból az alapanyagokból, mégis eltérő eredményt mutatnak.

A relaxációs erőt tekintve a BL80-as és a durumbúzalisztből készült kenyerek eredményei hasonlóak, bár az értékeik növekedésének aránya nem egyezik.

A tönkölybúzalisztből készült kenyér bélzetének öregedése először minimálisan változott, de az ötödik napra már szignifikánsabb az értékek közötti eltérés, továbbá itt látható a legnagyobb mértékű változás az első naphoz képest.

Összességében az mondható el, hogy a négy fajta minta közül a durumbúzalisztból készült kenyér bélzete változott a legkisebb mértékben az első és az utolsó mérés között, így ebből a szempontból ez az édesburgonyás kenyér élvezhető a legtovább.

ábra 15 Különböző lisztekből készült kenyérminták meredeksége (Forrás: saját munka)



A kenyérminták meredeksége azt ábrázolja, hogy milyen jellegű a bélzet – friss, normál vagy öregedett – ezáltal meg tudjuk állapítani, hogy az adott kenyér fogyasztása meddig élvezetes egy átlagos fogyasztó számára. Amennyiben a meredekség értéke 60gs^{-1} alatti akkor friss jellegű a bélzet, $60\text{-}120\text{gs}^{-1}$ közötti érték esetén beszélhetünk normál bélzetről és 120gs^{-1} felett pedig már öregedett bélzet jellemzi a mintát.

A fenti diagrammon (ábra 15) látható, hogy az alakorbúzaliszt esetén itt is nagyon kiugróak az értékek. Ez talán nem annyira meglepő tekintve, hogy az ebből a lisztből készült kenyér friss állapotában is teljesen más volt, mint a többi kenyér, például sokkal tömörebb volt a többinél. Az viszont, hogy már az első mérésen is a meredekségi értéke bőven 120gs^{-1} felett látható, már egy meglepőbb adat. Hasonlóan a relaxációs erőhöz, itt is ingadozó eredményt kaptunk az elvárt növekvő tendencia helyett.

A BL80-as és a durumbúzaliszt meredeksége hasonló értékeket mutat és az elvárt módon növekszik az idő haladtával. A bélzet az első mérésen mindkét kenyér esetében friss jellegű, a másodikon a normál tartományba esik az érték, viszont az ötödik napon már 120gs^{-1} feletti értéket láthatunk.

A tönkölybúzalisztból készült kenyér nagyon jól szerepelt a vizsgálaton meredekség szempontjából. Nemcsak az első, de a második mérésen is még a friss jellegű bélzetre utalnak az eredmények. Ennek ellenére az figyelhető meg, hogy ugyan hosszabb ideig tartja meg a frissességét a bélzet, utána sokkal nagyobb mértékben történt az öregedés, mint a többi kenyér esetében.

Mindent összegezve azt láthatjuk, hogy meredekség szempontjából a BL80-as és a durumbúzaliszt produkálta az elvárt eredményt.

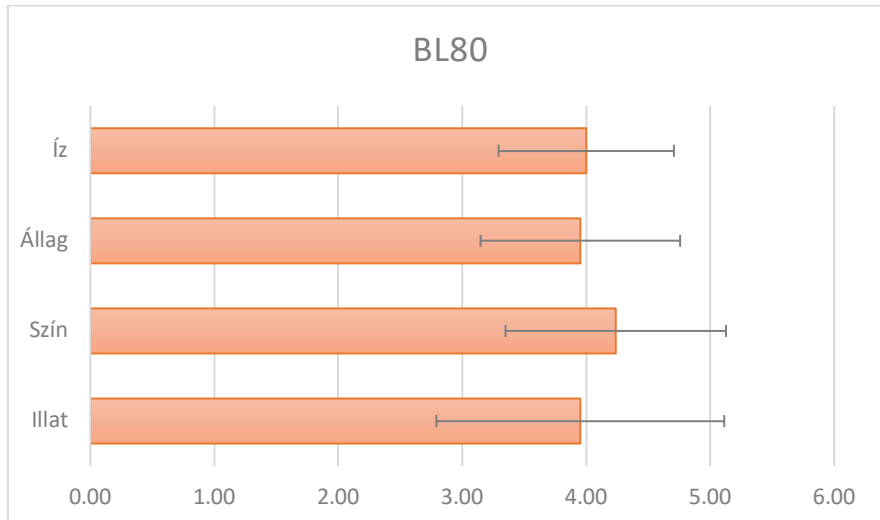
4.2.4.Érzékszervi vizsgálat

Az érzékszervi vizsgálatra próbáltam úgy találni tesztelőket, hogy minden korosztály képviselve legyen, ezáltal az eredmények szélesebb körből származzanak. A résztvevők különböző életvitelt folytatnak és különböző étkezési szokásokkal rendelkeznek. Ezt azért tartottam fontosnak, mert így olyanok is kóstolták a kenyereket, akik csak a sima „fehér” lisztet (közönséges búza) ismerik és az abból készült termékeket fogyasztják, illetve olyanok is, akik szeretnek kísérletezni a különböző lisztekkel és emellett próbálnak egy egészségesebb étrendet folytatni.

Az érzékszervi vizsgálat során 6 szempontot értékelték a résztvevők: állag, illat, íz, összbenyomás, szín és utóíz. Az értékeléseket összesítettem majd átlagot vontam a pontokból, illetve a szórást is kiszámoltam az értékekre. Az így kapott értékekből készítettem el az alábbi diagrammokat az értékeléshez.

