

SZAKDOLGOZAT

Mohácsi Csaba

2025



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

alapképzési szak

INZULINREZISZTENCIÁRA ILLESZTETT PÉKÁRU FEJLESZTÉSE

Belső konzulens:

Kóczán Györgyné Dr. Manninger Katalin

Belső konzulens intézete, tanszéke:

egyetemi adjunktus, MATE, Budai
Campus, Gabona és Iparinövény
Technológiai Tanszék

Készítette:

Mohácsi Csaba

Budapest

2025

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés és célkitűzések.....	4
2. Szakirodalom áttekintés.....	6
2.1 Minden alapja – a búza	6
2.2 A kenyér eredete	6
2.3 Mitől kenyér a kenyér?	8
2.3.1 <i>Antonie van Leeuwenhoek</i>	8
2.3.2 <i>A Glutén szerepe</i>	9
2.4 Az élesztő.....	9
2.4.1 <i>Az élesztő történelme</i>	10
2.4.2 <i>Az élesztő szerepe napjainkban</i>	11
2.5 A vadkovászos kenyér.....	11
2.5.1 <i>Érzékszervi előnyök</i>	11
2.5.2 <i>Eltarthatóság</i>	12
2.5.3 <i>Egészségügyi előnyök</i>	12
2.5.4 <i>További előny</i>	13
2.6 Gluténérzékenység és cöliákia.....	14
2.6.1 <i>A betegségek hatásai</i>	14
2.6.2 <i>Diagnosztika</i>	14
2.6.3 <i>Tolerancia mértéke</i>	15
2.6.4 <i>Kovászolás és gluténérzékenység</i>	15
2.7 Az inzulinrezisztencia.....	16
2.7.1 <i>Az I-es és II-es típusú cukorbetegség különbségei</i>	17
2.7.2 <i>Kialakulásuk</i>	17
2.7.3 <i>Az inzulinrezisztencia lefolyása</i>	18
2.7.4 <i>Az inzulin szerepe</i>	18
2.7.5 <i>Együttélés az inzulinrezisztenciával</i>	19
2.7.6 <i>Szénhidrátcsökkentett élelmiszerek</i>	19
3. Anyagok és módszerek	20
3.1 Felhasznált alapanyagok	20
3.1.1 <i>Liszt</i>	20
3.1.2 <i>Búzasikér</i>	21
3.2 Vadkovász	22
3.3 Kelesztés	23
3.3.1 <i>A tészta pihentetése</i>	23

3.3.2	<i>Kovász vekker</i>	24
3.3.3	<i>Végső kelesztés</i>	25
3.4	Hőmérséklet mérés.....	26
3.4.1	<i>Sütési környezet hőmérséklet</i>	26
3.4.2	<i>Sütési felületi hőmérséklet</i>	27
3.4.3	<i>Maghőmérséklet</i>	28
3.5	pH vizsgálat	29
3.6	Inzulinválasz teszt.....	30
3.7	Érzékszervi tulajdonságok teszt.....	31
3.8	Recept	32
3.8.1	<i>A kovász előkészítése</i>	32
3.8.2	<i>A tészta bekeverése</i>	33
3.8.3	<i>Pihentetés</i>	33
3.8.4	<i>Kelesztés és sütés</i>	34
3.8.5	<i>Folyamatábra</i>	35
4.	Eredmények és értékelésük	36
4.1	Eltarthatóság	36
4.1.1	<i>pH</i>	36
4.1.2	<i>Penészesedési teszt</i>	37
4.2	Kalkulált tápérték.....	38
4.3	Érzékszervi teszt	40
4.4	Inzulinválasz	43
4.4.1	<i>Saját mérések</i>	43
4.4.2	<i>Labor mérések</i>	46
4.5	Árkalkuláció.....	51
5.	Következtetések és javaslatok	53
6.	Összefoglalás	55
7.	Irodalomjegyzék	57
8.	Ábrák és táblázatok jegyzéke	59
8.1	Ábrajegyzék	59
8.2	Táblázatjegyzék	60
9.	Köszönetnyilvánítás	61

1. Bevezetés és célkitűzések

Szakedolgozatom témájának kiválasztásakor több tényező miatt döntöttem amellett, hogy inzulinrezisztenciától szenvedő egyének számára megfelelő kenyér receptjét fejlesztem ki. Időrendi sorrendben először saját tapasztalataim irányítottak arra a tudatos táplálkozást követő életmódra, melyben a szénhidrátbevitel visszaszorításával sikerült egy nagyobb mennyiségű túlsúlytól megszabadulnom, így pedig egy egészségesebb, teljesebb életet tudnom magaménak. Ez a kezdeti pozitív tapasztalat és az élelmiszerekkel kapcsolatos érdeklődés egyenes út volt afelé, hogy a tudatos táplálkozás és az aszerint kialakított diéta követése egy egészségtudatos hobbiból és érdeklődésből egyfajta tudásvágytól fűtött szenvedéllyé és később karrierré nőjje ki magát.

Ez után egy ennél meghatározóbb fejezet kezdődött, mely során feleségemmel családot szerettünk volna alapítani, de ennek útját állta egy manapság a nők körében egyre gyakrabban felbukkanó egészségügyi állapot. PCOS-t, azaz policisztás petefészket diagnosztizáltak nála, amely ugyan hosszútávon sem életveszélyes állapot, de hormonális diszfunkciókból adódóan közvetve rengeteg kellemetlen mellékhatással jár. Ilyen gyakori mellékhatások közé tartozik a hajhullás, az aknés, vagy zsíros bőr, állandó fáradtság, alvási zavarok, migrének, illetve az erős fájdalommal járó, rendszertelen menstruáció.

A legrosszabb azok számára, akik hasonló életcélokat dédelgetnek, mint mi akkor, hogy a PCOS az egyik leggyakoribb oka a meddőségnek az emiatt fennálló kiszámíthatatlan, vagy sokszor elmaradó peteérés végett. Ennek az állapotnak a közvetett, passzív kezelésére az endokrinológia általában egy viszonylag szénhidrátszegény, szigorú diétát javasol, mely segít csökkenteni az inzulinrezisztencia tüneteit, ezzel javítva a hormonális egyensúlyt, a menstruációs ciklus normalitását, valamint a termékenység esélyeit. Kutatások szerint a szénhidrátbevitel csökkentése csökkenti az inzulintermelés igényét, ez pedig kedvezően hat a glükózsabályozásra és a petefészkek működésére. (Khan, 2024) E diéta követése során ugyanakkor az addigi évtizedes étkezési szokások levetkőzése végtelenül nehéz lehet, amely olyanok számára még nehezebb, akik kifejezetten szeretik a különböző pékáruk – például kenyérfélék – ízvilágát.

Ezt a gondolatot szem előtt tartva határoztam el, hogy az élelmiszeripari tapasztalataimat kihasználva megpróbálkozom egy olyan kenyérrecept kialakításával, amely a fogyasztás élményében nem köt kompromisszumot. Rengeteg próbálkozás, tesztelés, és „jól sikerült”-nek

nem titulálható végeredmény után végül megszületett egy olyan recept, amely szénhidrát tartalmában 30%-ban alulmaradt a boltban vagy pékségekben kapható kenyerekhez képest a fehérjetartalom javára.

Mindezek után, boldogan fogyasztva az élesztővel készült házi kenyereinket csöppentem bele én is abba a körbe, akiket sokszor úgy emlegetnek, hogy „Covid pékek”. A Covid19 beköszöntével megszorodtak a kovászolással és fermentálással foglalkozó hobbipékek internetes tartalmai, melyek az én érdeklődésemet is felkeltették, ezért elkezdtem beleásni magam a fermentáció és a kovászás pozitív élettani hatásaiba. Lenyűgözött, hogy a pusztán prebiotikus hatású élelmiszerek fogyasztása, és ezzel a mikrobiom egészséges szinten tartása milyen pozitív hatással van az egészségmegőrzésre és az immunrendszer erősségére (Al-Habsi *et al.*, 2024, pp. 9–14), így elhatároztam, hogy a már kialakított receptet megpróbálom kovász használatával tökéletesíteni.

A recept fejlesztése során a tesztek végett további pozitív eredményekre és különbségekre lettem figyelmes mind érzékszervi, mind funkcionális szempontból. Bár szubjektív megközelítés, de a kovászos eljárással készült termékek érzékszervi tulajdonságai illat és íz aroma szempontból is sokkal vonzóbbak voltak számunkra, eltarthatóság szempontjából pedig az élesztővel készült kenyerekhez képest napokkal tovább maradt meg a kenyér érzékszervi vagy akár mikrobiális romlás nélkül. Akkor még mit sem tudva e különbségek kémiai vagy biológiai háttéréről élvezettel fogyasztottuk az egyre finomabb, élvezetesebb kenyereket, de kíváncsiságomnak teret adva még tovább tanulmányoztam a kovászás hatásait már nemcsak egészségügyi szempontból, hanem mint technológiai segédanyag.

A teljes fejlesztési projekt, a végeredmény és a megszerzett tapasztalatok kapcsán kialakult elégedettségem arra sarkalt, hogy tanulmányaim ezen pontján a szakdolgozatom keretein belül tovább vizsgáljam a kész receptúra segítségével sült kenyerek hatását a vércukorszintre; szélesebb közönség elé tárva a végeredményt többek véleményét kérjem ki és összegezzem a kenyér érzékszervi tulajdonságait összehasonlítva egy hétköznapi, élesztővel készült kenyérral; végezetül pedig számításokkal és mérésekkel támasszam alá a kenyér tápanyagok terén való beltartalmi előnyeit, hogy hosszú távon ne csak házilag elkészített formában, hanem akár piaci körülmények között, a kereskedelemben is megjelenhessen, ezzel segítve azokat, akik egy szigorú diéta követése mellett is teret szeretnének engedni a friss, kovászos kenyér által kínált kulináris élvezeteknek.

2. Szakirodalom áttekintés

2.1 Minden alapja – a búza

A számos termék és pékáru, amely búzából készül a legfontosabb élelmiszerek közé tartoznak, amelyeket világszerte készítenek és gyártanak akár otthon, személyes fogyasztásra, akár ipari szinten, nagyobb tömegekhez való eljuttatás céljából. A búzát az egyik legfontosabb alap élelmiszer alapanyagként tartjuk számon, hiszen remek forrása 2 elengedhetetlen makrotápanyagnak – zömében az alapvetően energiát szolgáltató szénhidrátoknak és fehérjének, melyet a szervezetünk kötőszöveteink, izomzatunk, szerveink regenerálása és normál állapotának fenntartása céljából használ fel. (Bird and Regina, 2018; Ali *et al.*, 2022; Khalid, Hameed and Tahir, 2023)

A búza továbbá azon túl, hogy termesztése viszonylag olcsó, kiemelkedően alkalmazkodó növény is egyben, melynek köszönhetően az egymástól erősen különböző éghajlati tájakon is termesztető, így pedig remek élelmiszer alapanyag abból a célból, hogy a világ népességének jelentős részét elláthassa éltető tápanyaggal. (Khalid, Hameed and Tahir, 2023)

Ahhoz, hogy ezt a célt szolgálta, a világ különböző részein a saját regionális kultúráknak megfelelő módon megtalálták a módját a búza felhasználásának és elkészítésének, de kijelenthető, hogy a kenyér - vagy kenyérfélék - szolgáltatják az alapvető élelmiszer alternatívát a népesség jelentős részének, hogy egy viszonylag olcsó, a többség számára elérhető, sokrétűen felhasználható alap élelmiszer kerüljön az asztalokra.

2.2 A kenyér eredete

A kenyér évezredek óta az emberiség alapvető élelmiszereként szolgál, már az ősi Mezopotámia és Egyiptom írásos feljegyzéseiből is találhatunk bizonyítékot a kenyér létezésére (1. ábra). Egy történet szerint a fermentáción átesett kenyértészták felfedezése úgy történt, hogy egy egyiptomi hölgy a Nílus közelében elfelejtette, hogy összekeverte a kenyérének való lisztet és vizet, és csak néhány nap múlva szembesült a táfogatban megnőtt és szokatlan illatot árasztó kenyértésztával. Ennek ellenére megsütötte, eredményképp pedig egy könnyebb, puhább, ízesebb kenyeret kapott a megszokotthoz képest – ezt követően pedig már csak így csinálta a kenyerét. (Kleinwächter, 2025, p. 2)



1. ábra – egyiptomból fennmaradt művészeti alkotások a kenyérsütésről (Forrás: <https://artaalba.ro/wp-content/uploads/2023/08/Untitled-design-24-2.png>)

Más lehetséges forgatókönyv, hogy az első fermentációk pusztán elhúzódtak, de szándékos liszt-víz autolízis esetén történtek meg, melyek során az eredeti cél pusztán az volt, hogy autolízis segítségével - mely során csupán a vizet és a lisztet keverjük össze élesztő, kovász vagy só mellőzésével - a tészta kezelhetőbbé, kevésbé ragadóssá váljék, de ez a folyamat elhúzódtak akár másnapra is, mely során a fermentáció akaratlanul is képes volt beindulni. (*The Food Timeline: history notes--bread*, 2024; Kleinwächter, 2025)

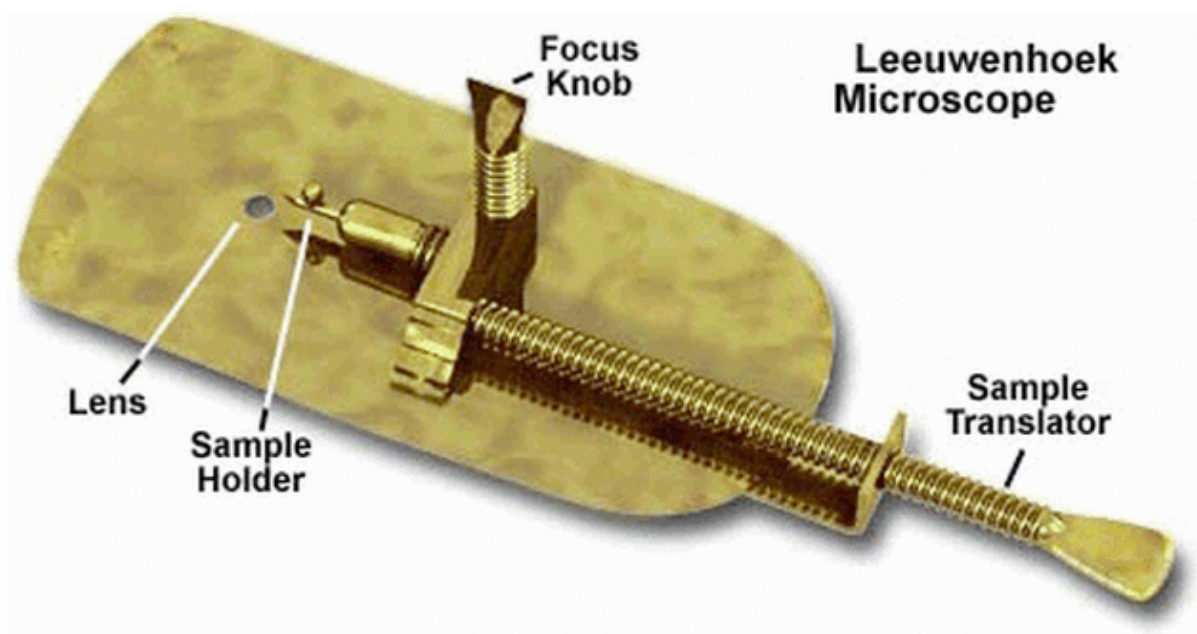
A kenyérsütés történetében a következő megálló Egyiptomtól észak felé esett, ókori Görögország területére, ahol eleinte ott is csak nők sütöttek kenyeret otthoni körülmények között, de később megjelentek az első pékségek is. Ezt követően a rómaiak is elsajátították a kenyérsütés művészetét a görögöktől, sőt, nemcsak átvették a már megtanult technikákat, de tovább is fejlesztették azokat mind tészta-gyúrás, mind sütéstechnika tekintetében. (*The History of Sourdough*, 2024)

Az első modernnek mondható kovászos kenyérreceptek a 17. századi Franciaországra tehetők, ahol már olyan kovászt használtak, amelyet sütésre való felhasználás előtt háromszor is feletettek. A kenyérsütésnek ez a fajta kultúrája eljutott Kalifornia északi területeire az 1848-as aranyláz idején, sőt, azóta is a kultúra részét képezi San Francisco-ban. Ez idő óta az ottani pékek ugyanazt az „Anyá kovász”-nak nevezett kovászt használják, melyet oly nagy becsben tartanak, hogy az 1906-os San Franciscoi földrengésben egy Louise Boudin nevű férfi az életét kockáztatva mentette meg a pusztulástól. (*The History of Sourdough*, 2024)

2.3 Mitől kenyér a kenyér?

2.3.1 *Antonie van Leeuwenhoek*

Bárhogy is történt az indulás, egészen 1680-ig fogalmunk se volt arról, hogy a tésztában fejlődő apró mikroorganizmusok felelősek a minden szempontból jobb kenyérért. Ez volt az az év ugyanis, mikor Antonie van Leeuwenhoek egy olyan találmánnyal állt elő, amely örökre megváltoztatta a világról alkotott képünket. Antonie mestere volt a lencsékkel való munkának, és azok felhasználásának annak érdekében, hogy olyan dolgokat is láthatóvá tegyen, amely a puszta szemnek láthatatlan. Nevéhez köthető az első mikroszkóp feltalálása (2. ábra). Kíváncsiságának helyet adva természetes élővizek mintáit vizsgálta, melynek köszönhetően az emberiség történetében először ő láthatott mikroorganizmusokat. Kenyérsütés szempontjából, ami még ennél is fontosabbá teszi a nevét az, hogy nem törődve a kor nagy neveinek, vagy épp a tömegek szkepticizmusával, tovább folytatta vizsgálatait, amely kiterjedt sörfőző céhek fermentálóiból kinyert söriszap vizsgálatával is. Ennek köszönhetően őt tartjuk számon az első emberként, aki fermentációs baktériumok és élesztőgombák létezését szemlélhette meg a saját szemével, ez pedig forradalmasította a lehetőségeinket fejlődés tekintetében a mikrobiológia terén. (Bettendorf, 1995, p. 334; Kleinwächter, 2025, pp. 4–5)



2. ábra – Leeuwenhoek féle mikroszkóp az 1600-as évekből (Forrás: <http://webapps.fundp.ac.be/umdb/wiki-bioscope/images/d/dd/Microleeuwenhoek.gif>)

2.3.2 A Glutén szerepe

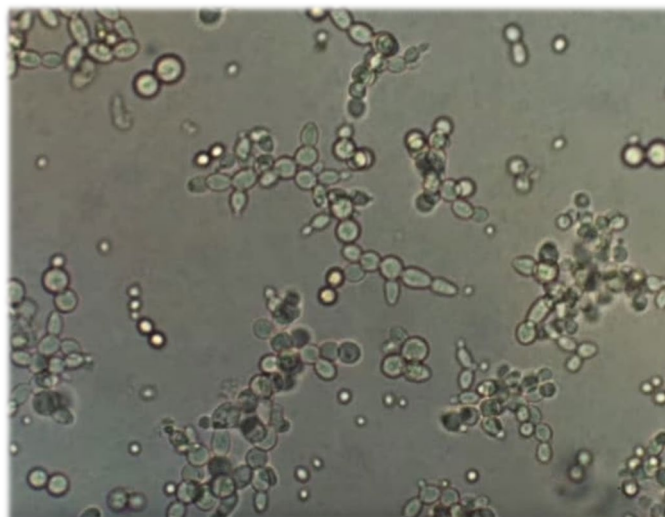
Nem világos, hogy pontosan mikor kezdünk el egy apró darabot felhasználni az előző napi keverésből az aznapi tésztához, de az biztos, hogy ezzel a folyamattal született meg a kovászolás. A kovászban lévő élesztő a kenyér tésztáját könnyebbé, levegősebbé teszi, a tejsavbaktériumok pedig a kenyér ízének (és persze pH-jának) savasságát, savanyúságát befolyásolják. Ma már nehezen tudnánk elképzelni, hogy mindennapi kenyereink ne legyenek puhák, levegősek, könnyedek. Ahhoz, hogy ezt a végső formát elérjük, nem elég pusztán élesztőgombákat használnunk a kenyértésztában nem törődve a liszt eredetével. Itt jön a képbe a búza, hiszen a végeredményhez elengedhetetlen egy fehérje, amelyet a búzafélék tartalmaznak, a glutén. A glutén az a fehérje, amelynek köszönhetjük a kenyerek könnyed, levegős bélzetét, élvezhetőségét. A glutén fehérjék vízzel való érintkezés után összekapcsolódnak, így a kialakuló „gluténháló”, vagy glutén-struktúra fogságba ejti a kelesztés során élesztőgombák által termelt szén-dioxidot. Ez a folyamat során a kenyértészta léggömb-szerűen felfújódik, apró légkamrákat létrehozva az egybefüggő külső réteg alatt. (Zhang, Datta and Mukherjee, 2005, p. 2569)

Ezek a kamrák a sütés első felében - mikor a tészta a gluténnek köszönhetően még nem vesztette el nyújthatóságát – kitágulnak, ezt nevezzük „oven spring”-nek, azaz a sütés közbeni növekedésnek. A sütés második felében a tészta teljesen megsül, a bélzet a héj alatt megfő, ez pedig megerősíti struktúráját, így a kihűlés során és után sem esik össze a kenyér. (Kleinwächter, 2025, p. 120)

Akár csupán élesztővel, akár vadkovással, akár kettejük kombinációjával készül a kenyér, ez az a folyamat, amelyen minden esetben átesik a tészta, és amelyhez a glutén a mai technológia szerint elengedhetetlen, hogy végeredményben egy élvezetes, sokrétűen felhasználható élelmiszert kapjunk.

2.4 Az élesztő

A kenyérfőzés technikai és folyamatai természetesen rengeteget fejlődtek az idők során egészen a tészta taposással való megdolgozásától a mai modern, gépesített eljárásokig, de az élesztőgomba - különösen a *Saccharomyces cerevisiae* (3. ábra) – használata a mai napig alapvető a pékáruk, kenyerek elkészítésében akár tisztán élesztős, akár vadkovászos, vagy a két technológia kombinációjával készülő pékáru kerül sütésre. (Lahue *et al.*, 2020)



3. ábra - *Saccharomyces cerevisiae* élesztő sejtek mikroszkópikus képe (Forrás: <https://microscopeclarity.com/yeast-an-amazing-microorganism/>)

2.4.1 Az élesztő történelme

A legnagyobb előrelépés a nagyipari kenyérsütésben 1857-ben történt meg, mikor Louis Pasteur, egy francia mikrobiológus felfedezte az alkoholos fermentáció háttérét. Bebizonyította, hogy az élesztő mikroorganizmusok a felelősek az alkoholos fermentációért, nem más mikroorganizmusok vagy kémiai katalizátorok. Folytatta kutatásait, mely során ő vált az első emberré, aki képes volt tiszta élesztőtörzseket szaporítani. (Kleinwächter, 2025, p. 5)

Nemsokkal ez után 1868 a Fleischmann testvérek, Charles és Maximilian voltak az elsők, akik szabadalmaztattak és árura bocsátottak tiszta élesztő törzseket kifejezetten kenyérfőzéshez. Az általuk termesztett élesztő vadkovászból került izolációra. 1879-ben megépült az első kifejezetten élesztő mikroorganizmusok sokszorosítására szolgáló gép is, melyben az élesztő centrifugákban sokszorozódott. (*Our History*, no date)

Az így kapott élesztő tökéletes megoldás volt arra, hogy a kenyérfélék készítésének felgyorsítsák akár az iparban, akár kisebb pékségekben, akár az otthon sütni vágyó háziasszonyok, hiszen ami korábban 10-12 órába telt, most a tiszta élesztő segítségével 1 óra alatt megtörténhetett – legalábbis térfogatnövekedés és széndioxid-termelés szempontjából.

A következő hatalmas ugrás az élesztő élettörténetében a II. világháború idejére tehető. Ezen időben születtek meg ugyanis az első szárított, csomagolt élesztők, amelyek még tovább egyszerűsítették a pékáruk sütésének folyamatát. A minden tekintetben mindig ugyanolyan, nagy mennyiségben rendelkezésre álló élesztő lehetővé tette azt, hogy a fermentációs időt a

lehető legrövidebbre csökkentsék, és adott hőmérsékleten adott alapanyagokkal és hidratációval pontosan ugyanazt a terméket legyenek képesek létrehozni napról napra.

2.4.2 *Az élesztő szerepe napjainkban*

A napjainkban általánosan, akár hipermarketekben megvásárolható pékáruk készítésénél javarészt továbbra is friss, vagy szárított élesztő a felelős a széndioxid-termelésért a tésztán belül, amelynek köszönhetően a tészta megdagad, a végeredmény pedig egy levegős, könnyed, puha kenyér lesz, melyet élvezet fogyasztani. Az élesztő működésének megértése és megtapasztalása nagyban megkönnyítette a régi és modern pékek és élelmiszergyártók munkáját egyaránt azzal, hogy a kenyér- vagy más pékáru-készítés egy kiszámíthatatlan, hosszadalmas folyamatból egy viszonylag gyors és könnyen kiszámítható folyamattá vált, mely során mindig a kívánt eredményt képesek elérni. (Lahue *et al.*, 2020)

Az élesztő széleskörben való használatának köszönhetjük nemcsak azt, hogy napról napra a megszokott, konzisztens minőségű, állagú, formájú és beltartalmában is egységes termékeket vásárolhatunk meg, hanem azt is, hogy pusztán 2-3 óra leforgása és egy egyszerű recept követése segítségével akár mi magunk is elkészíthetjük saját kenyერünket, vagy bármely más kelt tésztát az otthonunk kényelmében, az alkotás szeretetével, egyszerű, lakossági felszereléssel, akár minimális tapasztalattal a hátunk mögött.

2.5 A vadkovászos kenyér

2.5.1 *Érzékszervi előnyök*

Az élesztőt övező sok alapvetés és a felsorolt pozitív tulajdonságok ellenére azonban a kovász használata mellett is szólnak megkerülhetetlen érvek a tiszta élesztővel szemben. Az egyik ilyen ellenérv a késztermékek érzékszervi tulajdonságainak minőségbeli alulmaradása, amely leegyszerűsítve levezethető úgy is, hogy a sütés előtti fermentációs idő egyenes arányosságban van bizonyos érzékszervi tulajdonságok minőségével. A különböző pékáruk ízének megítélése persze egy szubjektív megközelítés, de tudományos tanulmányokra támaszkodva is elmondható az, hogy ugyan az élesztős és a kovászos kenyerek aromaprofilja nagyon hasonló, az aromakoncentráció jóval magasabb a kovászos kenyerekben. (Katsi *et al.*, 2021, p. 2)

Egyértelmű ízbeli különbség továbbá a kovászos kenyerek ízének jellegzetes savassága, amely a fermentáció során termelődő tejsavbaktériumok jelenléte révén következik be. Ennek, és a

gazdagabban termelődő aroma- és illatanyagoknak köszönhetően egy 2021-ben kiadott tanulmány tesztelésében a résztvevők a kovászos kenyerek ízét savanykásabbnak, aromáját, ízét és illatát pedig teltebbnek érezték az élesztős kenyerekhez képest. (Katsi *et al.*, 2021, p. 5)

2.5.2 Eltarthatóság

Ezeken túlmutatóan további hétköznapi fogyasztó által is könnyedén felfedezhető különbség a kovászos kenyerek hosszabb, minőségromlás nélküli eltarthatósága. Ez szintén összefüggésben áll a fermentáció során termelődő tejsav és más szerves savak termelődésével. A nyers tészta savassága a sütés folyamán nem veszik el, a sült kovászos kenyér titrálható savtartalma lényegesen magasabb, mint az élesztős kenyereké. Mivel a savasság, azaz a kenyér jelentős pH csökkenése kedvezőtlen táptalajt jelent a legtöbb romlást okozó mikroorganizmusnak (baktériumok, penészgombák), így az nemcsak az ízélményre van megkérdőjelezhető hatással, de a romlás általi minőségromlást is lassítja vagy megakadályozza. (De Vero *et al.*, 2021, pp. 3–4)

2.5.3 Egészségügyi előnyök

A pusztán természetes érzékszervi vagy tapasztalati előnyöktől eltekintve további, szabad szemmel nem látható előnyökkel is szolgál a kovászos az élesztővel készült kenyerekkel szemben. A kovász mikrobiológiai, biokémiai, technológiai és tápérték-növelő potenciálját évtizedek óta kutatják, és ezen kutatások során kiderült, hogy kovász képes bizonyos táplálkozási értékek javítására, mint például ásványi anyagok biohasznosulásának javítása, fitinsavtartalom csökkentése, szabad aminosavak hozzáférhetőségének javítása. (De Vero *et al.*, 2021, pp. 1, 3)

A fermentáció során a kovász olyan hasznos anyagokat is termel, mint az extracelluláris poliszacharidok (EPS), amelyek a kenyérben nemcsak egészségügyileg funkcionális, de technológiai előnyökkel is szolgálnak. (De Vero *et al.*, 2021, pp. 5–6)

Az EPS-ek prebiotikumként működnek az emberi szervezetben, ami azt jelenti, hogy táplálni képesek a bélflórában fellelhető jótékony baktériumokat, ezzel javítva a bélrendszer egészségét, sőt, egyes EPS-ek képesek védeni a jótékony baktériumokat az immunrendszer támadásaitól. Ez a modern, tudatos gyógyászatban egyre nagyobb érdeklődésnek örvend a kíméletes, passzív, azaz diétával megvalósítható betegségkezelés kapcsán, hiszen a bélflóra egyensúlyának helyreállítása olyan betegségek tüneteinek enyhítésére lehet alkalmas, mint az

irritábilis bélszindróma (IBS), vagy a fekélyes vastagbélgyulladás (IBD). Az EPS-ek továbbá pozitívan befolyásolják a veleszületett, és a szerzett immunrendszer erősségét is a PRR receptorok stimulációján keresztül, ezenfelül pedig közvetve, a szoroskapcsolatok felépítésének szabályozásán keresztül javítják a bélbélés integritását. Ez a bél átjárhatóságának szabályozásában fontos tényező. Végül, de nem utolsó sorban pedig fontos egészségügyi szerepet játszanak a patogén baktériumok gátlásával, hiszen képesek megakadályozni a káros baktériumok bélbélésen való megtapadását oly módon, hogy fizikailag lefedik a baktériumok felületét, így megakadályozva a megtapadásukat. (Oerlemans *et al.*, 2021, pp. 2–7)

2.5.4 További előny

Minden felsorolt, alátámasztott vagy vitathatatlan előny ellenére pedig személyes, tapasztalati úton kialakult véleményem is megjegyezném a kovász-használat folyamata mellett. A kovász önmagában a legtöbb hobbi- vagy hivatásszerű péknek nem egy egyszerű technológiai segédanyag. Eddigi tapasztalataim során a pékek saját nevelésű kovászat szeretettel és odaadással gondozzák, etetik, sőt, névvel látják el. Eleinte ugyan furcsállva szemléltem azokat, akik így viszonyulnak egy „darab tésztahoz”, de idővel bennem is kialakult a megértés azok irányába, akik el se tudják képzelni másképp. A kovász ugyanis egy élőlény. Véleményem szerint az első szimbiózisok közé tartozik a kovászban rejlő mikroorganizmusok tudatos nevelése, amely ember és nem emberi létforma között kialakult. A zavarba ejtő igazság pedig az, hogy erre a szimbiózisra a kovászban rejlő baktériumok, illetve élesztőgombák vezettek rá bennünket, és nem fordítva, hiszen a kovászban dolgozó mikroorganizmusok evolúciós jelleggel tanulékonyak. Minden egyes etetés során egyre adaptívabbak lesznek azzal a típusú tápanyaggal szemben, amelyet kapnak, így egyre jobb munkát végezve azon típusú lisztek feldolgozásában, melyet egyéni preferencia, vagy regionális elhelyezkedésünk révén használunk. Ez által rászoktattak minket, embereket arra, hogy ne csak, mint technológiai segédanyag tekintsünk rájuk, mely szükség szerint 3-4 nap alatt újra kreálható, hanem vigyázzunk rájuk, lelkiismeretesen neveljük, hogy egyre erősebb lehessen - ehhez mérten pedig a tőlünk kapott tápanyagért cserébe egyre finomabb, jobb, ízesebb kenyérral lásson el bennünket. Nem véletlen tehát, hogy bizonyos régiókban büszkén mondják el magukról a helyi pékségek, hogy 100, vagy akár több éves anya kovászt használnak, hiszen a végső termék ízében, aromájában, és szentimentálisabbaknak akár lelkületében is kiérződik a különbség.

2.6 Gluténérzékenység és cöliákia

2.6.1 *A betegségek hatásai*

Napjainkban egyre többször esik szó a gluténérzékenységről és a cöliákiáról, sokszor pedig a két fogalmat egybe mosva maga a valamelyikkel rendelkező egyén se tudja, hogy pontosan melyik állapottól szenved, pedig nagyon fontos tudnunk a különbséget a két fogalom között. A cöliákia ugyanis egy sokszor velünk született, de akár később is kialakulható autoimmun betegség, amely során a glutén megemésztése az immunrendszertől válaszreakciót vált ki, mely miatt a saját védelmi rendszerünk károsítja a vékonybél nyálkahártyát, ez pedig potenciálisan felszívódási zavarokhoz vezet. (Ortiz, Valenzuela and Lucero A, 2017, p. 2)

A cöliákia mellékhatása gluténtartalmú élelmiszer fogyasztását követően igen veszélyessé válhat, testsúly tartós, veszélyes szintre való csökkenése jellemezheti, kialakulhat tápanyaghiány, vagy akár krónikus hasmenés is előfordulhat. Cöliákia állapot megléte ellenére tartósan gluténtartalmú élelmiszerek fogyasztása a legrosszabb esetben csonttrikuláshoz és emésztőrendszeri rákhoz is vezethet. (Pietzak and Kerner, 2012, p. 7; Ortiz, Valenzuela and Lucero A, 2017, p. 4)

Ezzel szemben a nem cöliákiás gluténérzékenység hosszútávon közvetlenül sem halálos kimenetelű, nem okoz tartós károsodást a bélfalban, sokkal inkább emésztőrendszeri tünetei vannak, leggyakrabban puffadás, vagy egyéb emésztési zavarok, míg mások fejfájást, korai kifáradást tapasztalnak gluténtartalmú élelmiszerek fogyasztását követően. (Pietzak and Kerner, 2012, p. 7; Elli et al., 2015, p. 3)

Közvetve számos betegséget vagy egészségtelen működést (mint például szabálytalan hormontermelés) vezetnek vissza a gluténérzékenységre, de az orvostudomány mai állása szerint ezek egyelőre sokkal inkább megalapozottnak látszó találgatások, melyek kapcsolatát a gluténérzékenységgel nem értjük még teljesen, mintsem tanulmányokkal alátámasztott tények.

2.6.2 *Diagnosztika*

További kimagaslóan nagy különbség a két állapot között a diagnosztika, hiszen a cöliákia vérvizsgálattal, pontosabban anti-tTg antitestek kimutatásával és bélbiopsziával igazolható, míg a nem cöliákiás gluténérzékenység csak kizárásos alapon azonosítható. (Elli et al., 2015, p. 5).