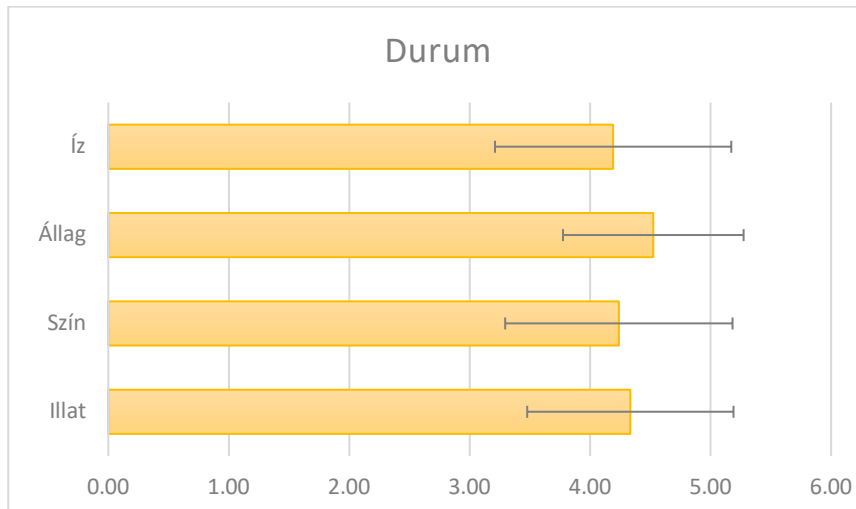
Első körben a különböző lisztek értékelését láthatjuk íz, állag, szín és illat alapján (ábra 16,17,18,19) majd ezután az utóíz és összbenyomás esetén az eltérő kenyerek eredményeit egy-egy diagrammon belül ábrázoltam. (ábra 20,21)

ábra 16 BL80-as lisztből készült kenyerek érzékszervi vizsgálatának eredményei (Forrás: saját munka)



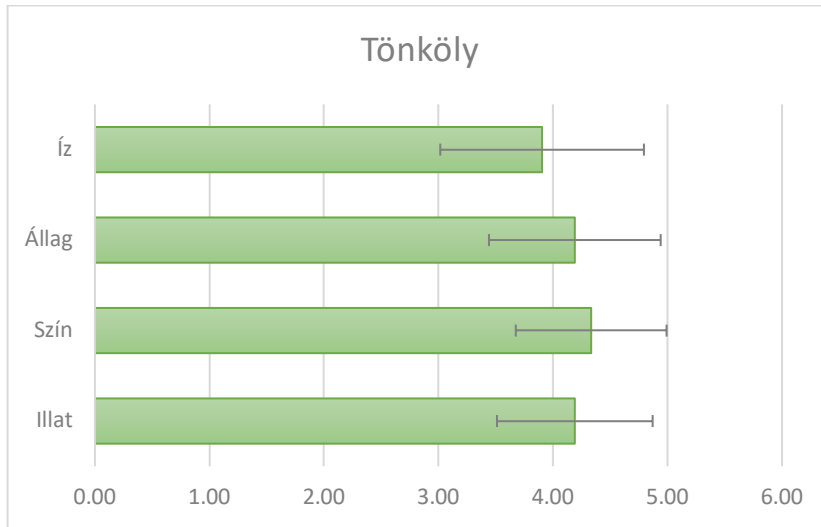
A fenti diagrammon (ábra 16) a BL80-as búzalisztből készült kenyér értékelését láthatjuk. Összességében elmondható, hogy jó értékeléseket kapott, de a szórás alapján azt is láthatjuk, hogy a vizsgálatban közreműködők nem egyöntetűen értenek egyet. A legjobban a színe tetszett a résztvevőknek, a többi szempont között nincs kiemelkedő eltérés.

ábra 17 Durumbúzalisztből készült kenyerek érzékszervi vizsgálatának eredményei (Forrás: saját munka)



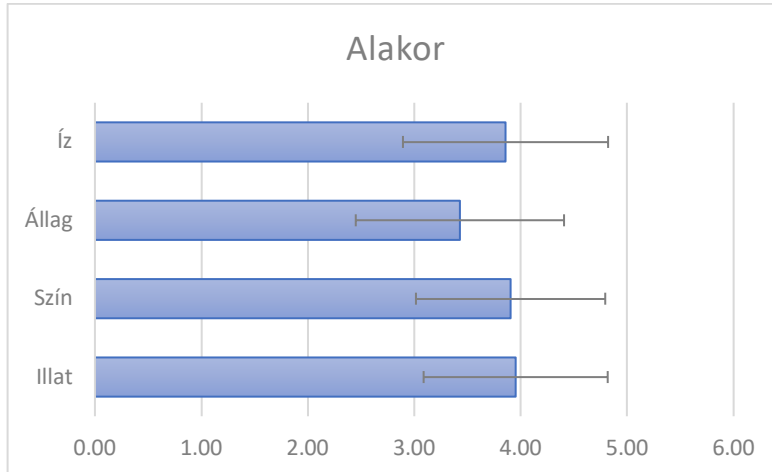
A durum búzalisztből készült kenyerekről elmondható, hogy kifejezetten jó értékeket kapott (ábra 17), az átlagokat tekintve az összes szempont esetén közelít a legjobbként adható ponthoz. A legkevesebb pontot a minta színe kapta, ami talán annak köszönhető, hogy sokkal sárgább volt a kenyér, mint a többi liszt esetén. Ennek oka a durum búzában lévő β -karotin, ami miatt alapból sárgásabb terméket kapunk és ez mellé még az édesburgonyában is található β -karotin. Így végeredményben ez a minta szemmel láthatóan intenzívebb színt kapott a többi kenyéرنél.

ábra 18 Tönkölybúzalisztből készült kenyerek érzékszervi vizsgálatának eredményei (Forrás: saját munka)