2.6.3 Tolerancia mértéke

Fontosnak tartom ezen fogalmak tisztázását, különösen azért, mert a két állapot között rendkívül fontos különbség az, hogy míg egy cöliákiától szenvedő személy nemcsak a glutént kell, hogy kerülje, de minden gluténszármazékot, keresztszennyeződést is ki kell zárjon az életéből, addig a gluténérzékenységnek ugyan vannak fokozatai, de a tolerancia jóval magasabb, és az esetleges alacsony mennyiségű gluténfogyasztás is sokkal inkább csak kellemetlen, mintsem hosszú távon káros.

2.6.4 Kovászolás és gluténérzékenység

Ennél a gondolatnál jön képbe újra a kovászolás, mint sütési technológia. A kovászos kenyér élettani hatásainál korábban kiemelttem a kovászolásnak azon hatását, amely végett a nem cöliákiától, hanem gluténérzékenységtől szenvedő egyének magasabb toleranciát mutatnak a kovással készült élelmiszerek fogyasztását követően, mintha élesztővel készült termékeket fogyasztottak volna ezen kívül egyazon összetevőket tartalmazó élelmiszerekből. Ennek oka a kovászban lévő tejsavbaktériumok enzimatis aktivitása a gluténnal szemben. Úgy tűnik, hogy a kovással történő fermentáció során az endogén és exogén proteázok proteolitikus aktivitása a glutén teljes, vagy nagy mértékű részleges hidrolíziséhez vezet, amely nagyban csökkenti, vagy megszünteti a gluténérzékenységtől szenvedők által megélt kellemetlen tünetek megjelenését. (De Vero *et al.*, 2021, p. 5)

Ezt figyelembe véve érthetővé válik az, hogy míg a különböző tészták, vagy kenyértészták növekedése, így a termékek teljes elkészítési ideje befolyásolható és meggyorsítható hozzáadott élesztővel - jellemzően a kovászolási folyamat teljes kihagyásával -, bizonyos enzimatis folyamatok nem gyorsíthatóak fel. Ahogy a kovászolás a felgyorsult világban és még inkább felgyorsult gyártási folyamatokban szinte teljesen eltűnt, és az otthoni konyhákban is háttérbe szorult, a cöliákiáról és a gluténérzékenységről egyre többet esik szó az elmúlt 60-80 évben. A kapcsolat megértése végett nagyon jó párhuzamot lehet vonni a laktózérzékenységgel. Míg a laktózérzékenyek nem kezelik jól a tejben lévő tejcukor, azaz laktóz fogyasztását, a hosszasan fermentált sajtok, kefirtek elfogyasztásával jellemzően nincs problémájuk. Ez azért van, mert a laktóz egy olyan diszacharid, amelyet a laktáz enzim bont, és ennek az enzimnek a hiányában a laktózérzékenyek képtelenek azt kellemetlen mellékhatások nélkül megemészteni. Azonban a sajtban, vagy kefirben a gyártási idő alatt lezajló fermentáció során a laktóz enzimatis bontása is lezajlik természetes

mikroorganizmusok segítségével, mely során a diszacharid bomlik két monoszacharidra, galaktóz és glükóz szabadul fel, melyek megemésztése a laktózérzékenyek számára se jelent problémát. (Ozarlsan and Kök Taş, 2022)

A modern kenyerekben és kelt tésztákban a kovász hiánya miatt már nincs tejsav, amely képes lenne a glutén fehérjéket hidrolizálni és a bennük lévő kötött aminosavakat szabad aminosavvá tenni, így sarkalatosan fogalmazva kijelenthető, hogy az élesztővel készült kenyerek gluténtartalma magasabb, mint a kovással készültké. Az elmúlt években viszont legnagyobb részt „hála” a COVID19 kapcsán felmerülő élethelyzetnek, mely miatt sokan unalmukat elűzvéen kezdtek el újra foglalkozni a tradicionális kenyérsütéssel - amely rengeteg időt és természetesen a kovászás technikáját igényli -, tapasztalati úton fény derült arra, hogy sokan azok közül, akik addig gluténérzékenyként képtelenek voltak elfogyasztani nagyobb mennyiségű kenyeret, számukra a hosszas fermentációval készült kenyerek elfogyasztása viszont nem jelent problémát. Ennek, és az egészségügyileg egyre tudatosabb fogyasztói társadalomnak köszönhetően a kovászás folyamata virágkorát éli, mely révén már nemcsak az otthon tevékenykedő hobbipékek nyúlnak vissza ehhez az ősi technikához, de visszacsöppenve a COVID19 után beállt hétköznapi, dolgozói élethez, az igény megmaradt, amelyhez a piac, azaz a pékségek is igazodtak.

Ugyan szakdolgozatom alapvető célja az inzulinrezisztenciától szenvedők számára fejleszteni olyan pékárut, amely egy megengedőbb diétát tesz lehetővé, a napjainkra jellemző tudatos fogyasztói szokások figyelembevételét is fontosnak tartottam, ezért döntöttem amellet, hogy megéri a kovászással egybekötött munka annak ellenére, hogy nagyban megnehezíti fejlesztést. Ugyan az inzulinrezisztenciára nincs közvetlen hatással a kovászás során lezajló glutén-hidrolízis, de maximalizmusból fakadóan az érzékszervi előnyök, az eltarthatóság, illetve az egyéb egészségügyi előnyök sarkalltak arra, hogy ezt az utat járjam végig a fejlesztés során.

2.7 Az inzulinrezisztencia

Az inzulinrezisztenciát helyén kezelve először fontos megérteni azt, hogy mi a különbség az I-es és a II-es típusú cukorbetegség között, hiszen míg a mindennapi élet szempontjából sok vonásban hasonló lecsapódásuk van, a biológiai háttér egészen más. A két metabolikus zavar közös nevezője a vércukorszint hatékony szabályozásának képtelensége, a kettő közötti különbség pedig az állapot kiváltó oka. (Palicka, 2002, p. 142)

2.7.1 Az I-es és II-es típusú cukorbetegség különbségei

Az I-es típusú cukorbetegségben szenvedők – vagy ahogy korábban nevezték őket, „inzulin-függő cukorbeteg” – egy autoimmun betegséggel küzdenek, mely során a szervezet immunrendszere támadja meg és pusztítja el az inzulintermelő sejteket a hasnyálmirigyben. Ennek eredményeképp a szervezet teljességgel képtelen inzulin hormon előállítására, mely következményeképp pedig nincs inzulin, amely szabályozhatná a vércukorszintet. Ebből kifolyólag azok számára, akik I-es típusú cukorbetegségtől szenvednek az egyetlen járható út a viszonylag normál életre és a nem gramm pontos szénhidrátbevitelre az, hogy az inzulin hormont saját kezűleg, injekció útján pótolják a szervezetükbe. (Sharma and Kanchi, 2015, p. 2)

Ezzel szemben a II-es típusú cukorbetegség – vagy ahogy korábban nevezték az ettől szenvedőket, „nem inzulin-függő cukorbeteg” – az inzulintól való rezisztenciára utal, mely során a test sejtjei egyáltalán nem, vagy nem elég jól használják fel a hasnyálmirigy által termelt inzulint, így pedig nem jön létre a megfelelő vércukorszint-szabályozás. A II-es típusú cukorbetegség sokkal gyakoribb, a cukorbetegek körülbelül 90%-a ettől az állapottól szenved. (Palicka, 2002, p. 142; American Diabetes Association, 2011, pp. 62–63)

2.7.2 Kialakulásuk

A két állapot megjelenését is szignifikáns különbség jellemzi. Az I-es típusú cukorbetegség általában kisgyermekkorban jelenik meg, legkésőbb a tinédzser évek első felében diagnosztizálják, megjelenése ez után nem jellemző. (Sharma and Kanchi, 2015, p. 1)

Ezzel szemben viszont a II-es típusú cukorbetegséget nemcsak sokkal gyakrabban diagnosztizálják idősebb felnőtteknél is, de egyre gyakoribb a már fiatalabb korban, akár gyerekkorban való kialakulása is (Narayan *et al.*, 2006, p. 3)

Míg az I-es típusú cukorbetegség egy genetikai rendellenesség, melynek kialakulására a tudomány mai állása szerint nincs hatásunk, csak az öröklési veszély áll fenn, a II-es típusú cukorbetegség az esetek többségében életmódbeli hiányosságokra vezethetőek vissza. Mindazonáltal a II-es típusú cukorbetegség kialakulása a legtöbb esetben nem egyik napról a másikra történik. Sokszor az inzulinrezisztencia állapotát úgy emlegetik, mint „a diabétesz előszobája”. Ennek az az oka, hogy a két állapot biológiai háttere, azaz a hormonnal szembeni rezisztencia ugyanaz a hatásmechanizmus, csak a mérték enyhébb az inzulinrezisztensek körében. Ugyan nincs egy egyértelműen meghatározott (vagy meghatározható) határ aközött,

mikor számít valaki még „csak” inzulinrezisztensnek, és mikor már cukorbetegnek, de a rezisztencia erőssége széles tartományban változhat. A lényeges különbségeket egy táblázatban összesítettem (1. táblázat)

Jellemző	I-es típusú cukorbetegség	II-es típusú cukorbetegség
Kialakulása	Hirtelen kialakuló	Fokozatosan kialakuló
Kialakulás életszakasza	Főként fiataloknál	Főként felnőtteknél
Testalkat	Vékony vagy normál	Gyakran elhízott
Ketoacidózis	Gyakori	Ritka
Autoantitestek	Általában jelen	Nincsenek jelen
Endogén inzulin	Alacsony vagy hiányzik	Normál, csökkent vagy emelkedett
Egypetéjű ikrek egyezése	kb 50%	kb 90%
Teljes előfordulás	Viszonylag ritka (10%)	Viszonylag gyakori (90%)

1. táblázat – Az I-es és II-es típusú cukorbetegségek különbségei (Forrás: https://www.diffen.com/difference/Type_1_Diabetes_vs_Type_2_Diabetes)

2.7.3 Az inzulinrezisztencia lefolyása

Az „előszoba” kifejezés megértése úgy a legegyszerűbb, ha úgy gondolunk az inzulin receptorokra a betegek körében, mint az inzulinfelhasználásra nem a legtökéletesebb alternatívák, amelyeknek komoly erőfeszítést okoz az ennek ellenére való megfelelő működés. Amennyiben valaki már ebbe a kategóriába tartozik, úgy minél több inzulint termeltet a hasnyálmiriggyel, a receptorok annál jobban elfáradnak. Az állapot fenntartását nagyban nehezíti az, hogy a receptorok „fáradása” nem egy „kipihenhető” állapot, tehát az inzulinrezisztencia az I-es és II-es típusú cukorbetegségekhez hasonlóan irreverzibilis, viszont az aktuális állapot fenntartható. (Kendall and Harmel, 2002)

2.7.4 Az inzulin szerepe

Felmerülhet a kérdés, hogy mit is jelent a feljebb „minél több inzulint termeltet” kifejezés. Az inzulin a szervezet mindennapos normális működéséhez az egyik legfontosabb hormon, mely anyag a vércukorszint szabályozásáért felel. Feladata, hogy a glükóz sejtekbe történő felvételét segítse, amely az energiatermeléshez szükséges alapanyag. Értelemszerűen minél több glükóz kerül a vérbe, annál több inzulin szükséges, hiszen annál több cukornak kell megtalálni a megfelelő helyet – legyen az energiatermelés, vagy zsírraktár felhalmozás.

2.7.5 Együttélés az inzulinrezisztenciával

Ezen a logikán haladva könnyű belátni, hogy a vércukorszintre hatással való, inzulintól független tevékenységek és elővigyázatosságok hosszú távon segíthetnek abban, hogy egy könnyebben menedzselhető, enyhébb lefolyású inzulinrezisztencia ne fajuljon cukorbetegséggé. Ilyen tevékenység lehet a rendszeres testmozgás, amely egyrészt javítja az inzulinérzékenységet, másrészt pedig mely hatására a szervezetbe kerülő szénhidrátok nagyobb része hasznosul energiaként, mintsem rakódna le zsírraktárak formájában, ezzel tovább növelve a cukorbetegség kialakulásának veszélyét. Másfelől pedig elővigyázatosság tekintetében magát a mindennapos diétát szükséges egy tudatosabb látásmóddal megközelíteni, mely szerint nemcsak a túlzott kalóriefogyasztás kerülendő, de lehetőség szerint a szénhidrátbevitel kordában tartásával érdemes minél kevesebb feladatot bízni az inzulin hormonra, és így a potenciálisan „kifáradó” inzulinreceptorokra. (Ndisang, Vannacci and Rastogi, 2017, p. 1)

2.7.6 Szénhidrátcsökkentett élelmiszerek

Mivel a mindennapos étrendünk alap esetben a legkényelmesebb és legkönnyebben elfogyasztható tápanyagon alapszik, a szénhidrát, helyes megközelítés az alapvetően szénhidrát-központú, egyszerű élelmiszerek szénhidrát-tartalmának csökkentése anélkül, hogy a hétköznapi, kevésbé tudatos fogyasztó komolyabb utánajárás, számolás, vagy akár megértés nélkül is tehessen az egészségéért és a cukorbetegség megelőzése érdekében pusztán azzal, hogy a boltok polcain a „szénhidrátcsökkentett” változatokat választja. (Sheard *et al.*, 2004, pp. 2266–2268)

A szakdolgozatom teljes szakirodalmának összefoglalása révén érthetővé válik, hogy miért gondolom helyesnek, és tartom a jövőben kifejezetten fontos élelmiszeripari irányynak azt, hogy az egyik legalapvetőbb élelmiszert, a kenyeret igyekezzünk olyan formában bárki számára elérhetővé tenni, amely egészségügyileg hozzájárul a fogyasztók mindennapjaihoz, hosszútávú jóllétéhez.

3. Anyagok és módszerek

3.1 Felhasznált alapanyagok

3.1.1 Liszt

Az elmúlt években sokféle lisztet kipróbáltam kísérletezés céljából, amely során rengeteget tapasztalatot sikerült gyűjteni a különféle lisztek felhasználásával kapcsolatban. Nemcsak az az alapvetés nyert tanúbizonyságot, hogy különböző forrású vagy feldolgozású lisztek felhasználásánál érdemes különbséget tenni a kívánt késztermék függvényében, hanem az is, hogy általánosságban a nagyobb gonddal, jobb minőségű földben és a termesztés céljából kedvezőbb éghajlati területeken termesztett búzából készített lisztek rendszerint magasabb fehérjetartalmuk (és ezzel egyidejűleg sikértartalmuk) révén alkalmasabbak a kenyérsütésre. Magasabb hidratációt képesek felvenni, kezelhetőbb a tészta, kevésbé hajlamosak a sütés közbeni terülésre, és a fermentáció idejére is kevésbé érzékenyek, hiszen az erősebb gluténstruktúra tovább képes tartani magát.

Mindezek ellenére azt a döntést hoztam meg, hogy a szakdolgozat céljához igazodva nem drága, és ezzel egyidejűleg magasabb minőségű liszteket fogok használni a kenyérhez. A cél ugyanis az, hogy a legtöbbször számára a receptúra otthoni elkészítése ne jelentsen releváns többletköltséget egy bolti kenyérhez képest, illetve, hogy üzemi gyártás során is könnyen elérhető alapanyagok legyenek szükségesek, amelyek nem tornázzák fel a késztermék árát. Ehhez mérten a következő lisztekre esett a választásom

- Belbake búza finomliszt – egyszerű, bárki számára elérhető BL55 kódú finomliszt, amely a dolgozat írásakor a legolcsóbb liszt-alternatíva 189 Ft / kg áron (4. ábra)
- Belbake teljes kiőrlésű búzaliszt – szintén a legegyszerűbb alternatíva a BTKL, azaz a teljes kiőrlésű búzaliszt kódú lisztekre, amely a dolgozat írásakor 385 Ft / kg áron elérhető (4. ábra)



4. ábra – a recepthez felhasznált liszt típusok (Forrás: www.avocado.com)

3.1.2 Búzasikér

A kész termék tápértékének javítására, pontosabban a fehérjetartalom növeléséhez és a szénhidrátartalom csökkentéséhez elengedhetetlen összetevő a búzasikér, azaz a glutén. A búzasikér a liszt fehérjetartalma, tehát gliadinből és gluteninből álló fehérje. A sütőipar gyakorta használja fel kenyerek és péksütemények készítésénél a különböző, „gyengébb” tészták rugalmasságának javítására és térfogatának növelésére. Ugyanakkor a vegán és vegetáriánus étrendben is gyakran használják fel, úgy nevezett szejtán készíthető belőle, amely egy jól ízesíthető húspótló.

A búzasikér ipari előállítását a liszt vízzel való dagasztásával kezdődik, mely hatására kialakul egy erős gluténhálózat. Az így keletkezett tésztát folyó víz alatt mossák, amely kimossa a keményítőt és más oldható anyagokat, melyeket az élelmiszeripar szintén felhasznál. A kimosott, keményítőtmentes sikér kiszárítása után már csak mechanikai porításra van szükség, az így kapott por pedig csomagolás után a kereskedelmi forgalomban végfogyasztó számára is elérhető.

A recepthez azért választottam ezt az összetevőt az állomány szénhidrátartalom nélküli növelésére, mert nemcsak a tápérték javítására kiváló alternatíva, hanem a tészta pontosan azon tulajdonságait erősíti, amelyek segítik a kenyérsütést. Felhasználása mellett a tészta rugalmasabbá, erősebbé, ellenállóbbá válik. Ennek köszönhetően szükséges néhány változtatás a recepten egy tradicionálisan elkészített, kizárólag lisztet, vizet, sót és vadkovászt tartalmazó kenyérhez képest, de a kész termék érzékszervi minőségén ezek a változtatások nem rontanak.

Számos alternatíva kapható a különböző webshopokban, egészségtudatos diétát támogató boltokban, az én választásom a Natura gyártó termékére esett (6. ábra), hiszen ez egy rég óta létező, megbízható gyártó, amely konzisztens minőségű termékeket állít elő. A dolgozat írásakor a termék 500 g kiszerelése 1290 Ft, tehát fajlagos ára 2580 Ft / kg. (5. ábra)



5. ábra – a recepthez felhasznált búzasikér (Forrás: www.multi-vitamin.hu)

3.2 Vadkovász

A kenyér sütéséhez természetes kovászt használok, amely azt jelenti, hogy a kovász elkészítéséhez vízben és liszten kívül semmi más nem kerül felhasználásra. Már maga a kovász első elkészítése is csak e két összetevő keverésével és nevelésével történik, de eleinte teljes kiőrlésű liszt is felhasználásra kerül abból a célból, hogy a korpán és csírán található mikroorganizmusok gyorsabban beindítsák a baktériumok és penészgombák szaporodását. Ezt követően egy egyszerű kovász etetési módszert használok, mely során a kovász naponta egyszer kerül feletetésre fehér liszttel. Tehát a vadkovász (vagy természetes kovász) csupán liszt és víz erjesztésével készült kovász, amelyben vadélesztők és tejsavbaktériumok élnek. Ezzel szemben az üzletekben kapható kovászos termékek olyan pékáruk, amelyek gyakran ipari kovászporral, vagy csak kis mennyiségű kovászkivonattal készülnek, sokszor pedig a gyorsabb kelesztés érdekében hozzáadott élesztőt is tartalmaznak.

A kovász etetésére számos módszer és arányszám alkalmazható, de általában 2 klasszikus kovász etetési liszt-víz arányszám kerül szóba. Az egyik a már tradicionálisnak mondható 1:1:2 arány, mely során 1 rész kovászhoz 1 rész lisztet adunk, melyet 2 rész vízzel keverünk össze. Ez egy ugyan vízhez képest jóval magasabb viszkozitású, de folyásra képes kovászt eredményez.

A másik megoldás, amelyet én is alkalmazok, az úgy nevezett „madre” kovász nevelése, mely során naponta egyszer 1 rész kovászt 1 rész liszttel és 1 rész vízzel keverünk, majd gyúrunk össze. Ez a kovász egy kenyértészta-hoz hasonlatos tésztát eredményez.

A kettő közötti alapvető különbség a tejsavbaktériumok szaporodásának mennyiségében keresendő. A térfogat duplázódás és triplázódás – azaz az élesztőgombák szaporodása – körülbelül ugyanolyan gyorsan zajlik le mindkét esetben, ám adott idő alatt a magasabb nedvességtartalom jóval gyorsabb tejsavbaktérium-szaporodást eredményez. Ennek eredményeképp a madre kovász pH-ja ugyan szintén savas, de nem annyira, mint a klasszikus kovász esetében. A kész termék szempontjából ez több okból kifolyólag is fontos szempont. Az alacsonyabb pH gyorsabb gluténbontást jelent, mely hatására a struktúra sokkal rövidebb idő alatt elveszti tartását, és válik a tészta kezelhetetlenné. A madre, vagy kemény kovász esetében sokkal szabadabb az időintervallum, amely során még minőségromlás nélkül bármikor süthető a kenyér. Másfelől pedig a kész termék ízében is fellelhető némi különbség. A klasszikus kovász alkalmazása egy jóval savanyúbb ízvilágot eredményez, amely

érzékszervi szempontból megosztó. Sokan, köztük én is szeretik ezt a tradicionális, régi idők kenyereit idéző ízvilágot, de napjainkban ez az íz már kevésbé jellemző, így pedig némileg megosztóvá vált.

Két szempont figyelembevételével a választásom a madre kovász használatára esett. Egyfelől fontos szempont számomra az, hogy a receptúra kevesebb tapasztalattal is elkészíthető legyen azok számára, akik szeretnék megpróbálni a szénhidrátcsökkentett kenyér sütését. A madre kovással való sütés a kevésbé alacsony pH-nak köszönhetően egyszerűbb, időben megengedőbb, a sütés ideje pedig szabadabb – ez pedig egy fontos szempont rohanó mindennapjainkban.

Másfelől fontosnak tartom azt is, hogy az ízvilág minél szélesebb körben elfogadott legyen – márpedig a kevésbé alacsony pH kevésbé savanyú ízt eredményez, amely sokkal jobban hasonlít a már megszokott, mindennapjainkban fogyasztott élesztővel készült kenyerek ízvilágához.

3.3 Kelesztés

A kenyér kelesztésének ideje bár nem bonyolult, de a végeredményt tekintve kritikus a pontossága. A kelesztés klasszikus értelemben, tehát nem szaknyelven a kovász tészta való bekeverése után kezdődik, és a sütés kezdetének pillanatában ér véget. Szakmailag viszont ezt az időintervallumot 2 részre bontjuk, amely során másképp kell kezelni a tésztát.

3.3.1 *A tészta pihentetése*

Az első szakasz az úgy nevezett „bulk fermentáció”, azaz a tészta pihentetése. Ez az az időszak, amely a tészta kovással való összekeverésekor indul, és egészen a formázásig tart. Nevét onnan kapta, hogy amikor a pékek több kenyérhez való tésztát gyúrnak össze, ez idő alatt még a teljes tészta egyben kel, és csak a pihentetés lejárta után vágják szét abból a célból, hogy külön formázzák meg a vekniket. Ez idő alatt a tésztát hidratációtól és kovász mennyiségtől függően 1-2 óránként „hajtogatni” érdemes, amely egy kíméletes módszer a gluténhálózat feszesen tartására úgy, hogy a közben termelődő gázt ne szorítsuk ki a tésztából. A fermentáció ezen szakasza lehet csupán 4-5 óra, de akár 20-24 órára is elhúzódhat, hiszen 6 kiemelten fontos szempont befolyásolja a fejlődés idejét.

1. A kovász nagysága, azaz a liszt tömegéhez képest számított százalékos mennyisége. Általában 3% és 25% közé esik a kovázmennyiség, amely minden más változó egybevágása mellett is akár 20 óra különbséget jelenthet a pihentetés idejében.
2. A kovász erőssége, azaz, hogy sikerült-e eltalálnunk azt a nagyon rövid időintervallumot a tészta bekeverésére, mely során a legtöbb erős, aktív mikroorganizmust keverhetjük be a tésztába.
3. A hőmérséklet szintén egy fontos tényező, hiszen a kelesztés környezete nem feltétlenül a mikroorganizmusok szaporodása szempontjából a legideálisabb körülmény. Csupán néhány Celsius fok különbség is órák különbségét teheti a fermentáció idejében.
4. A tészta hidratációja is fontos szempont, hiszen a mikroorganizmusok fejlődéséhez a magasabb hidratáció kedvezőbb, míg egy szárazabb tésztában nehezebben tudnak szaporodni.
5. A sótartalom megint csak befolyásolni képes a fermentáció idejét, hiszen minél magasabb a sótartalom, annál kedvezőtlenebb környezetet biztosítunk a mikroorganizmusoknak a szaporodásra.
6. Végezetül a felhasznált lisztek típusait is számításba kell vennünk. A teljes kiőrlésű lisztek általában gyorsabb szaporulatot biztosítanak a mikroorganizmusoknak, mint a fehér lisztek, de még 2 különböző fehér liszt is egészen más viselkedést produkálhat.

Mindezeket „számításba véve” könnyű belátni, hogy szinte lehetetlen mindent számításba vennünk. Mindezt tovább bonyolítja az, hogy a mikroorganizmusok szaporulata nem lineáris, hanem exponenciális, így természetesen 20% kovász nem feleannyi idő alatt fogja véghez vinni a pihentetés alatt lezajlani hivatott folyamatokat, mint 10%. Azonban egy ökölszabály követésével könnyedén megállapítható, hogy készen áll-e már a tészta a formázásra, ez pedig a térfogatnövekedés figyelése. A legegyszerűbb módszer az, ha a tészta térfogatának duplázását várjuk meg, és ezt követően ejtjük meg a formázást. Ez viszont a kelesztőedény formájának függvényében nehéz feladat is lehet, ezért tartom nagyon hasznosnak az úgy nevezett „kovász vekker” használatát.

3.3.2 Kovász vekker

A kovász vekker (7. ábra) egy egyszerű technika arra, hogy az előzőekben leírt végtelenül bonyolult és sok faktortól függő folyamat követését egyszerűbbé tegyük. Mivel biztosan tudjuk, hogy a tészta bekeverésének pillanatában x térfogatú tészta bulk fermentációja akkor ér véget, amikor a térfogat $2x$ -re növekedik, a legegyszerűbb, ha ezt a növekedést monitorozzuk.

Ugyanakkor, mivel a tésztát hajtogatni érdemes, az soha nem vesz fel teljesen szabályos formát, illetve a kelesztő edény alakja, vagy nem átlátszósága miatt is nehéz lehet a követés. Mindezek miatt egy kézenfekvő technika a kovász vekker használata, mely során a tészta bekeverése után egy kis darab tésztát leválasztunk, és egy magas, henger alakú tárolóba helyezünk, melynek oldalán megjelöljük a bekeveréskor való magasságot. Mivel a tészta mindenhol hozzáér a karcsú tároló – kézenfekvő megoldásként befőttesüveg – falához, így kijelenthető, hogy a vekkerben található tészta magasságának változása egyenesen arányos a teljes tészta térfogatnövekedésével. Ehhez persze szükséges egyazon hőmérsékleten, lehetőség szerint a teljes tészta mellett „keleszteni” a vekkert is. (6. ábra)



6. ábra – a kovászvekker különböző szakaszai 0, 8, 18, 24 óra elteltével 10% kovász alkalmazása mellett (Forrás: saját)

Szemléltetésképp a teszthez sült kenyér készítésénél fényképekkel dokumentáltam a kovászvekker változását. Az alábbi képsorozat első fotóján közvetlenül a bekeverés után lecsípett tészta darab szerepel; a második fotón 8 óra elteltével a 100%-kal növekedett állapot, azaz a szakajtóba való formázás ideje; a harmadik képen további 10 óra hűtés, szakajtóban való kelesztés utáni állapot, tehát a pillanat, amikor a kenyér a sütőbe kerül; végezetül a negyedik kép szemléltetésképp egy túlkelesztett tésztát ábrázol, mikor a növekedés már túlment az úgy nevezett „triplázáson”. Az ebben a szakaszban megsütött kenyér a sütőben már nemcsak nem képes növekedésre, de terül, lapos lesz.

3.3.3 Végő kelesztés

A bulk fermentáció végén a kenyeret formázzuk, majd fejjel lefelé szakajtóba helyezzük. A végő kelesztésnek 2 útja lehetséges. Egyrészt lehetőség van a „pultos kelesztés” technikájára, mikor a bulk fermentáció után a tésztát továbbra is szobahőmérsékleten hagyjuk kelni. Ez általában 1-3 óra alatt lezajlik, mely letelténél mindenképp szükséges megkezdeni a sütést,

vagy fennáll a veszélye, hogy a tészta tönkremegy, és nem tartja meg formáját sütés közben, terülni fog.

A másik út az úgy nevezett „hűtős kelesztés”, mely során a formázást követően a szakajtót hűtőbe helyezük, ahol a végső kelesztés 8-24 óra alatt zajlik le. Ez a sütés idejének szabadsága miatt egyszerűbb, a tészta közvetlenül sütés előtti kezelhetősége könnyebb, illetve az ízvilág is kicsit érettebb aromaanyagokat eredményez, cserébe viszont még több türelmet igényel.

Minden esetre kijelenthető, hogy a végeredményben egyik technika se jobb vagy rosszabb, mindkettőnek van előnye és hátránya is. Szerencsére egyazon kovászos kenyér recept mindkét technikával elkészíthető, így nincs értelme ragaszkodni bármelyikhez. Egyéni preferencia kérdése, melyet a dolgozat receptjénél is mindig az adott időbeosztásom alapján választok meg.

3.4 Hőmérséklet mérés

A sütési hőmérséklet kulcs szerepet játszik a kész termék érzékszervi minőségében. A sütési minőség romlásának minimalizálása érdekében, amely a kedvezőtlen sütési körülmények következtében léphet fel, elengedhetetlen a sütési környezet hőmérsékletének, a sütési felület hőmérsékletének és a kenyér maghőmérsékletének egységes és következetes szabályozása.

3.4.1 Sütési környezet hőmérséklet

A sütési környezet kulcsfontosságú annak érdekében, hogy a kenyér megfelelő idő alatt megfelelő hőmérsékletnövekedési sebességgel érje el a kívánt maghőmérsékletet. Egy túl alacsony sütési környezeti hőmérséklet könnyedén torkolhat abba, hogy a kenyér még a sütési idő végére sem éri el a megfelelő maghőmérsékletet, ez pedig egy nedves, rágós bélzetet eredményez. Ugyanakkor a túl magas környezeti hőmérséklet ideje korán indíthatja el a kenyérhéj kérgesedését, amely megkeményedése után a kenyér képtelen növekedni, így elmarad a kenyér szépségét és könnyedségét adó úgy nevezett „oven rise”, azaz a sütés közbeni térfogatnövekedés.

A megfelelő hőmérséklet egy sikerrel kiegészített kenyér esetében tapasztalataim szerint 230 Celsius fok, mely hőmérséklet elegendőnek bizonyul arra, hogy a kenyér 25-30 perc alatt elérje a kívánt maghőmérsékletet, de nem túl magas ahhoz, hogy a korai kérgesedés miatt a kenyér ne tudjon megfelelő mértékben növekedni.

A megfelelő hőmérséklet eléréséhez használható a sütő saját, beépített hőmérője, vagy akár egy kifejezetten erre a célra tervezett sütő hőmérő (7. ábra), melyet én is használok a sütések során.



7. ábra – egyszerű digitális sütő-hőmérő (Forrás: www.alza.hu)

3.4.2 Sütési felületi hőmérséklet

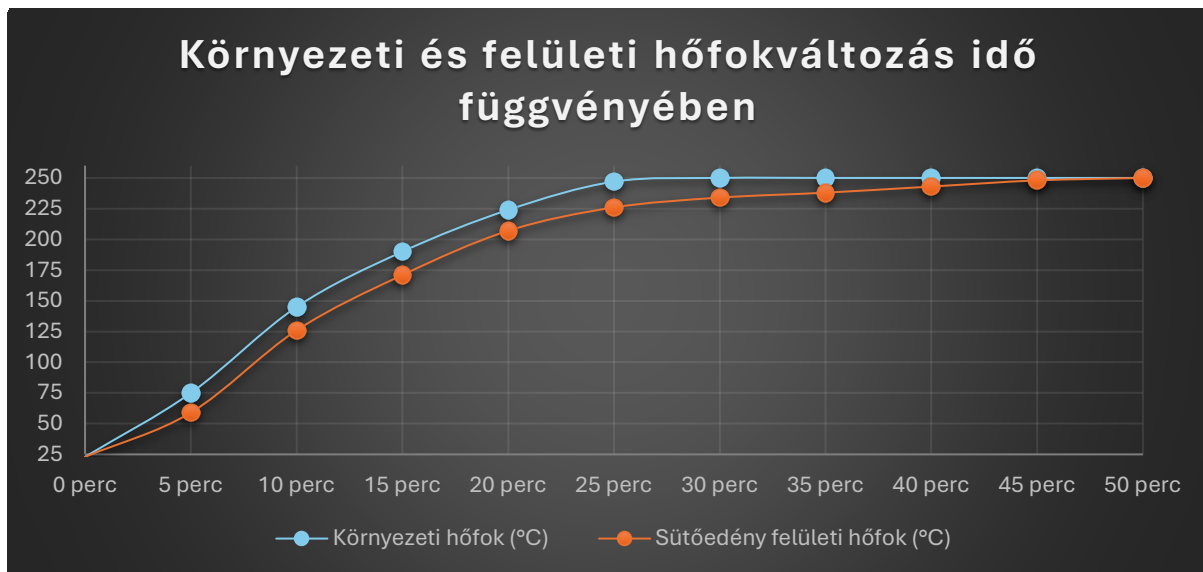
A sütési felület hőmérsékletének ellenőrzése fontos, hiszen a sütő környezeti hőmérséklete korábban éri el a kitűzött 230 Celsius fokos hőmérsékletet, mint ahogy ezt a hőt képes lenne átadni a sütő felületnek. Sütési felületként öntöttvas kacsasütő edényt használok, amely felmelegedése ugyan időigényes, de az anyag hőmegtartási képessége jóval magasabb, mint egy alumíniumból vagy rozsdamentes acélból készült tepsie. Ennek köszönhetően a felületre helyezett kenyér nem hűti le oly mértékben, hogy a potenciális maghőmérséklet elérése az alulról történő melegedés hiányában elmaradjon, másfelől pedig a kenyér alja is keményebb, ropogósabb, aromásabb lesz a Maillard reakciónak köszönhetően. Egy túl alacsony hőmérséklet következtében a kenyér alja nedves maradhat, amely a sütést követően behorpad, és nagyban ront az érzékszervi minőségen.

A megfelelő hőmérséklet eléréséhez lézeres hőmérőt használok (8. ábra), amellyel könnyedén kaphatok azonnal visszajelzést pontosan arról a hőmérsékletről, amelyre a kenyértésztát helyezem.



8. ábra – Lézeres sütő-hőmérő (Forrás: www.adapter.hu)

A sütési felület ellenőrzésének fontosságát bizonyítandó kísérletet végeztem, mialatt a maximális fűtési kapacitáson működő sütő környezeti hőmérsékletét, és a behelyezett öntöttvas sütőedény felületi hőmérsékletét ellenőriztem a bemutatott eszközökkel.