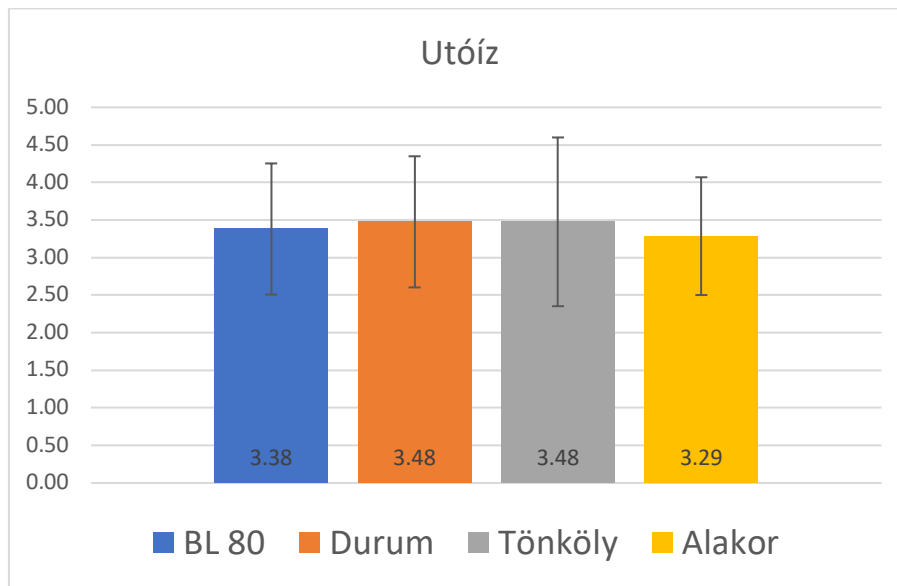
A tönkölybúzalisztből készült kenyér esetében a fenti diagramm (ábra 18) alapján elmondható, hogy összességében nem szerepelt rosszul, de a tönkölybúzára jellemző mellékíz erőteljesen megjelent az édesburgonyás kenyérben is, ami a legtöbb résztvevőnek nem ízlett, ezáltal ez a szempont kapta a legalacsonyabb értékelést. Ugyanakkor ennek a kenyérnek a színe nyerte el a legtöbb résztvevő tetszését.

ábra 19 Alakorbúzalisztből készült kenyerek érzékszervi vizsgálatának eredményei (Forrás: saját munka)



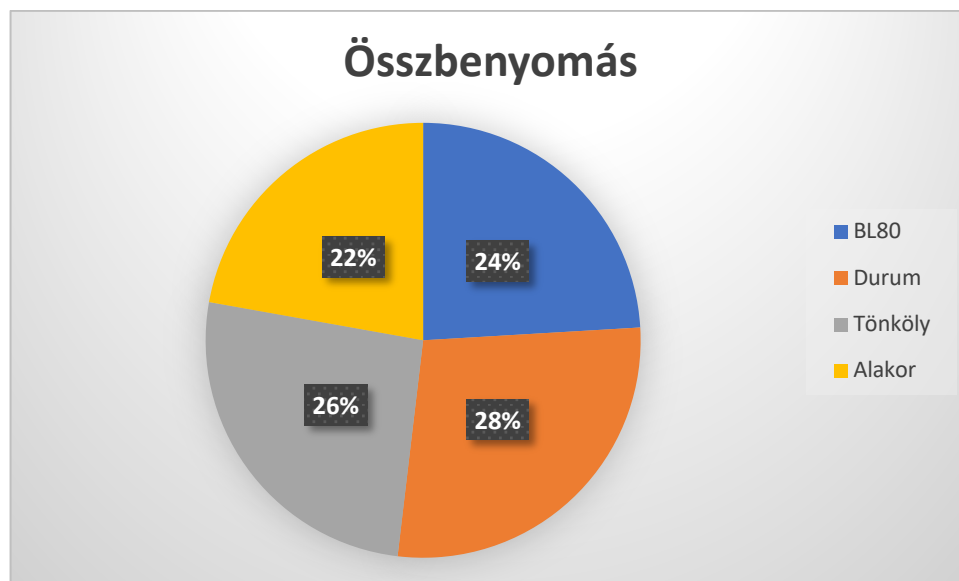
A diagrammon (ábra 19) elhelyezett szórásból megfigyelhető, hogy az összes kenyér közül talán az alakorbúzából készült kenyér volt a legmegosztóbb a résztvevők között, de összességében elmondható, hogy ez szerepelt a legrosszabbul a vizsgálaton. Az állaga különösen visszatetsző volt, mivel egy tömör, nehéz kenyeret kaptunk ebből a lisztből, de a többi szempont se kapott sokkal jobb pontokat.

ábra 20 Különböző kenyerek utóízének értékelése (Forrás: saját munka)



Az érzékszervi próba ismertetése során leírtam, hogy itt arra kértem a résztvevőket, hogy ha semmilyen utóízt nem éreznek akkor 3-as pontszámot adjanak, ha pozitív utóízt tapasztalnak akkor ennél jobbat, ha rosszabbat akkor ennél alacsonyabb pontszámot adjanak. Ez alapján a 20. ábrán az látható, hogy bár csak minimálisan, de mindegyik kenyér esetében a jó utóíz volt jellemző. A durum és a tönköly lisztből készült kenyerek egyforma értékelést kaptak, de nem sokkal maradt le a BL 80-as lisztből készült minta sem. Nem meglepő módon a legalacsonyabb pontszámot az alakor lisztből készült kenyér kapta.

ábra 21 Különböző lisztekből készült kenyerek összbenyomásának értékelése (Forrás: saját munka)



Az utolsó szempont az érzékszervi vizsgálaton az összbenyomás volt. Tekintve a korábbi szempontokat, nem meglepő, hogy a fenti diagrammon (ábra 21) az látható, hogy a durumbúzalisztből készült édesburgonyás kenyér kapta a legjobb értékelést. Szinte minden szempont szerint a legjobb helyen szerepelt. Második helyen a tönkölybúzalisztből készült kenyér végzett és ettől nem sokkal lemaradva kapott helyet a BL80-as lisztből készült kenyér. Az utolsó helyen – nem meglepő módon – az alakorbúzalisztből készült édesburgonyás kenyér látható.