9. ábra – A környezeti és a felületi hőmérséklet változása az idő függvényében (Forrás: saját diagram)

Az ábráról könnyen leolvasható (9. ábra), hogy míg a sütő 25 perc alatt eléri a kívánt hőmérsékletet, ekkor a sütőedény még 25 fokkal elmarad a kívánt hőmérséklettől, mely a hideg kenyértészta behelyezése után még tovább csökken sütés közben, és további idő szükséges ahhoz, hogy ismét elérje a kívánt hőfokot. Ahhoz, hogy a sütőedény is elérje a célhőmérsékletet, a környezeti hőmérsékleti cél elérési idejének dupláját kell kivárni. Ez az időbeli különbség könnyedén jelentheti a minőségi különbséget egy sütés közben szépen megkelt kenyér, és egy kívánt maghőmérsékletet jóval lassabban elérő, nedves bélzetű, tömörebb kenyér között.

3.4.3 Maghőmérséklet

A maghőmérséklet fontos tényező annak kapcsán, hogy a kenyér legbelső – azaz legkésőbb felmelegedő - pontja is biztosan elérje azt a hőmérsékletet, amelynél a tészta késznek minősíthető. Ez a hőmérséklet 95 Celsius fokban meghatározott, de fontos, hogy ezt a hőmérsékletet a magpont ne csak a sütés végére érje el. Általánosan kijelenthető, hogy a kenyér egészen a magpont e hőmérséklet eléréséig képes növekedni, ez után érdemes már csak a kérésítés folyamatára koncentrálni. A sütés első felét zárt kacsasütőben, azaz a sütés közben távozó vízgőz jelenlétében végzem. Ez a gőz segíti a kenyérhéj sülés közbeni folyamatos

hidratációját, amely ebben a szakaszban így nem szárad ki, megőrzi rugalmasságát, és biztosítja a növekedés lehetőségét. Ideális esetben 25-30 perc elteltével érjük el a maximális növekedést, azaz ebben az időszakban éri el a magpont is a 95 Celsius fokos hőmérsékletet. Ez után nincs értelme tovább sütni a kenyeret zárt állapotban, hiszen a gőz nem szolgál további funkciót, a Maillard reakció viszont nem tud megfelelően elindulni a jelenléte miatt, de a kenyér tovább szárad, ami végeredményben minőségromlást jelent. Összegezve tehát ideális esetben a sütés első 25-30 percének leteltét követően a maghőmérséklet eléri a kívánt hőmérsékletet, a kenyér nem képes további növekedésre, ezáltal az edény felső része eltávolítható. A kenyér itt egy puha, világos színű kéreggel rendelkező, már fogyasztásra alkalmas termék, de további 10-15 perc „nyitott” sütés javasolt a Maillard reakció ízlet szerinti lefutásához. Értelmszerűen minél hosszabb ideig folytatódik a sütés, annál sötétebb és ropogósabb lesz héj.

A maghőmérséklet mérésére egy egyszerű konyhai maghőmérőt használok (10. ábra), amely körülbelül 30 másodperc mérés után adja meg a pontos hőmérsékletet.



10. ábra – digitális maghőmérő (Forrás: www.alza.hu)

3.5 pH vizsgálat

Egy kenyér esetében az eltarthatóság és mikroorganizmusok általi minőségromlás – azaz a penészesedés – fontos szempont a felhasználhatóság tekintetében. A penészgombák szaporodásához 3 elengedhetetlen táptalajt és életfeltételeket biztosító körülmény szükséges – megfelelő hőmérséklet, nedvesség-, azaz szabad víztartalom és szaporodásnak kedvező pH-jú környezet. Annak érdekében, hogy a vizsgált kenyér eltarthatóságát a pH különbség függvényében vizsgálhassuk egy kizárólag élesztővel készült kenyérhez képest egy teszt végrehajtására van szükség. Az eredmény kiértékeléséhez szükségesnek tartom nemcsak

tudnunk, hogy valamelyest savasabb környezetet biztosít egy kovászos kenyér, hanem azt is, hogy pontosan ismerjük a pH különbséget.

Ennek fényében egy kézi pH mérő készülék (11. ábra) segítségével fogom ellenőrizni a szakdolgozat témáját biztosító szénhidrátcsökkentett kenyér pH-ját egy általánosnak mondható, élesztővel készült kenyér pH-jával szemben.



11. ábra – pH mérő készülék (Forrás: www.palinkaust.hu)

A pH mérést követően egy érzékszervi penészesedési tesztet is el fogok végezni egy, a szakdolgozat témáját biztosító szénhidrátcsökkentett, vadkovászos kenyér és egy egyazon alap összetevőkből, de bolti élesztővel készült kenyér között. Azt remélem, hogy a vadkovászos kenyér természetesen alacsonyabb pH-ja képes lesz legalább reprodukálni az élesztős kenyér eltarthatóságát, de potenciálisan 1-2 nappal tovább is eltartható lesz.

3.6 Inzulinválasz teszt

Az egész project legfontosabb része az, hogy a várt hatás tényleges legyen, azaz a vércukorszint-növekedés kisebb mértékű legyen a termék fogyasztásakor, mint a mindennapokban fogyasztott, boltokból vagy pékségekben vásárolható, nem szénhidrátcsökkentett kenyerek esetében. Ahhoz, hogy az eredmény számszerűsítve nyerjen bizonyosságot, vércukorszintmérővel fogom tesztelni a saját vércukorszintem hasonló körülmények mellett, különböző napokon fogyasztva mind a két alternatívából.

Ehhez egy a cukorbetegség által is használt mérőműszert vásároltam (12. ábra), amely pontosan képes jelezni az étkezés előtti vércukorszintet, és az étkezést követően a változást is.



12. ábra – a teszteléshez használt vércukorszintmérő szett (Forrás: www.pingvinptika.hu)

3.7 Érzékszervi tulajdonságok teszt

Végezetül fontosnak tartom, hogy a kész termék, azaz a szénhidrátcsökkentett kenyér ne csak alternatívaként szolgáljon azok számára, akik rászorulnak egy szükségmegoldásra, hanem kompromisszum nélküli változata lehessen egy mindennapi kenyérnek, amely amellet, hogy hozzájárul az egészséges étrend fenntartásához, semmilyen érzékszervi hátránnyal nem rendelkezik egy megszokott pékáruhoz képest. Ahhoz, hogy ez bizonyosságot nyerjen kevés a saját, talán elfogult véleményem, ezért egy érzékszervi tesztet szervezek a munkahelyemen a szénhidrátcsökkentett termék, egy pékségben vásárolható élesztős, illetve egy kovászos termék között.

A teszt kitér majd a termékek pontozására íz, állag, illat és megjelenés szempontjából oly módon, amiben a résztvevők nem tudják, hogy beltartalmilag milyen különbségek vannak a tesztelni kívánt minták között, ezzel elkerülve az elfogultságot bármely irányba.

3.8 Recept

3.8.1 A kovász előkészítése

A szénhidrátcsökkentett vadkovászos kenyér elkészítése pontosan ugyanúgy kezdődik, mint minden kovászos kenyér elkészítése – a kovász előkészítésével. Az úgy nevezett „baker’s math” (magyar nyersfordításban „pékmatematika”) használata nyomán 10% kovással készítem a kenyeret. Alapvetően ebben a számításban csak a liszthez kell vonatkoztatni a számítást, tehát például egy 500 gramm lisztet tartalmazó kenyér akkor is 50 gramm kovással lesz 10% kovásztartalmú, ha adott esetben akár 50-100 gramm más típusú dúsítóanyaggal is növelik a térfogatot és a tömeget (például magvak, sült hagyma, stb.). Az én kenyérem esetében viszont a hozzáadott búzasikért is liszt alapanyagként kezelem, ezért a kovász mennyiségét a két féle liszt- és sikermennyiség összegéhez viszonyítom. Ezek mennyisége a következőképp alakul:

- 350 gramm búza finomliszt
- 150 gramm teljes kiőrlésű búzaliszt
- 250 gramm búzasikér

Tehát a 750 gramm össztömeghez 75 gramm *madre* kovászt használok fel. Ehhez a kovásztípushoz a már leírtak alapján 1:2 arányban kell felhasználnunk vizet és finomlisztet, így ez egy kifejezetten „kemény”, tésztaszerű kovász.

Tekintve, hogy 75 gramm szükséges a sütéshez, ezért legalább 50 grammot szoktam meghagyni a hűtőben, melyet 50 gramm liszttel, és 25 ml vízzel etetek fel. Így összesen 125 gramm kovászt kapok, melyből 75 grammot elhasználva a következő alkalomra továbbra is megmarad 50 gramm aktív kovász, mely a hűtőben várhatja a következő etetést.

A tészta bekeverését megelőzően 8-12 órával szükséges megetetni a kovászt ahhoz, hogy már és még aktív formában kerüljön felhasználásra. Az időpontok lehetséges megválasztását a folyamatábrán részletezem majd.

3.8.2 A tészta bekeverése

Amint a kovász aktív, megkezdem a tészta bekeverését. Először a száraz összetevők keverőtálban való homogenizálása történik meg, amelyet egyszerűen egy kanál segítségével végzek addig, míg tökéletesen egyneműnek nem látom a tésztát. A száraz összetevőkhöz tartozik 2%, azaz 15 g só is.

A folyékony összetevő rész igen egyszerű, hiszen csak vízből áll. Azonban én egy olyan technikát használok, mely segítségével a kemény kovász tökéletesen egynemű begyúrása jóval egyszerűbb, mintha a kovász egyszerűen a tésztába szaggatás után bedolgozásra kerülne gyúrás segítségével. A vízben a kovász könnyedén eldolgozható egy botmixer segítségével, mely folyamat után az apró darabokra szeletelt kovász tökéletesen bekeveredik a tésztába a vízzel együtt.

A gyúrás kézzel és géppel is végezhető. Én a folyadék liszthez öntése után tésztakeverő gépben szoktam keverőkampóval keverni 6-8 percen keresztül a tésztát. A gyúrást követően veszem ki a *kovászvekkernek* való tésztadarabot, amely általában 20-30 gramm.

3.8.3 Pihentetés

Ezt követően a tésztát 1 órára pihenni hagyom, majd laminálom. A laminálás kovászos kenyér esetében az a folyamat, mely során a már teljesen hidratált tésztát vékonyra nyújtjuk a munkalap nagy felületén, majd ezt a lepedő-szerű tésztát többszöri egymásra hajtás útján egy olyan tésztadarabbá formáljuk, melyben a gluténstruktúra a nyújtás révén igen erős szerkezetet alakít ki.

A laminálást követően egy hosszú pihentetés következik, mely során beindul és lezajlik a fermentáció nagyrésze, tehát a „bulk fermentáció”. Ez ennél a tésztaösszetételnél, körülbelül szobahőmérsékleten és 10% kovászmennyiséggel körülbelül 8 órát vesz igénybe. Ez idő alatt a tészta térfogata nagyságrendileg duplájára nő, melyben visszaigazolás nyújt a kovászvekker is.

3.8.4 Kelesztés és sütés

Ha ez a duplázás megtörtént, a tésztát veknivé formázom, majd szakajtóba helyezem. A szakajtóba helyezést követően 2 út lehetséges a sütés előtti kelesztésre:

- „pulton”, azaz szobahőmérsékleten való kelesztés 2-3 órán keresztül, majd sütés
- hűtőben, azaz 4-5 Celsius fokon való hideg kelesztés 12-48 órán keresztül, majd sütés

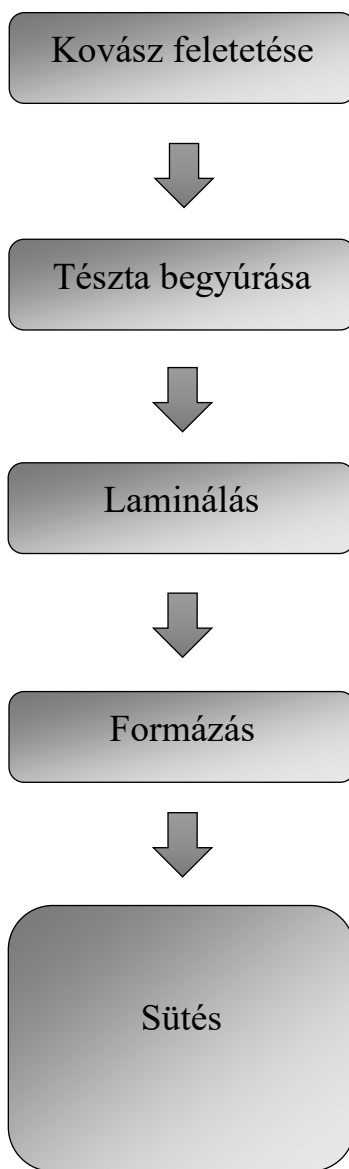
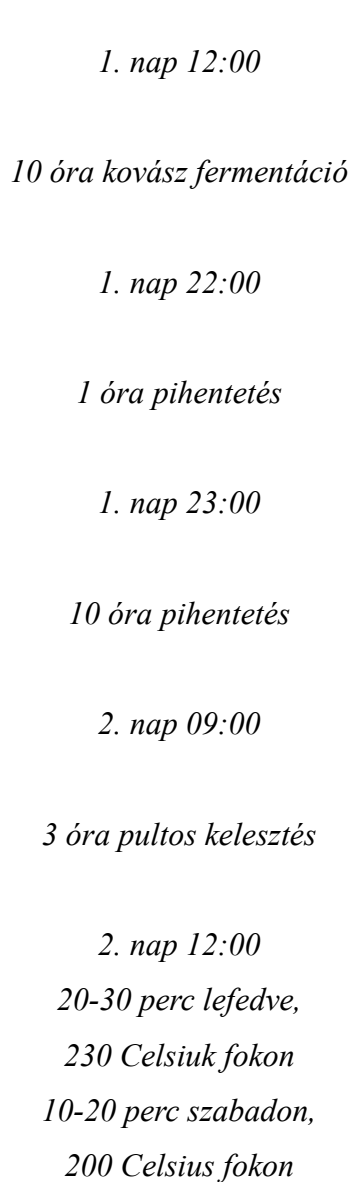
A sütést légkeveréses sütőben végzem, általában kacsasütő vasedényben. Az edényt a sütőben előmelegítem 250 Celsius fokra. A felületi hőmérsékletet lézeres hőmérővel ellenőrzöm. Amint az edény eléri a kívánt hőmérsékletet, a kelesztőből sütőpapírra fordított, bemetszett és vízzel bőségesen lespriccelt kenyértésztát behelyezem az edénybe, melyet a fedőjével le is fedek. Ekképpen sütöm a kenyeret 20-30 percen keresztül a hőmérsékletet 230 fokra vissza véve, majd ennek lejárta után további 10-20 percen keresztül sütöm egy teljes, 40 perces sütési ciklus eléréséig. A sütés második fele már tökéletesen szabadon, az edényből való kivétel és a sütőpapír óvatos eltávolítása után, szimplán a rácson folyik 200 Celsius fokon, légkeveréssel. Ezzel a technikával érhető el az, hogy a kenyér héja a sütés második felében mindenhol bőséges forró, száraz levegőt kapjon a megfelelő héjvastagság kialakításával, ez pedig nemcsak ízletes aromaanyagokat szabadít fel, hanem bizonyos mértékig a kenyér szikkadás révén való összeesését is gátolni képes.

A sütést követően legalább 2 órán keresztül több okból kifolyólag sem szabad felválni a kenyeret

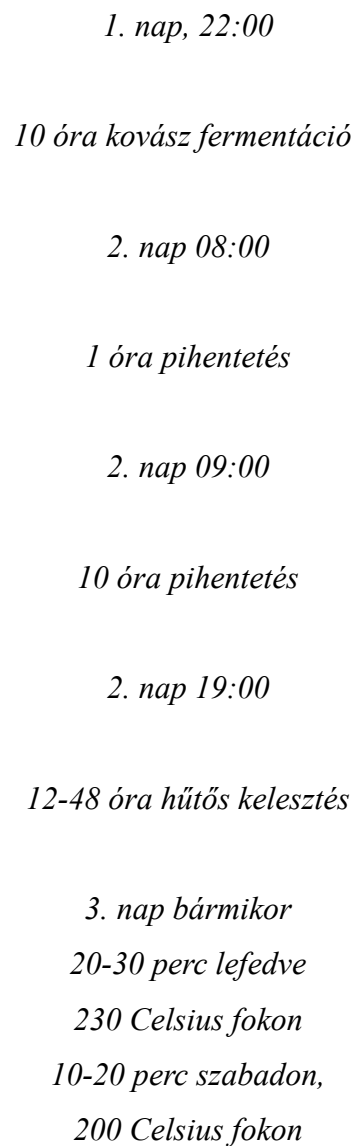
1. A bélzet ilyenkor még magas hőmérsékletű gőzzel telített, a keményítő még zselatinizált állapotban van, így a bélzet puhább, szinte krémes jellegű, nyers hatású. Ha ez a gőz hirtelen távozik, a jelleg nem nyeri el a végleges, levegős, puha formát.
2. A keményítő retrogradációja még folyamatban van, a sütés során megduzzadt keményítő még nem rendeződött vissza, amelynek köszönhetően kialakul a laza, puha, de szeletelhető jelleg. Ha a hőmérséklet hirtelen csökken a gőz távozásával, a kenyér „nedves belsejű” marad, és romlik az élvezeti értéke.
3. Az illatok és ízek részben a hűlés alatt alakulnak ki, mikor a belső hő csökken, és az aromaanyagok stabilizálódnak. Egy azonnali felvágással a kifutó gőzzel aromakomponensek is távoznak.