4.2.5. Kenyér bélzetének színmérése

A színmérés során kapott adatokat, mintánkként külön-külön, táblázatban összesítettem és átlagot vontam belőlük, majd a korábban megadott egyenlet segítségével a különböző lisztekből készült kenyereket a normál kenyérliszt (BL80) esetén kapott értékekhez viszonyítottam. A 9. táblázatban láthatjuk a kapott eredményeket. Eredetileg én úgy gondoltam, hogy nem lesz nagy különbség a kenyerek között, mivel az édesburgonyában található β -karotin sárgás színt ad a terméknek, viszont már a sütés után volt szemmel látható különbség a minták színe között és ezt a színmérés során kapott eredmények is alátámasztották. Az összehasonlítás során azt láthatjuk, hogy míg a durumbúzaliszt és az alakorbúzaliszt esetén jól látható a különbség, addig a tönkölybúzaliszt esetében már kevésbé vehető észre.

táblázat 9 Szinkülönbség a különböző lisztekből készült kenyerek között (Forrás: saját munka)

	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	Különbség
<i>BL80-Durum</i>	3.18	-0.54	4.55	5,525	Jól látható
<i>BL80-Alakor</i>	-1.01	-0.18	3.64	3,388	Jól látható
<i>BL80-Tönköly</i>	2.33	-1.43	2.29	2,937	Észrevehető

5. Következtetések és javaslatok

Az édesburgonyás kenyerek eltarthatóságát tekintve, számomra meglepő eredmény született. A négy fajta liszt közül a BL80-as volt az, amely a legtovább teljesített jól az SMS mérések során, bár a durumlisztből készült kenyér sincs sokkal elmaradva tőle. Tulajdonképpen a durumliszt esetében a rugalmasság volt az, amely nagyobb mértékben csökkent a BL80-as liszthez képest. A tárolási próbát két különböző módon is elvégeztem, viszont ezekből nagyon eltérő eredmény született. Az otthoni tárolási próba során a kenyereket 9 napon keresztül lehet fogyasztani, ezután már száraz, élvezhetetlen a kenyér. A laborban tárolt kenyerek kevesebb mint egy hétig bírták, utána penészfoltok jelentek meg a mintákon. Ezekből az mondható el, hogy a tárolási körülmények nagyon nagy mértékben befolyásolják egy termék eltarthatóságát. Továbbá a laborban történt próbából az is kiderült, hogy mivel zacskóban tároltuk őket, valószínűsíthető, hogy a kenyerekhez adott édesburgonya meggyorsította a romlási folyamatot a nedvességtartalma miatt.

Az érzékszervi vizsgálat eredményei alapján az állapítható meg, hogy a négy fajta lisztből készült kenyerek közül a durum lisztből készült minta tetszett a legjobban. Szinte minden szempont szerint az első helyen szerepelt és a résztvevők szóbeli visszajelzése alapján is ez a kenyér ízlett a legtöbb embernek. Ugyanakkor a tönköly lisztből készült kenyér nem sokkal van lemaradva az első helyről. A harmadik helyen a BL 80-as lisztből készült édesburgonyás kenyér végzett, ami abból a szempontból meglepő, hogy a négy fajta liszt közül ez talán a legáltalánosabb, amit kenyér készítésére használunk. A legkevésbé az alakor lisztből készült kenyér tetszett az érzékszervi vizsgálat résztvevőinek. Tekintve, hogy ez a kenyér mind kinézetében, mind állagában eltér a hétköznapi emberek által megszokott kenyértől, talán nem olyan meglepő, hogy az utolsó helyen végzett.

A színmérés során kapott eredményeket tekintve elmondható, hogy mindegyik kenyér között van észrevehető különbség, hol kisebb, hol nagyobb mértékben.

Mivel a két tárolási próba nagyon különböző eredményt mutatott a kenyerek fogyaszthatóságát tekintve, ahhoz, hogy érdemleges következtetést vonjunk le, több adatra van szükség. Elsősorban mindenképpen javasolnék egy mikrobiológiai vizsgálatot a tárolási próba alatt, mert a vizuális vizsgálat, amit a jelenlegi dolgozathoz alkalmaztam, egyértelműen nem elegendő. Emellett a kenyerek nedvességtartalmát is érdemes lenne megmérni, ahhoz, hogy egy még pontosabb eredményt kapjunk. Továbbá ahhoz, hogy releváns eredményt kapjunk az édesburgonyás kenyerek eltarthatóságáról az SMS mérést is többször érdemes lenne elvégezni.

6. Összefoglalás

A szakdolgozatom célja egy olyan kenyér kifejlesztése volt, amely ötvözi a kovászos technológiával készült hagyományos termékek előnyeit egy modern és táplálkozásélettani szempontból kedvező alapanyag - az édesburgonya – felhasználásával. A kutatás központi kérdése az volt, hogy az édesburgonya hozzáadása nemcsak az élvezeti értéket, hanem a kenyér eltarthatóságát is kedvezően befolyásolja-e.

A vizsgálatok első lépéseként a felhasznált lisztek (alakor, BL80, durum és tönköly) alapvető fizikai-kémiai jellemzőit határoztam meg, beleértve a nedvesség- és sikértartalmat valamint a vízfelvevő képességet. Ezt követően előkísérletet végeztem az optimális édesburgonya tartalom meghatározása céljából. A kiválasztott receptúrák alapján készült kenyereket különböző tárolási körülmények között vizsgáltam, valamint szín- és reológiai méréseket is elvégeztem. A termékek fogyasztói megítélését érzékszervi vizsgálattal értékeltem.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a különböző búzalisztekből készült kenyerek között jelentős eltérések figyelhetők meg mind az állomány, a szín, mind pedig az íz tekintetében. A vizsgált minták közül a durumbúzalisztből készült kenyér teljesített a legkedvezőbben, így ez a liszt típus különösen alkalmasnak bizonyult az édesburgonyás kenyér előállítására. A tönkölybúzalisztből készült termékek megfelelő élvezeti értéket mutattak, azonban a tészta kezelhetősége nehezebb, így a gyártástechnológia pontos ismerete elengedhetetlen. Az alakorbúzaliszt kedvezőtlen szerkezeti tulajdonságai miatt a belőle készült kenyér textúrája és íze kevésbé volt kedvező.

Bár a vizsgálatok eredményei biztatóak, az édesburgonyás kenyerek eltarthatóságának pontos megítéléséhez további, hosszabb távú, és szélesebb körű tárolási kísérletekre van szükség.

A rendelkezésre álló eredmények alapján azonban megállapítható, hogy az édesburgonya kedvezően befolyásolja a kenyér szerkezetét, színét és ízvilágát. Az így készült termék puha állagú, különleges megjelenésű, és magas élvezeti értékkel bír, ezért a jövőben ígéretes alternatívát jelenthet az innovatív pékáruk fejlesztésében.

7. Irodalmi jegyzék

1. Alam, M.K., 2021. A comprehensive review of sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam): Revisiting the associated health benefits. *Trends Food Sci. Technol.* 115, 512–529. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.07.001>
2. Cabas-Lühmann, P., Arriagada, O., Matus, I., Marcotuli, I., Gadaleta, A., Schwember, A.R., 2023. Comparison of durum with ancient tetraploid wheats from an agronomical, chemical, nutritional, and genetic standpoints: a review. *Euphytica* 219, 61. <https://doi.org/10.1007/s10681-023-03188-z>
3. Cui, C., Caporaso, N., Chen, J., Fearn, T., 2023. Farinograph characteristics of wheat flour predicted by near infrared spectroscopy with an ensemble modelling method. *J. Food Eng.* 359, 111689. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2023.111689>
4. Hernández-Figueroa, R.H., Mani-López, E., Palou, E., López-Malo, A., 2024. Sourdoughs as Natural Enhancers of Bread Quality and Shelf Life: A Review. *Fermentation* 10, 7. <https://doi.org/10.3390/fermentation10010007>
5. Hidalgo, A., Brandolini, A., 2014. Nutritional properties of einkorn wheat (*Triticum monococcum* L.). *J. Sci. Food Agric.* 94, 601–612. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6382>
6. Leader, D., 2019. *Living Bread: tradition and innovation in artisan bread making.* Penguin Random House, New York, USA.
7. Magyar Élelmiszerkönyv - Malomipari termékek, n.d. https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/e/64/b1000/2-201_2016-06-09.pdf
8. Magyar Élelmiszerkönyv - Sütőipari termékek, n.d. [https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/7/24/c1000/1_3_16_1%20MÉ%20Sütői%20termékek_\(\).pdf](https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/7/24/c1000/1_3_16_1%20MÉ%20Sütői%20termékek_().pdf)
9. Miś, A., 2000. Some methodological aspects of determining wet gluten quality by the glutomatic method. *Int. Agrophysics.*
10. Oloniyo, R.O., Omoba, O.S., Awolu, O.O., 2021. Biochemical and antioxidant properties of cream and orange-fleshed sweet potato. *Heliyon* 7, e06533. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06533>
11. Păucean, A., Șerban, L.-R., Chiș, M.S., Mureșan, V., Pușcaș, A., Man, S.M., Pop, C.R., Socaci, S.A., Igual, M., Ranga, F., Alexa, E., Berbecea, A., Pop, A., 2024. Nutritional composition, in vitro carbohydrates digestibility, textural and sensory characteristics of bread as affected by ancient wheat flour type and sourdough fermentation time. *Food Chem. X* 22. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101298>
12. (PDF) Comparative study of the content and profiles of macronutrients in spelt and wheat, a review, 2025. . ResearchGate.
13. Rapp, M., Beck, H., Güttler, H., Heilig, W., Starck, N., Römer, P., Cuendet, C., Uhlig, F., Kurz, H., Würschum, T., Longin, C.F.H., 2017. Spelt: Agronomy, Quality, and Flavor of Its Breads from 30 Varieties Tested across Multiple Environments. *Crop Sci.* 57, 739–747. <https://doi.org/10.2135/cropsci2016.05.0331>
14. Ribet, L., Dessalles, R., Lesens, C., Brusselaers, N., Durand-Dubief, M., 2022. Nutritional benefits of sourdoughs: A systematic review. *Adv. Nutr.* 14, 22–29. <https://doi.org/10.1016/j.advnut.2022.10.003>
15. Rinaldi, M., Paciulli, M., Caligiani, A., Sgarbi, E., Cirlini, M., Dall'Asta, C., Chiavaro, E., 2015. Durum and soft wheat flours in sourdough and straight-dough bread-making. *J. Food Sci. Technol.* 52, 6254–6265. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1787-2>
16. Schober, T.J., Clarke, C.I., Kuhn, M., 2002. Characterization of Functional Properties of Gluten Proteins in Spelt Cultivars Using Rheological and Quality Factor

- Measurements. *Cereal Chem.* 79, 408–417.
<https://doi.org/10.1094/CCHEM.2002.79.3.408>
17. Shaw, M., Fairchild, M., 2002. Evaluating the 1931 CIE color-matching functions. *Color Res. Appl.* 27, 316–329. <https://doi.org/10.1002/col.10077>
 18. Shewry, P.R., Brouns, F., Dunn, J., Hood, J., Burridge, A.J., America, A.H.P., Gilissen, L., Proos-Huijsmans, Z.A.M., van Straaten, J.P., Jonkers, D., Lazzeri, P.A., Ward, J.L., Lovegrove, A., 2023. Comparative compositions of grain of tritordeum, durum wheat and bread wheat grown in multi-environment trials. *Food Chem.* 423, 136312. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136312>
 19. Soares, L.V.F., Souza, C.D.R. de, 2024. Análise do teor de umidade como parâmetro de qualidade na produção de farinhas de trigo. *Res. Soc. Dev.* 13, e135131047191–e135131047191. <https://doi.org/10.33448/rsd-v13i10.47191>
 20. Tegze, M.Dr., Dr. Schneller, M., 1984. *Kenyérgyártás. Mezőgazdasági kiadó, Budapest.*
 21. Tóth, V., Láng, L., Vida, G., Mikó, P., Rakszegi, M., 2022. Characterization of the Protein and Carbohydrate Related Quality Traits of a Large Set of Spelt Wheat Genotypes. *Foods* 11, 2061. <https://doi.org/10.3390/foods11142061>
 22. What is Colorimetry? - GoPhotonics.com [WWW Document], n.d. URL <https://www.gophotonics.com/community/what-is-colorimetry> (accessed 9.23.25).
 23. Xi-You, L., Rong-Jiao, L., Xin-Yu, M., Yun, L., Xi, Z., Wei-Xi, L., 2024. Comparison of Nutrients and Antioxidant Activities in Sweet Potatoes. *J. Food Biochem.* 2024, 6645155. <https://doi.org/10.1155/2024/6645155>