3.8.5 Folyamatábra

Éjszakai pihentetés



Nappali pihentetés



13. ábra - A teljes sütés folyamatábrája

4. Eredmények és értékelésük

4.1 Eltarthatóság

4.1.1 pH

A pH mérést egy a dolgozat témáját biztosító szénhidrátcsökkentett, vadkovászos kenyér és egy egyazon recept alapján, de élesztővel készült kenyér között végeztem el. Tehát a pH különbségre az összetevők nem voltak hatással, hiszen mindkét kenyeret én sütöttem ugyanaz a szénhidrátcsökkentett recept alapján. A vadkovászos kenyeret értelemszerűen egy nappal korábban kellett bekevernem, hogy a fermentáció végbe tudjon menni, az élesztős kenyér elkészítését pedig másnapra hagytam, hogy a sütés közvetlenül egymás után tudjon megtörténni annak érdekében, hogy ezeket a kenyeret az eltarthatósági teszten is felhasználhassam.

Ahogy az alábbi ábrán (14. ábra) is látható, a teszt során bebizonyosodott, hogy a kovászos kenyér pH-ja jóval alacsonyabb, pH 4,1-es értéket vett fel az élesztős változat pH 6,6-os értékéhez képest. A kovászos kenyér savas környezete megmagyarázza a természetesen savanykás ízvilágot is, míg az élesztős kenyér semleges pH-ja összhangban van a semlegesnek mondható ízzel.



14. ábra – szénhidrátcsökkentett kovászos kenyér és a szénhidrátcsökkentett élesztős kenyér pH értékének összehasonlítása (Forrás: saját fotó)

A teszt eredménye megalapozta a penészesedési teszt létjogosultságát, hiszen bizonyosságot nyert az a változó, amelyre a vélt eltarthatósági előnyöket alapoztam, így mindenképp érdemes volt a penészesedési tesztet is elvégezni.

4.1.2 Penészesedési teszt

A penészesedési teszt során a pH méréshez is felhasznált kovászos, szénhidrátcsökkentett kenyér, és a szintén szénhidrátcsökkentett élesztős kenyér került összehasonlításra. A két minta tehát ugyanazon a napon, egymás után közvetlenül került sütésre, így a sütés ideje semmiképp se befolyásolta a teszt eredményét. A két minta külön cipzárás nejlonzacskóban volt 5 napon keresztül, és kizárólag a napi fényképezések erejéig kerültek ki a zacskóból annak érdekében, hogy a minták közötti fertőződés kizárható legyen.



15. ábra – a penészesedési teszten készült fotók 0, 1, 2, 3, 4, és 5 nap elteltével

A teszt során az élesztővel készült kenyér esetében már a második napon megjelentek a penészesedés első nyomai a magas páratartalmú, zárt zacskónak köszönhetően. A vadkovással készült kenyér esetében ugyanakkor csak a 4. napon jelentek meg az első, alig látható jelek. Az 5. napra már mindkét pékáru felületén szemmel láthatóan is nagy mértékben elszaporodott a penész, de a kovászos kenyér továbbra is jóval kisebb mértékben került szennyezésre. (15. ábra)

Fontos megjegyezni ugyanakkor, hogy ez önmagában semmiképp se tekinthető egy mikrobiológiai vizsgálatnak, a penészgombák szemmel nem látható módon is megkezdhatték a szennyezést a kovászos kenyér esetében is. Ugyanakkor jó visszaigazolás abból a szempontból, hogy az átlagos végfogyasztó csak a már érzékszervileg tapasztalható, szemmel látható, vagy szagként érzékelhető penésszel foglalkozik, és ezek megjelenéséig a pékárukat fogyaszthatónak tekinti.

4.2 Kalkulált tápérték

A tápérték kalkuláció alapja a felhasznált alapanyagok tápértékének figyelembevétele. Ezeket az adatokat egy táblázatban összesítettem a további számítások segítésére (2. táblázat). A kovász tápértéke tekintve, hogy 1 rész víz és 2 rész lisztből áll, a finomliszt tápértékének kétharmadaként számítható.

Alapanyag	Felhasznált mennyiség (gramm)	Energia /100 g (kcal)	Fehérje /100 g (gramm)	Szénhidrát /100 g (gramm)	Zsír /100 g (gramm)
<i>Belbake BL55</i>	350 g	340 kcal/100g	9,8 g	71,0 g	1,0 g
<i>Belbake TKL</i>	150 g	337 kcal/100g	12,0 g	60,0 g	2,7 g
<i>Natura Búzasikér</i>	250 g	386 kcal/100g	82,0 g	11,0 g	1,5 g
<i>Kemény kovász</i>	75 g	224 kcal/100g	6,5 g	46,9 g	0,7 g

2. táblázat – a felhasznált alapanyagok tápértéke (saját táblázat)

Az adatok tudtában a kenyér tápértékének számítása igazán egyszerű, hiszen csak a felhasznált alapanyagok tömegét kell összeszorozni az alapanyagok fajlagos tápértékével, így megkapjuk a felhasznált mennyiségek összesített eredményeit. Ezek összeadásával eredményül kaphatjuk a teljes kenyér energia-, fehérje-, szénhidrát- és zsírtartalmát, mely adatokat végezetül el kell osztani a teljes kenyér kihülés után mért tömegével (1300 g) a grammonkénti tápérték kiszámításához (3. táblázat). Mivel az 1169/2011 EU rendelet értelmében az élelmiszerek 100 grammonkénti tápértékjelölése a jogszerűsített szabvány, értelemszerűen a kapott értékek 100-zal való megszorozása a kenyér 100 grammonkénti tápértékét adja eredményül.

Alapanyag	Felhasznált mennyiség (gramm)	Energia /felhasznált mennyiség (kcal)	Fehérje /felhasznált mennyiség (gramm)	Szénhidrát /felhasznált mennyiség (gramm)	Zsír /felhasznált mennyiség (gramm)
<i>Belbake BL55</i>	350	1190	34,3 g	248,5 g	3,5 g
<i>Belbake TKL</i>	150	506	18,0 g	90,0 g	4,1 g
<i>Natura Búzasikér</i>	250	965	205,0 g	27,5 g	3,8 g
<i>Kemény kovász</i>	75	168	4,9 g	35,1 g	0,5 g
Összesen:		2829	262,2 g	401,1 g	11,8 g
Fajlagosítva /100 g		218	20,2 g	30,9 g	0,9 g

3. táblázat – a kenyér teljes, és 100 grammra fajlagosított tápértékének kalkulációja (saját táblázat)

A tápérték összehasonlítását 2 irányból közelítettem meg. Egyfelől szerettem volna egy olyan általános, mindennapi kenyeret választani, amely a fejlesztésemhez hasonlóan tartalmaz fehér- és teljes kiőrlésű búzalisztet is, árkategóriában pedig az olcsóbb kenyerek közé helyezhető – tehát nevezhetjük egy széles fogyasztói réteg által fogyasztott, általános kenyérnek. Másfelől

a tudatos táplálkozás lehetőségeit kereső fogyasztók végett egy vadkovászos technológiával készült kenyérrrel is fontosnak tartottam az összehasonlítást. A választásom egy rég óta létező, saját üzemmel rendelkező, jó minőségű termékeket gyártó, mégis széles közönséghez eljutó, franchise pékség termékeire esett. A Lipóti Pékség termékeinek tápértékét közzéteszi a weboldalán, így a táblázatokban való összehasonlítás a kalkulált tápértékhez képest kézenfekvő (4. táblázat). Választásaim a *Lipóti Félbarna Kenyér* néven futó termékkel való összehasonlítás, amely egy élesztővel készült termék, illetve a *Lipóti Vadkovászos Vekni*-vel való összehasonlítás, amely pedig egyáltalán nem tartalmaz élesztőt, kizárólag vadkovászt.

A saját, szénhidrátcsökkentett kenyér és a *Lipóti Félbarna Kenyér* összehasonlítása egy igen kedvező eredményt hozott a saját fejlesztésű kenyér részére (4. táblázat). Szénhidrátartalma több, mint 40%-kal kevesebb, energiatartalma pedig a pékségben kapható kenyér 4/5-e. A zsírtartalmi különbség százalékban kifejezve szignifikánsan alacsonyabb, de a teljes zsírtartalmat tekintve ez az érték a pékségben kapott kenyér esetében se számottevő. A saját fejlesztésű kenyér fehérjetartalma viszont egy igen meggyőző 90%-kal magasabb, ami mindenképp nagy előrelépés dietetikai szempontból.

	Lipóti félbarna kenyér	Saját fejlesztésű kenyér	Százalékos eltérés (%)	Százalékos különbség (%)
Energia /100 g (kcal)	272,0	218,0	80%	-20%
Szénhidrát (%)	52,0	30,9	59%	-41%
Fehérje (%)	11,0	20,9	190%	90%
Zsír (%)	1,6	0,9	56%	-44%

4. táblázat – tápérték összehasonlítás a saját fejlesztésű kenyér és a Lipóti Félbarna Kenyér között (Forrás: saját táblázat)

A vadkovászos technológiával készült termék eredményei kicsit más számokkal, de szintén nagyon meggyőzőek (5. táblázat). Az energiatartalom a közel azonos, magas hidratáció miatt nagyon hasonló, így a fejlesztett kenyér csupán 7%-kal tartalmaz kevesebb energiát. A szénhidráttartalom már egy komolyabb 36%-os csökkenést mutat, a fehérjetartalom viszont több, mint 2,5-szöröse a tradicionális recept alapján készült vadkovászos kenyérének.

	Lipóti vadkovászos vekni	Saját fejlesztésű kenyér	Százalékos eltérés (%)	Százalékos különbség (%)
Energia /100 g (kcal)	235,0	218,0	93%	-7%
Szénhidrát (%)	48,0	30,9	64%	-36%
Fehérje (%)	7,7	20,9	271%	171%
Zsír (%)	1,1	0,9	82%	-18%

5. táblázat - tápérték összehasonlítás a saját fejlesztésű kenyér és a Lipóti Vadkovászos vekni között (Forrás: saját táblázat)

4.3 Érzékszervi teszt

A teszt elvégzésére nagy segítség volt a munkahelyem, hiszen a kollégáim nemcsak boldogan járultak hozzá a segítségükkel a szakdolgozat hitelességéhez, de tekintve, hogy mind az élelmiszeripar különböző területein dolgoznak, mint értékesítők, asszisztensek és termékfejlesztők, releváns véleménnyel szolgálhattak a kenyereket tekintve.

A teszt reggel indult a 3 kenyér és a tesztek kihelyezésével. A saját receptúra alapján otthon sültött kenyér a két, a tápérték kalkulációnál is tárgyalt Lipóti pékségben kapható kenyérral került összehasonlításra, azaz a *Lipóti félbarna kenyérrel*, és a *Lipóti vadkovászos veknival*.
(16. ábra)



16. ábra – az érzékszervi tesztet megelőzően készült fotó
A minta – saját készítésű, szénhidrátcsökkentett kenyér
B minta – Lipóti vadkovászos vekni
C minta – Lipóti félbarna kenyér
(Forrás: saját fotó)

A teszt eredményei megnyugvásomra tökéletesen azokat a számokat hozták, amikre számítottam a saját véleményem alapján is - ez pedig ugyan utólagosan, de a szakmai alátámasztás mellé megalapozta a szakdolgozatom témáját az ahhoz hasonló fontossággal bíró végfogyasztói elvárásoknak való megfeleléssel is.

Az egyéni eredményeket és kalkulációkat tartalmazó tábla a teszttel egyetemben a mellékletekben megtekinthető, de a fontosabb eredmények kiértékelése igen beszédes.

A kenyerek vizuális megjelenésére vonatkozó kérdés alapján az A minta kapta a legmagasabb átlagos pontszámot 8,73 ponttal, a B minta hasonlóan magas 8 ponttal lett a második, a félbarna kenyér pedig mindössze 5,82 pontot ért el. Ez azt jelenti számomra, hogy a fogyasztók akár tudatosan, vagy tudat alatt, de keresik a megszokottól, mindennapitól eltérő, jellegzetes, kovászos kenyér küllemet.

A kenyerek állagára irányuló kérdés nagyságrendileg ugyanolyan eredményeket hozott, mint a küllemre irányuló kérdés, így további következtetéseket nem vonok le ebből, csak visszaigazolásnak veszem a szekunder érzékszervi szempontok megerősítésére.

Primer érzékszervi szempontnak az íz jellemzését jelölném meg, hiszen egy kenyér lehet akár csúnya vagy szokatlan állagú/keménységű, ha a sor végén finom, ez hozza meg a döntést viszont-vásárlás tekintetében.

Az ízre való pontozás tekintetében elsöprő fölényel az A minta kapta a legmagasabb pontszámot. Átlagosan 9,09 pontra értékelték, míg a B minta, azaz a pékségben kapható kovászos kenyér 7,73 pontot kapott, a C, azaz az élesztős változat pedig mindössze 6 pontot. A magas átlagos pontszámmal összhangban a szórás mindössze 1,44-es érték, amely a legalacsonyabb az összes kalkulált szórás figyelembevételével. Lefordítva ez mindössze annyit jelent, hogy a minta íze nem megosztó, a kóstolók egymástól függetlenül, mégis összhangban magas pontszámokat adtak.

Érdekes adat minden kérdésnél a mintánként való szórás-kalkulációkból átlagot számolni. Az A minta átlagos szórása 1,83, a B mintáé 2,00, a C minta szórásainak átlaga pedig 2,55 értéket vett fel. Ahhoz képest, hogy leghétköznapibb és egyszerűbb kenyér a C minta, mégis a legmegosztóbb a teszt alapján az egyszerű élesztős kenyér íz, állag és küllem alapján is. Ez azt jelenti, hogy bizonyos fogyasztók tökéletesen elégedettek a kenyérral, és akár viszonylag magas pontszámot is hajlandóak adni, mások viszont már kifejezetten rossz pontszámokat adnak rá elégedetlenségüket kifejezve. Véleményem szerint ennek oka lehet egyfelől a megszokásból, unalomból eredő negatív hozzáállás, vagy az, hogy az érzékszervi tulajdonságok alapján a tudatosabb fogyasztók már küllem és íz alapján el tudták dönteni, hogy milyen beltartalmú kenyérről lehetett szó, ez pedig negatívan hatott ki a pontokra is. Bármelyik is legyen a valóság, azon az eredményen, hogy a kovászos kenyereket – és ezen belül is a saját készítésű, vadkovászos, szénhidrátcsökkentett kenyeret – tekintették a legjobbnak minden szempontból, nem változtat, hiszen egy boltban ugyanezeket a döntési nyomvonalakat végig járva valószínűleg hasonló döntésre jutnának.

Ez nemcsak a kalkulációból, hanem a konkrét kérdésre adott válaszokból is kiderül, miszerint, ha egyazon áron lehetne kapni mind a 3 kenyeret, melyiket választanák? Erre a kérdésre a válaszadók 63,6%-a az A mintát választotta, 31,8%-a B mintát, és mindössze 4,5%-a választotta a C mintát.

Annak érdekében, hogy a teszt eredményei között kalkuláció alapján is szignifikáns különbség bizonyosodjon be, ANOVA táblázatot hoztam létre, azaz egytényezős varianciaanalízist futtattam le (6. táblázat). Első lépésként a 4 minőséget jellemző kérdésre adott válaszokat személyenként és mintánként átlagoltam, így tehát a személyenként 4 kérdésre adott összesen 12 értékelés 3 értékelésre redukálódott, amelyek 1-1 minta átfogó értékeléseként funkcionálnak. Ezeket az értékeket futtattam le a varianciaanalízisen, mely eredményei a következő táblákban láthatóak.

ÖSSZESÍTÉS				
<i>Csoportok</i>	<i>Darabszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>
<i>A</i>	22	193,50	8,80	2,53355
<i>B</i>	22	172,75	7,85	2,86702
<i>C</i>	22	127,50	5,80	4,44426

VARIANCIAANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>
<i>Csoportok között</i>	103,5	2,0	51,8	15,8	0,0000028	3,1
<i>Csoporton belül</i>	206,7	63,0	3,3			
<i>Összesen</i>	310,3	65,0				

6. táblázat – az érzékszervi teszt ANOVA varianciaanalízis eredményei

Az eredmények alapján, mivel az F érték nagyobb, mint kritikus F, ezért elvethetjük a nullhipotézist, és kijelenthetjük, hogy van különbség a csoportok között. A másik fontos érték a teszt eredménye kapcsán a p érték, amely mivel kisebb, mint 0,05, kijelenthető, hogy a csoportok között szignifikáns különbség van.

4.4 Inzulinválasz

4.4.1 Saját mérések

Az inzulinválasz vizsgálatát a saját, szénhidrátcsökkentett, kovászos kenyér mellett egy olyan kenyérral tartottam relevánsnak, amely ugyan nem kifejezetten szénhidrátcsökkentett, de a saját fejlesztésű kenyérhez hasonlóan tartalmaz teljes kiőrlésű búzalisztet is. Ezt abból a célból tettem így, hogy az inzulinszint alakulásának különbségét inkább az alapliszt-keverék sikértartalma határozza meg, ne a keverék teljes kiőrlésű búzalisztből származó rosttartalma, amely közvetve természetes módon csökkenti a vércukorszint-ingadozást, így pedig egy fehér lisztes pékáruval folytatott összehasonlítás nem lett volna kiegyenlített verseny.

A választásom az érzékszervi tesztnél, illetve a tápérték összehasonlításnál már megismert *Lipóti félbarna kenyérre* esett, hiszen a hivatalos weboldalon található termékinformáció alapján a rosttartalma nagyon hasonló a saját fejlesztésű kenyér rosttartalmához. Ugyan a technológiai eljárás más, hiszen ez a kenyér élesztővel készül, de úgy gondolom, hogy ez önmagában az inzulinválasz intenzitására nincs számottevő hatással.

Az összehasonlítás során az volt a célom, hogy egy átlagos fogyasztó egységnyi kenyér elfogyasztásával pozitívabb élettani hatásokat tapasztaljon, mintha egy boltban vásárolt, hétköznapi kenyérből fogyasztott volna el ugyanannyit. Így tehát a cél nem az volt, hogy a teszt során olyan tömegben egymástól különböző porciókat válasszak, amelyek nettó szénhidrát tartalomban hasonló mennyiséggel szolgálnak. Természetesen ez is egy érdekes kalkuláció, hiszen adott szénhidrátmennyiség eléréséhez ily módon a szénhidrátcsökkentett kenyérből több is elfogyasztható. Ennek ellenére életszerűbbnek tartom azt, hogy egy nagyobb méretű szendvics elkészítéséhez szükséges 2 szelet kenyérré való igény akkor is ugyanakkora marad, ha más, akár szénhidrátcsökkentett kenyérből készül el a szóban forgó szendvics. Így tehát alapul vettem egy nagyobb szendvicshez szükséges 2 szelet kenyeret, melyek tömege együttesen körülbelül 150 grammot tettek ki, így az inzulinválasz teszthez felhasznált elfogyasztandó minták tömegét 150 grammal határoztam meg. A következő összehasonlító táblázatban összegeztem a két minta fajlagos és felhasznált mintánkénti tápérték-különbségét is, így tehát könnyedén leolvasható, hogy a saját fejlesztésű kenyér esetében elfogyasztott nettó szénhidrátmennyiség 46,4 gramm volt, míg a *Lipóti félbarna kenyér* esetében ez a szám 78 grammos értéket vett fel. (7. táblázat)

	100 g		150 g	
	<i>Saját kenyér</i>	<i>Lipóti félbarna</i>	<i>Saját kenyér</i>	<i>Lipóti félbarna</i>
<i>Energia</i>	218 kcal	272 kcal	327 kcal	408 kcal
<i>Szénhidrát</i>	30,9 g	52,0 g	46,4 g	78,0 g
<i>Fehérje</i>	20,9 g	11,0 g	31,4 g	16,5 g
<i>Zsír</i>	0,9 g	1,6 g	1,4 g	2,4 g

7. táblázat – összehasonlító táblázat az elfogyasztott minták tápérték-tartalmáról
(Saját táblázat)

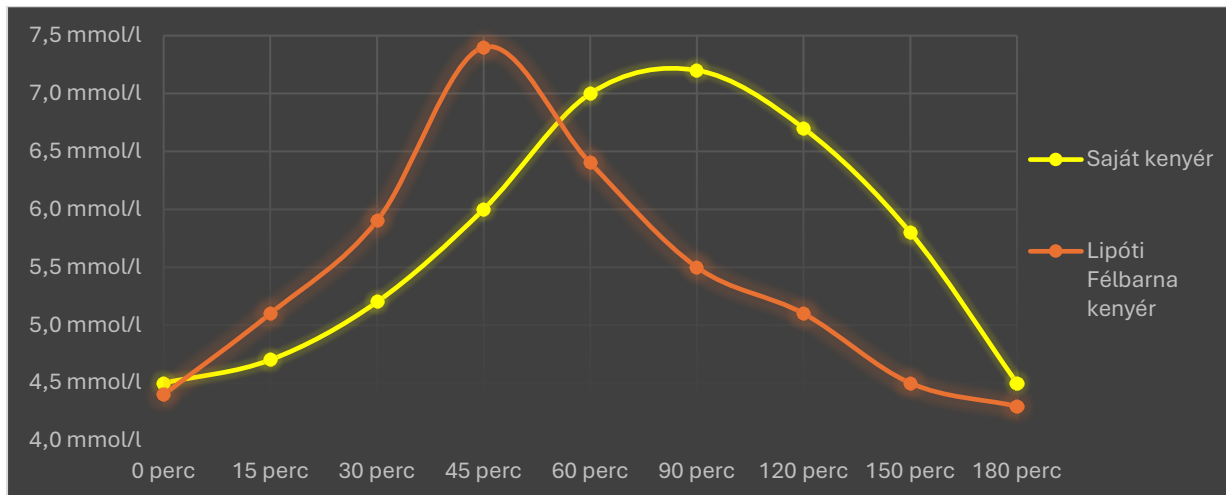
A teszt lebonyolítása során mind a két minta vizsgálatánál igyekeztem a lehető leghasonlóbban alakítani azokat az egyéb tényezőket, amelyek befolyásolhatták az eredményt. Így tehát mind a két mintából pontosan 150 grammot mértem ki, melyek elfogyasztását két különböző napon ejtettem meg. Ezek a napok hétköznapi munkanapok voltak, tehát ugyanakkor keltem fel, ugyanaz volt a reggeli rutin, és a munkahelyemen is ugyanakkor, pontosan 9:00-kor mértem meg az éhgyomri vércukorszintem, melyet követően azonnal elfogyasztottam a mintákat – természetesen feltét, vagy bármely tápanyagtartalmú kísérő ételmyszer vagy ital nélkül. Az elfogyasztásukat követő 3 órában 8 ponton vizsgáltam a vércukorszintem 15, 30, 45, 60, 90, 120, 150 és 180 perc elteltével, mely időt szintén egyéb tápanyagbevitel nélkül töltöttem. A fizikai intenzitás nem jelentett befolyásoló tényezőt a két különböző napon, hiszen irodai munka révén a fizikai aktivitás során elégetett kalóriamennyiségek közötti különbség elhanyagolható lehetett.

A két minta elfogyasztását közvetlenül megelőző, majd az ezt követő 3 órában 8 ponton mért vércukorszint értékeimet a következő táblában összegeztem. (8. táblázat)

<i>Perc</i>	0	15	30	45	60	90	120	150	180
<i>Saját kenyér</i>	4,5 mmol/l	4,7 mmol/l	5,2 mmol/l	6,0 mmol/l	7,0 mmol/l	7,2 mmol/l	6,7 mmol/l	5,8 mmol/l	4,5 mmol/l
<i>Lipóti félbarna kenyér</i>	4,4 mmol/l	5,1 mmol/l	5,9 mmol/l	7,4 mmol/l	6,4 mmol/l	5,5 mmol/l	5,1 mmol/l	4,5 mmol/l	4,3 mmol/l

8. táblázat – a teszt során feljegyzett vércukorszint-értékek a két vizsgált minta esetében
(Saját táblázat)

A táblázat ugyan önmagában is igen beszédes, de úgy gondolom, hogy egy ilyen összehasonlítás során a vizuális megjelenés egy diagram segítségével nagyban hozzásegíthet a különbségek szemléltetéséhez, ezért elkészítettem egy vonaldiagramot is a mért értékekből (17. ábra).



17. ábra – a vizsgálat eredményeinek diagramos megjelenítése (Saját diagram)

A diagram segítségével 3 nagyon fontos különbség olvasható le, amelyek az összehasonlítás fényében igen relevánsak. Egyfelől a *Lipóti félbarna kenyér* elfogyasztása után a vércukorszint egy sokkal agresszívabb, gyorsabb emelkedésbe kezdett, mint a szénhidrátcsökkentett kenyér esetében. A második fontos észrevétel a vércukorszint csúcsosodása, amely a *Lipóti félbarna kenyér* esetében egy magasabb, 7,4 mmol/l értékben történt, míg a szénhidrátcsökkentett kenyér esetében ez mindössze 7,2 mmol/l értékben csúcsosodott ki. Persze valószínűsíthető, hogy a gyakori, az első órában 15 percenkénti vércukorszint mérés ellenére sem sikerült pontosan a maximum értékekben mérni egyik minta esetében sem, de a gyakoriságra való tekintettel annak esélye, hogy az értékekben a végeredményt számottevően befolyásoló, szignifikáns különbség legyen, elhanyagolható.

A harmadik észrevétel, amely véleményem szerint a legfontosabb, a csúcsosodás után vércukorszint csökkenés meredeksége. Jól látható, hogy a *Lipóti félbarna kenyér* esetében ez a csökkenés egy jóval agresszívabb, gyorsabb esés volt, melynek fiziológiai jeleit egyértelműen éreztem a vércukorszintmérés által biztosított visszacsatolás nélkül is. Ezen minta elfogyasztása után sokkal gyorsabban lettem újra éhes, mely éhség hirtelen, mardosóan jelent meg. Közvetetten és közvetlenül ennek egyéb fiziológiai jeleit is felismertem, mint a koncentráció csökkenése, lelassult gondolkodás.

Mindezek fényében egyértelműen ki tudom jelenteni, hogy ha csak az érzéseimre, a szervezetem által produkált jelekre támaszkodtam volna, akkor a *Lipóti félbarna kenyér* mintájának elfogyasztása után egészen biztos, hogy sokkal korábban vettem volna magamhoz valamely szénhidrátartalmú élelmiszert annak érdekében, hogy visszatérjen az energiám a napi folyamatok további elvégzéséhez. Ez a felismerés figyelembevételével azt, hogy nettó szénhidrátartalom tekintetében több, mint a másfélszeresét fogyasztottam el ennek a mintának a vizsgálata során, a saját fejlesztésű kenyér funkcióját tekintve mindenképp kedvező. A teszt tehát azon túlmutatóan, hogy könnyedén leolvasható, átlátható eredményt produkált a két minta közötti szignifikáns különbséggel, a szénhidrátcsökkentett kenyér funkcióját, létjogosultságát, és a szakdolgozat céljának elérését igazolta.

4.4.2 Labor mérések

Ezen a ponton egy váratlan, de annál még örömtelibb lehetőség kínálta fel magát a szakdolgozatom hitelességének igazolására. A két különböző minta vércukorszintemre tett hatásairól meséltem egy olyan családtagnak, akiről az idáig nem is tudtam, hogy komoly változásokat vezetett be az étrendje és az élete kapcsán annak érdekében, hogy a kialakult állapotát kezelni tudja, a szervezete működését pedig hozzászoktassa egy kiegyensúlyozottabb működésre, elkerülve így a kicsapongó vércukorszint és inzulintermelés közvetett, hosszú távon káros egészségügyi lecsapódásait. Szerencsémre egy olyan személyről van szó, akit a témára való érdeklődés hasonló vehemenciával ragadott magával, mint engem, és aki alázatos véleményem szerint képzett dietetikusokat megszegyenítő profizmussal formálta át az életét egy olyan irányba, hogy csupán 3 év alatt diagnosztizált II-es típusú cukorbetegségből egy enyhébb inzulinrezisztenciára tudta redukálni az állapota súlyosságát.

A téma és az eredmények fényében sikerült felkeltenem annyira az érdeklődését, hogy felajánlja, Ő maga is elvégezné ugyanezt a tesztet, de a pontosabb és relevánsabb eredmények érdekében labor körülmények között, hivatalos orvosi eredményeket készhez kapva, amelyek nemcsak a mért vércukorszint értékeket fedik fel pontosabban az én méréseimnél – melyek valójában „csak” közvetett indikátorai az inzulintermelésnek -, hanem a vér konkrét inzulintartalmára is kért mérést.

Ez a lehetőség már önmagában is egy olyan visszacsatolása lehetett azoknak az eredményeknek, amelyekben hiszek, hogy mérhetetlen boldogsággal vettem alá a fejlesztésem egy tőlem független, az enyémnél szintekkel profibb és hitelesebb vizsgálatnak. Azzal viszont a lehetőség még inkább megkoronázásra került, hogy nemcsak a két

kenyérmintára végeztette el a vércukor- és inzulinszint-mérést, hanem korábbi mérések eredményeit is megosztotta velem, mely során Ő maga hasonlította össze ugyanezen labor méréseire és eredményeire támaszkodva egy klasszikus glükózterheléses teszt eredményeit, és egy maga által összeállított, kiegyensúlyozott reggeli eredményeit. Így tehát 4 különböző eredmény hullott az ölembe melyek segítségével a saját fejlesztésem szervezetre való közvetett és közvetlen hatásait összehasonlíthattam egy

- klasszikus, 75 g glükózoldatos cukoterheléssel,
- egy kiegyensúlyozott reggelivel, mely tartalma 1 tojás, 1 alma, 1 banán, 1 teáskanál chia mag és némi zabpehely,
- és az általam is vizsgált bolti, élesztővel készült félbarna kenyérrrel.

Az eredményeket az átláthatóság kedvéért külön táblázatban összesítettem alább (9. és 10. táblázat)

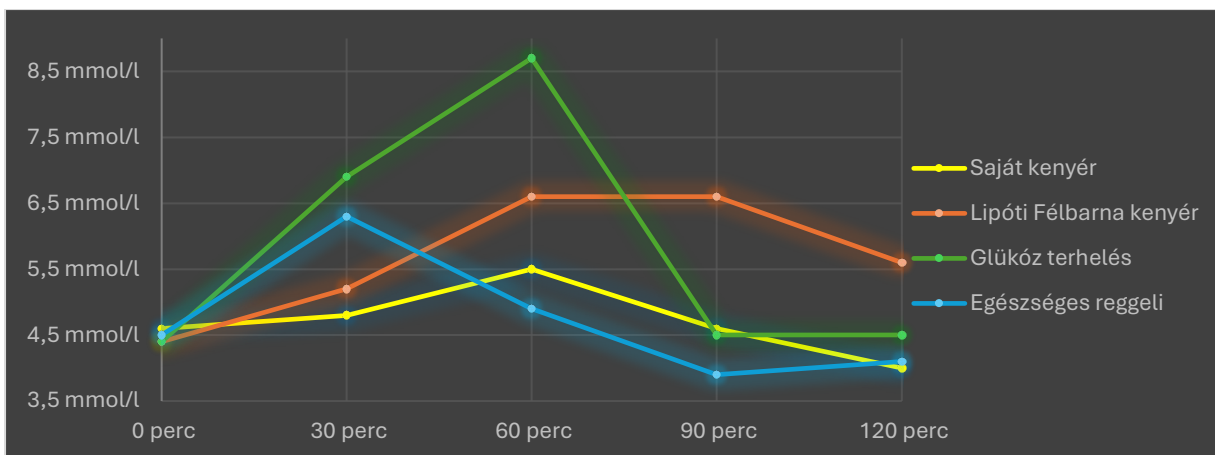
Labor vércukorszint	0. perc	30. perc	60. perc	90. perc	120. perc
<i>Saját kenyér</i>	4,6 mmol/l	4,8 mmol/l	5,5 mmol/l	4,6 mmol/l	4,0 mmol/l
<i>Lipóti Félbarna kenyér</i>	4,4 mmol/l	5,2 mmol/l	6,6 mmol/l	6,6 mmol/l	5,6 mmol/l
<i>Glükóz terhelés</i>	4,4 mmol/l	6,9 mmol/l	8,7 mmol/l	4,5 mmol/l	4,5 mmol/l
<i>Kiegyensúlyozott reggeli</i>	4,5 mmol/l	6,3 mmol/l	4,9 mmol/l	3,9 mmol/l	4,1 mmol/l

9. táblázat – labor teszt szerinti vércukorszint eredmények (Saját táblázat)

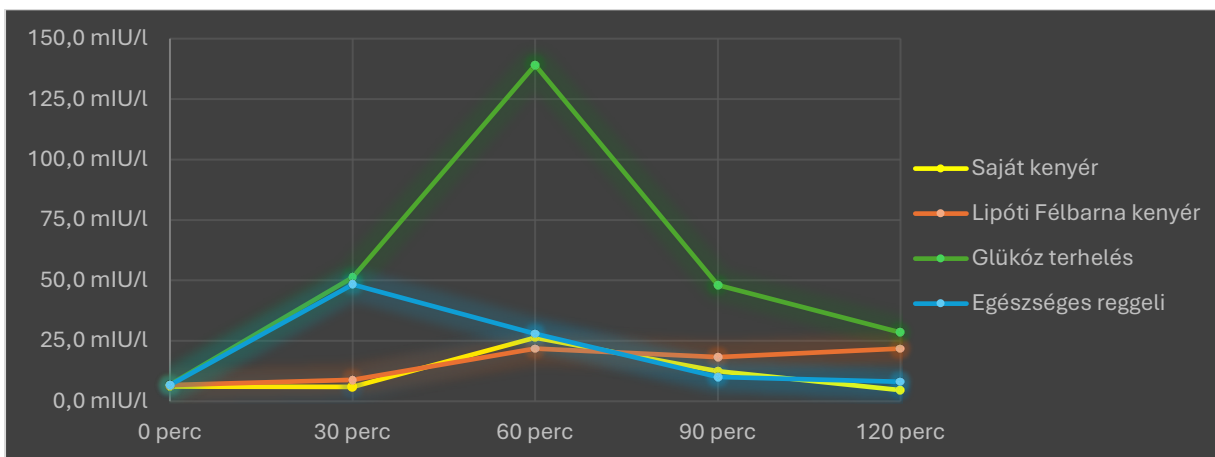
Labor inzulinszint	0. perc	30. perc	60. perc	90. perc	120. perc
<i>Saját kenyér</i>	6,1 mIU/l	5,9 mIU/l	26,3 mIU/l	12,4 mIU/l	4,6 mIU/l
<i>Lipóti Félbarna kenyér</i>	6,7 mIU/l	8,9 mIU/l	21,8 mIU/l	18,3 mIU/l	21,8 mIU/l
<i>Glükóz terhelés</i>	6,9 mIU/l	51,2 mIU/l	139,1 mIU/l	48,1 mIU/l	28,4 mIU/l
<i>Kiegyensúlyozott reggeli</i>	6,7 mIU/l	48,3 mIU/l	27,9 mIU/l	10,0 mIU/l	8,0 mIU/l

10. táblázat – labor teszt szerinti inzulinszint eredmények (Saját táblázat)