8. Táblázatok és ábrák jegyzéke

táblázat 1 Makrotápanyag-tartalom a közönséges búza és a tönkölybúza esetében(“(PDF) Comparative study of the content and profiles of macronutrients in spelt and wheat, a review,” 2025).....	6
táblázat 2 Alakorbúza és közönséges búza ásványianyag tartalma (Hidalgo and Brandolini, 2014)	7
táblázat 3 Kovász receptje (Forrás: saját munka).....	12
táblázat 4 Édesburgonyás kenyér receptje (Forrás: saját munka).....	13
táblázat 5 Összefoglaló táblázat a számolt színpontok közötti különbségek összehasonlításához (Forrás: saját munka)	18
táblázat 6 Különböző lisztek nedvességtartalmának mérési eredményei (Forrás: saját munka)	22
táblázat 7 Különböző lisztek sikérmérésének eredményei (Forrás: saját munka).....	24
táblázat 8 Farinográfós vizsgálat eredményei (Forrás: saját munka)	25
táblázat 9 Színkülönbség a különböző lisztekből készült kenyerek között (Forrás: saját munka)	38
ábra 1 L*a*b színtér modellje (“What is Colorimetry? - GoPhotonics.com,” n.d.).....	16
ábra 2 Minolta CR-310 színmérő készülék (Forrás: saját munka)	17
ábra 3 Érzékszervi vizsgálatához a minták és a kitöltendő pontozólap (forrás: saját munka) .	18
ábra 4 Tárolási próba otthoni körülmények között (Forrás: saját munka).....	19
ábra 5 Tárolási körülmények laborban (Forrás: saját munka)	19
ábra 6 Kenyérminta az SMS mérés közben (Forrás: saját munka).....	21

ábra 7 SMS mérőműszer mérés közben (Forrás: saját munka)	21
ábra 8 Különböző lisztek átlagos nedvességtartalma (Forrás: saját munka)	23
ábra 9 Farinográfus vizsgálat grafikonjai (Forrás: saját munka)	26
ábra 10 Édesburgonyás kenyérszeletek (Forrás: saját munka)	28
ábra 11 Édesburgonyás kenyerek kisülés után (Forrás: saját munka)	28
ábra 12 Édesburgonyás kenyerek kelesztése (Forrás: saját munka)	28
ábra 13 Különböző lisztekből készült kenyérminták rugalmassága (Forrás: saját munka)....	30
ábra 14 Különböző lisztekből készült kenyérminták relaxációs és normált relaxációs értéke (Forrás: saját munka)	31
ábra 15 Különböző lisztekből készült kenyérminták meredeksége (Forrás: saját munka)....	32
ábra 16 BL80-as lisztből készült kenyerek érzékszervi vizsgálatának eredményei (Forrás: saját munka)	34
ábra 17 Durumbúzálisztből készült kenyerek érzékszervi vizsgálatának eredményei (Forrás: saját munka)	34
ábra 18 Tönkölybúzálisztből készült kenyerek érzékszervi vizsgálatának eredményei (Forrás: saját munka)	35
ábra 19 Alakorbúzálisztből készült kenyerek érzékszervi vizsgálatának eredményei (Forrás: saját munka)	35
ábra 20 Különböző kenyerek utóízének értékelése (Forrás: saját munka)	36
ábra 21 Különböző lisztekből készült kenyerek összbenyomásának értékelése (Forrás: saját munka)	37

9. Mellékletek

1. Melléklet: Farinográfus vizsgálat eredményei

Brabender® Farinograph



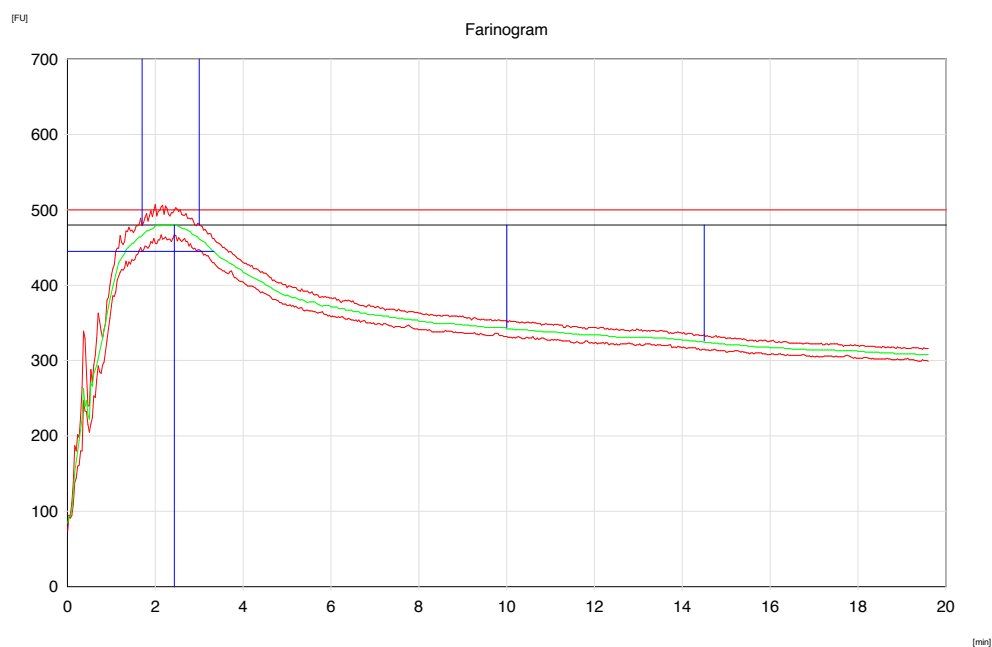
Sample: EPALAKOR
Date: 15.01.25 12:34

Method: BRABENDER/ICC
Operator: KMK

Mixer: 50 g
Consistency 480 FU with waterabsorption 57,5 %

Moisture content: 10,3 %

Waterabsorption (corrected for 500 FU):	57,0 %
Waterabsorption (corrected to 14,0 %):	52,9 %
Development time:	2,5 min
Stability:	1,3 min
Degree of softening (10 min after begin):	136 FU
Degree of softening (ICC / 12 min after max.):	154 FU
Farinograph quality number:	33
Remarks:	



Test: A:\EPALAKOR.FA1

Brabender® Farinograph



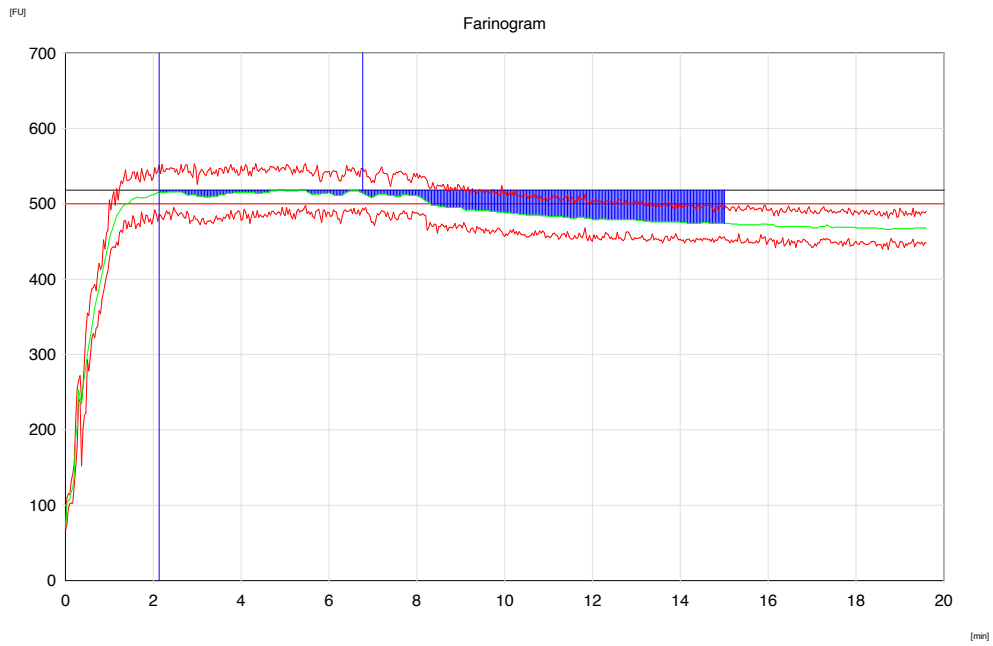
Sample: EPBL80
Date: 15.01.25 11:44

Method: HUNGARY
Operator: KMK

Mixer: 50 g
Consistency 518 FU with waterabsorption 56,0 %

Moisture content: 13,6 %

Waterabsorption (corrected for 500 FU):	56,5 %
Waterabsorption (corrected to 14,0 %):	56,0 %
Development time:	2,1 min
Stability:	4,6 min
Width of the diagram:	65 FU
Degree of softening (15 min):	44 FU
Hungarian quality number:	72,2 (4,7 cm ²)
Farinograph quality number:	101
Remarks:	



Test: A:\EPBL80.FA1

Brabender® Farinograph



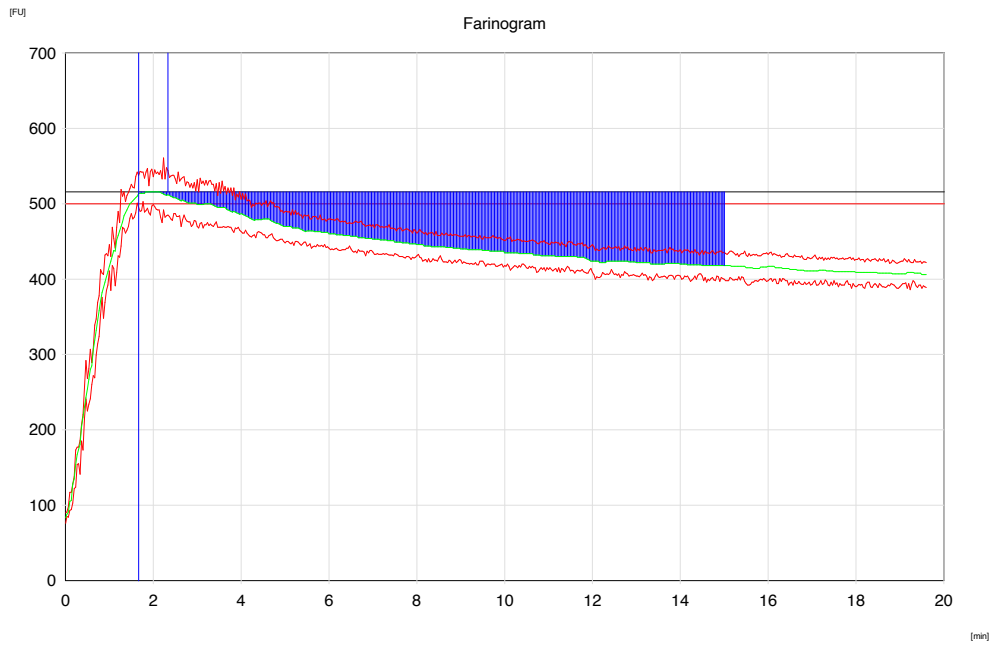
Sample: EPDURUM
Date: 15.01.25 13:20

Method: HUNGARY
Operator: KMK

Mixer: 50 g
Consistency 516 FU with waterabsorption 64,0 %

Moisture content: 13,2 %

Waterabsorption (corrected for 500 FU):	64,4 %
Waterabsorption (corrected to 14,0 %):	63,5 %
Development time:	1,7 min
Stability:	0,7 min
Width of the diagram:	43 FU
Degree of softening (15 min):	98 FU
Hungarian quality number:	49,2 (15,1 cm ²)
Farinograph quality number:	40
Remarks:	



Test: A:\EPDURUM.FA1

Brabender® Farinograph



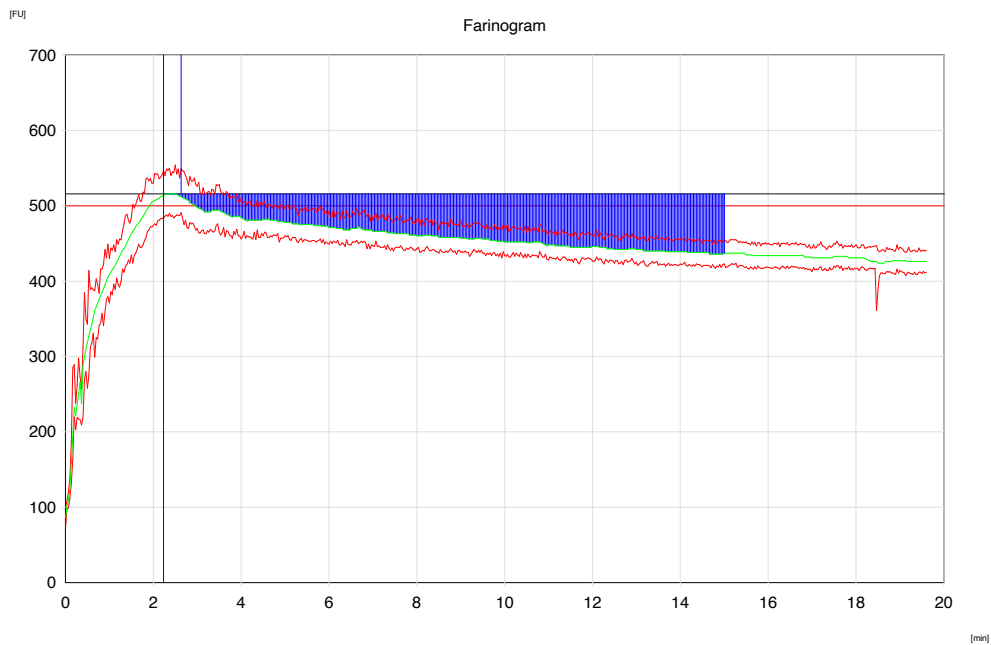
Sample: EPTONKOLY
Date: 15.01.25 14:18

Method: HUNGARY
Operator: KMK

Mixer: 50 g
Consistency 516 FU with waterabsorption 55,5 %

Moisture content: 13,4 %

Waterabsorption (corrected for 500 FU):	55,9 %
Waterabsorption (corrected to 14,0 %):	55,2 %
Development time:	2,2 min
Stability:	0,4 min
Width of the diagram:	63 FU
Degree of softening (15 min):	79 FU
Hungarian quality number:	54,6 (12,2 cm ²)
Farinograph quality number:	38
Remarks:	



Test: A:\EPTONKOL.FA1

2. Melléklet: Bírálati lap az érzékszervi vizsgálatához

Kun Henriett
Bírálati lap szakdolgozathoz, 2025

Bírálati lap az érzékszervi vizsgálatához

A mintákat 1-5 közötti skálán kell pontozni, saját ízlés alapján.

Útmutató	1: Egyáltalán nem jó
	2: Nem tetszik
	3: Átlagos
	4: Jó
	5: Kiváló

Életkor	X-el kell jelölni
20-40	
41-60	
60 év felett	

74	
Tulajdonság	Értékelés (1-5)
Illat	1 2 3 4 5
Szín	1 2 3 4 5
Állag	1 2 3 4 5
Íz	1 2 3 4 5
Utóíz	1 2 3 4 5
Összbenyomás	1 2 3 4 5

92	
Tulajdonság	Értékelés (1-5)
Illat	1 2 3 4 5
Szín	1 2 3 4 5
Állag	1 2 3 4 5
Íz	1 2 3 4 5
Utóíz	1 2 3 4 5
Összbenyomás	1 2 3 4 5

13	
Tulajdonság	Értékelés (1-5)
Illat	1 2 3 4 5
Szín	1 2 3 4 5
Állag	1 2 3 4 5
Íz	1 2 3 4 5
Utóíz	1 2 3 4 5
Összbenyomás	1 2 3 4 5

32	
Tulajdonság	Értékelés (1-5)
Illat	1 2 3 4 5
Szín	1 2 3 4 5
Állag	1 2 3 4 5
Íz	1 2 3 4 5
Utóíz	1 2 3 4 5
Összbenyomás	1 2 3 4 5

10. Köszönetnyilvánítás

Köszönömet fejezem ki,

Kóczán Györgyné Dr. Manninger Katalin, egyetemi adjunktusnak, hogy elvállalta a szakdolgozatom konzultálását és szakmai segítséget nyújtott az elkészítéséhez.

11. Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

Kun Henriett (GAYP8E) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom².

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

Kelt: Budapest, 2025. 10. 01.


belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve:	Kun Henriett
A Hallgató Neptun kódja:	GAYP8E
A dolgozat címe:	Különböző gabonák és édesburgonya felhasználásával készült kenyerek eltarthatóságának vizsgálata
A megjelenés éve:	2025
A konzulens intézetének neve:	Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
A konzulens tanszékének a neve:	Gabona és Iparinövény Technológiai Tanszék

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

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítotam, 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 mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

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

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

Kelt: Tápióság, 2025.10.08.



Hallgató aláírása

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Kun Henriett
Neptun-kódja:	GAYP8E
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:	Különböző gabonák és édesburgonya felhasználásával készült kenyerek eltarthatóságának vizsgálata

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon 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: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrekció, ötletelés 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 felhasznált kulcsfontosságú 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 prompt-naplót 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 feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....
.....
.....
.....

4. Doktori képzésben résztvevők nyilatkozata⁴

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

1. **Kötelező ismertetés:** A II. Táblázatban feltüntetett minden MI-használat körülményeit az értekezés "Anyag és módszer" fejezetében részletesen be kell mutatni.
2. **Témavezetői ellenjegyzés:** 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 felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: Budapest, 2025. 10. hó 21. nap

.....
Deen Heniatt

Hallgató aláírása

.....
A. G. de

Konzulens/Témavezető aláírása

⁴ Ez a pont kizárólag a doktori képzések hallgatóira vonatkozik, más képzési szinteken a rész a Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozatig törölhető a dokumentumból.