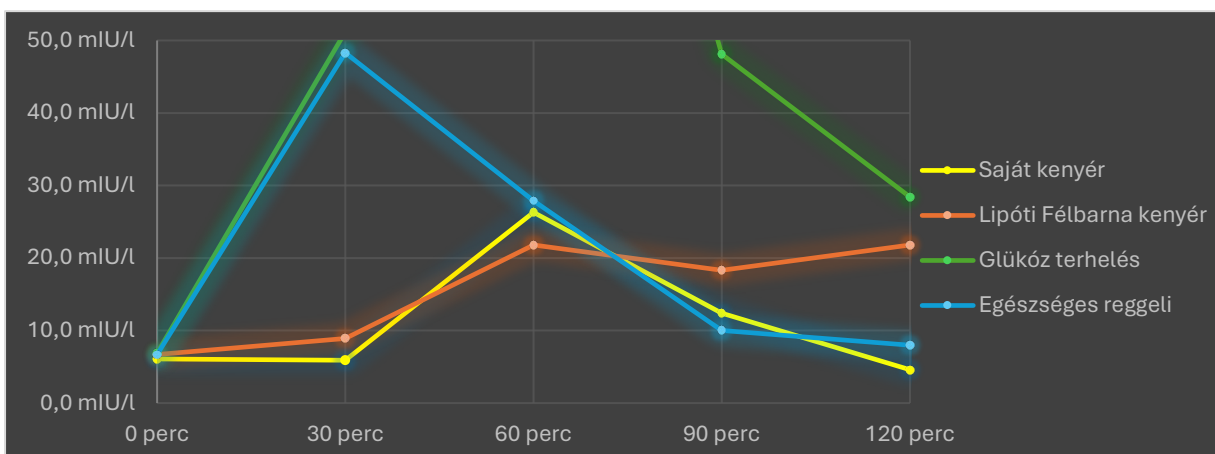
A grafikai megjelenítés a diagramok elkészítésével a labor mérések esetében is igazán reprezentatívak, az eredmények kiértékeléséhez pedig végtelenül hasznosak. (18., 19., 20. ábra)



18. ábra – A laborteszt vércukorszint eredményeinek diagramos megjelenítése (Saját diagram)



19. ábra - A laborteszt inzulinszint eredményeinek diagramos megjelenítése (Saját diagram)



20. ábra - A laborteszt inzulinszint eredményeinek diagramos megjelenítése, alsó tartomány részletkivágás (Saját diagram)

A diagramok alapján azon túlmutatóan, hogy a saját eredményeim egy másik forrásból is igazolódni látszanak, további nagyon érdekes adatok olvashatóak le. A vércukorszint alapján a saját fejlesztésű kenyér vércukorra gyakorolt hatása egy kényelmes, kiegyensúlyozott felfutásban körülbelül 1 óra elteltével csúcsosodott, mely érték a vizsgálat fennmaradó 1 órájában fokozatosan csökkent (18. ábra). A félbarna kenyér 1 óra elteltével szintén a legmagasabb értéket produkálta, ugyanakkor a saját eredményeimből kiindulva valószínűsíthető, hogy a ténylegesen legmagasabb érték valójában inkább 2 mérés között, körülbelül 45 percnél eshetett meg, mely teóriát igazolja az is, hogy újabb 30 perc elteltével, a 90 perces mérésnél is ugyanazt a csúcsot produkálja még a szóban forgó minta. Ez arra enged következtetni, hogy a saját mérésnek is megfelelően a félbarna kenyér gyorsabban emeli a vércukorszintet, és magasabban is tartja a vizsgálat fennmaradt 1 órájában is.

A glükózterheléses vizsgálat esetében nem meglepő módon a legmagasabb értékek olvashatóak le, mely csúcsosodása után egy nagyon meredek esésbe kezd a vércukorszint. Érdekes adat viszont, hogy a vércukorszint már másfél óra elteltével is alacsonyabb értéket vesz fel a glükózterhelés esetében, mint a *Lipóti félbarna kenyér* esetében. Számomra pedig a legérdekesebb eredményt a kiegyensúlyozott reggeli produkálta, hiszen az elfogyasztott gyümölcsöknek köszönhetően egy a glükózterheléshez nagyon hasonló meredekséggel kezdett emelkedni a vércukorszint, de a bevitt nettó szénhidrát mennyiségnek köszönhetően ez már fél óra múltán csúcsosodott, ezt követően pedig a rostoknak, fehérjéknek és zsíroknak hála egy kiegyensúlyozott csökkenésbe kezdett egészen 90 perc elteltéig. A 120 perces mérés esetében egy nagyon érdekes emelkedés látható, ami arra enged következtetni, hogy hiába a kiegyensúlyozott energiabevitel, az alacsony szénhidrátbevitelnek, illetve a szénhidrátok gyümölcsből származó, gyorsan felszívódó mivoltának köszönhetően a szervezet az étkezést követő második órában már nem az elfogyasztott szénhidrátból, azok megemésztéséből felszabaduló cukrot engedte a vérbe, hanem már a máj saját glikogénraktárából történt másodlagos glükózleadása ment végbe a megfelelő működés fenntartása érdekében.

Az igazán fontos eredményeket azonban az inzulinszint mérés eredményei adták, hiszen a vércukorszint értékei egy közvetett visszaigazolást adnak csupán az inzulintermelésre (19., 20. ábra). Hosszútávon a pajzsmirigy és az inzulinreceptorok egészsége szempontjából maga az inzulinszint az, ami meghatározó az élelmiszerek kapcsán egészségmegőrzés szempontjából. Ezek az eredmények pedig épp olyan kielégítően jók voltak a saját fejlesztésű kenyér esetében, amennyire alátámasztották azt is, hogy egy glükózterheléses vizsgálatnyi cukorfogyasztás (azaz 75 g cukor egyszerre való elfogyasztása) milyen borzasztóan

egészségtelen és megterhelő a szervezet számára. Az érték a mérések szerint 1 óra elteltével csúcsosodott 139,1 mIU/l értékkel, ami koránt sem valószínű, hogy a legmagasabb érték volt - +/- néhány perccel valószínűleg ennél is magasabb értéket is lehetett volna mérni. A kiegyensúlyozott reggeli a gyümölcsök cukortartalma lévén szintén hasonló meredekséggel emelte az inzulintermelést az első fél óra elteltével, itt viszont csúcsosodott, és egy nagyon kiegyensúlyozott csökkenést mutatott a következő másfél órában a lassan felszívódó szénhidrátoknak és rostoknak köszönhetően. Ez az eredmény ilyen formában, önmagában nem rossz, nem nevezném hosszú távon egészségtelennek, de az első fél órában mért eredmény fényében erősen megkérdőjelezhető bármi nemű gyümölcsökön alapuló diéta, vagy egyáltalán gyümölcs alapú étkezés, nassolás létjogosultsága, melyek sok esetben még mindig egészséges alternatívaként szerepelnek a köztudatban. A valóságban sajnos, ha ez a gyümölcsfogyasztás nem párosul lassan felszívódó szénhidrátokkal, fehérjékkel, zsírokkal és rostokkal – ahogy ebben a vizsgálatban is történt -, akkor viszonylag visszafogott vitamin- és nyomelembevitelért cserébe egy igen komoly munkának van kitéve a hasnyálmirigy, amely hosszútávon sokkal inkább kontraproduktív a szervezet számára a mikrotápanyag-bevitel ellenére is.

A kenyerek esetében a saját fejlesztésű kenyér tökéletesen hozta az elvárt értékeket, miszerint 1 óra elteltével csúcsosodott az inzulinszint, majd innentől egészen a 2 órás mérésig is folyamatos csökkenést mutattak az eredmények. Ezzel szemben viszont a *Lipóti Félbarna kenyér* abból kiindulva, hogy 1 óránál már alacsonyabb értéket mutatott, mint a saját fejlesztésű, alacsonyabb nettó szénhidrát tartalmú kenyér, valószínűleg 45 perc környékén produkálta a legmagasabb értéket, melyet követően lassú csökkenésbe kezdett. A 90 perces mérésnél még mindig csúcscözelemben magas inzulinszintet produkált, 120 percnél pedig a rostoknak köszönhetően a lassabban felszívódó szénhidrátok felszívódása is megkezdődött, amelyre a szervezet egy újabb inzulin hullámmal válaszolt. Ez kevésbé ideális metabolikus válasz, hiszen a hosszabb ideig fennálló hiperinzulinémia inzulinrezisztencia kialakulásához vezethet, ha rendszeresen előfordul.

4.5 Árkalkuláció

Az eredmények kedvező kimenetele révén a termék iránt érdeklődő fogyasztók – legyenek azok a terméket előállítók, vásárlásra hajlandó személyek, vagy egészségügyi okokból rászorulóok – akár magasabb árért is hajlandók lehetnek megszerezni azt, mint egy hagyományos kenyér esetében. Mindazonáltal célom az volt, hogy a receptúra kidolgozása során úgy alakítsam ki a terméket, hogy az otthoni elkészítés esetén az ára ne haladja meg a megszokott költségeket. Az üzemi előállítás alapanyag szinten természetesen még olcsóbb a nagy mennyiségű beszerzés miatt kapott nagykereskedelmi, mennyiségi kedvezmények miatt, de a hosszadalmas munkafolyamat költségének kalkulációjához nem áll megfelelő mennyiségű információ és tapasztalat a birtokomban, így arra pontos árat nem tudok számolni.

Az otthon elkészítés költségeit egy táblázatban vezettem le (11. táblázat) a már ismertetett alapanyag árakkal, illetve a sütési költség kalkulációjával, melyhez egy 3300W teljesítményű elektromos sütőt, és 70Ft / kWh elektromos áram költséget vettem figyelembe. A sütés során fogyasztásmérővel ellenőriztem az egyes folyamatok közötti átlagos fogyasztást, ezeket használtam fel a kalkuláció során.

Folyamat	Időtartam (perc)	Fokozat	Teljesítmény (W)	Ár /kWh (Forint)	Költség (Forint)
<i>Előmelegítés</i>	60	Grill + légkeverés 250 °C	3140	70	219,8
<i>Fedett sütés</i>	30	Légkeverés 230 °C	3000	70	105
<i>Szabdon sütés</i>	12	Légkeverés 200 °C	2900	70	40,6
Alapanyag	Felhasznált mennyiség (gramm)		Ár /kg (Forint)		Költség (Forint)
<i>Belbake BL55</i>	350		189		66,15
<i>Belbake TKL</i>	150		385		57,75
<i>Natura Búzasikér</i>	250		2580		645
Összesen:					1134

11. táblázat – a kenyérsütés teljes költsége az alapanyag árak és az energiafelhasználás figyelembevételével (saját táblázat)

A kalkuláció során tehát 1134 Ft / kenyér eredmény született, mely árat fajlagosítani érdemes figyelembe véve, hogy a kész kenyerek a megadott alapanyagmennyiségekkel általában 1300 g tömegűek ± 20 g eltéréssel.

$$\frac{1134}{1300 \pm 20} \cdot 1000 = 872 \pm 14$$

A 872 Ft/kg költségre tekintve az ár semmiképp sem lehet akadálya annak, hogy az otthon elkészített szénhidrátcsökkentett kenyér mellett döntsön egy fogyasztó akár életforma szerűen, hisz figyelembe véve a dolgozat írásakor Magyarországon fellelhető kenyér árakat, 1000 Ft/kg ár alatt csak az igazán olcsó, kizárólag élesztővel készült és BL55 finomlisztet felhasználó, szupermarketben kapható kenyérfélék találhatóak. A már teljes kiőrlésű lisztet is felhasználó kenyerek 1200 Ft/kg körül kezdődnek, míg a hasonlóan jó tápértékkel bíró, de még mindig élesztővel készült purpur kenyerek 2200 Ft/kg áron kaphatóak a legolcsóbb boltokban is. Vadkovással készült kenyerek üzletekben általában nem, csak minőségi, kézműves pékségekben kaphatóak, de ott az 1000 Ft/kg ár 3-4-szeresét is elkérik a kenyerekért kizárólag a vadkovászos technika miatt, hiszen azok nem is szénhidrátcsökkentettek.

A levezetett kalkuláció eredménye még tovább javítható, ha a remek eltarthatóságnak köszönhetően ennél nagyobb vekni, vagy akár 2 kenyér kerül egyszerre megsütésre, hiszen így a sütési költség csökkenése miatti fajlagos ár tovább csökken.

5. Következtetések és javaslatok

Az eltarthatósági teszt során a penészesedés első jelei 2 nappal később jelentkeztek a saját fejlesztésű kenyér felületén, mint az élesztővel készült kenyérén. Ez ugyan jobb eredmény, mint az általánosan megszokott, de úgy gondolom, hogy a kenyér hidratációjának kis mértékű csökkentése tovább javíthatná az eltarthatóságot, hiszen a penészgombák szaporodásának pozitív táptalajt jelent a magas vízaktivitás. A szabad víz csökkentésével tehát az eltarthatóság potenciálisan tovább javítható, de ez további tesztek elvégzését kívánja meg annak érdekében, hogy a hidratáció csökkentése bizonyosan ne menjen a termék érzékszervi előnyeinek rovására. Ugyanakkor azt is fontosnak tartom megjegyezni, hogy ez a teszt otthoni körülmények között penészgátló adalékanyagok hozzáadása nélkül történt. Ugyan az adalékanyagmentesség és a „Clean label” egy egyre népszerűbb termelési forma, de véleményem szerint kálium-szorbát (E 202) penészgátló adalékanyaggal az eltarthatóság még akár 1-2 nappal kitolható volna. Ez természetesen szintén további tesztek igényelne amennyiben üzemi gyártásra kerülne a sor.

Az árkalkuláció pozitív eredménnyel zárult, hiszen már a legkevésbé költséghatékony, lakossági sütőben való otthoni elkészítés is egy jobb árat eredményezett, mint a boltokban vásárolható alternatív kenyerek ára. Ennek ellenére meggyőződésem, hogy a mennyiségi nagykereskedelmi kedvezményekkel, megfelelő felszereléssel és a gyártási mennyiség növelése révén az energiamegtakarítással a bekerülési érték még nagyban csökkenthető volna. Ez további vizsgálatokat, utánajárást és kalkulációt kíván.

Az inzulinválaszra kapott eredmények felülmúlták az elvárásaim. Kiderült, hogy a termék tökéletes kiegészítője lehet egy szénhidrátcsökkentett étrendnek, egy kalóriadeficités diétának, vagy egy inzulinrezisztenciával küzdő egyén mindennapjainak. Összehasonlítva egy másik félbarna, bolti kenyérral a vércukor- és az inzulinszint is olyan eredményeket adott még profi, labor körülmények között is, amely szakmai alátámasztásként is szolgálhat a termék létjogosultságára abban az esetben, ha üzemi termelésre kerülne sor.

Ugyanakkor fontosnak tartom megjegyezni azt, hogy a termék igen magas sikértartalma miatt nem szabad megfeledkezni arról, hogy a glutén egy *nem teljes* fehérje, azaz nem tartalmaz megfelelő mennyiségben minden esszenciális aminosavat. Ez a dolgot célját figyelembevéve alapvetően nem baj, hisz a cél az volt, hogy a szénhidrát tartalom legyen alacsonyabb a klasszikus kenyerekhez képest, így pedig az inzulinrezisztenciával küzdők számára megoldást nyújtson a mindennapokra – ez a feladat megvalósult. Ugyanakkor nem teljes fehérje lévén a

szervezet mindennapos regenerációs folyamatainak segítésére, vagy akár sportolók számára a sportteljesítményt növelni képes regeneráció támogatására kevésbé alkalmas, mint egy teljes, állati fehérje - mint például a tejfehérje. A dolgozat írása közben már megkezdtem a tesztek annak érdekében, hogy akár sportolóknak is megfelelő ételmisszerként, sőt, releváns fehérjeforrásként tudjon funkcionálni a kenyér, ehhez pedig L-Lizint, azaz a glutén alapvető limitáló aminosavát igyekszem pótolni a lisztkeverékben. Mivel az L-lizin HCL vízfelvétele más, mint a liszté, és fontos több oldalról is megvizsgálni a készterméket mind eltarthatóság szempontjából, mind érzékszervi tulajdonságokat figyelembe véve, ezért további tesztek elvégzése szükséges a késztermék tökéletesítése érdekében.

6. Összefoglalás

Ahhoz, hogy egy élelmiszeripari termék fejlesztését befejezettek lehessen tekinteni, a kész terméknek több elengedhetetlen kritériumnak kell megfelelnie annak érdekében, hogy a termelés úgy, mint a kereslet is folyamatosan fenntartható maradjon.

Az elvégzett vizsgálatok és összehasonlító tesztek, kalkulációk során igyekeztem végig menni azokon az aspektusokon, amelyek figyelembevétele véleményem szerint elengedhetetlen egy nemcsak megfelelő, hanem sikeres termék létrehozása szempontjából.

1. Mindenekelőtt a misszió meghatározása volt a feladat. Célul azt tűztem ki, hogy egy inzulinrezisztensek számára is fogyasztható pékárut fejlesszek ki, amely legalább 30%-kal alacsonyabb szénhidrát tartalommal rendelkezik, mint egy általános kenyér. A tápérték kalkulációja és konkurens termékekkel való összehasonlítás igazolta, hogy a termék létjogosultságának alap feltétele megvalósult.
2. Annak érdekében, hogy a termék a piacon a konkurens szénhidrátcsökkentett, vagy sok esetben „fitnesz” kenyérnek nevezett kenyerekhez képest előnyt kínáljon a fogyasztóknak, vadkovászos technológiai eljárást választottam, amely egyfelől a tradicionális vonzat miatt, másfelől pedig dietetikai szempontból, a termék emészthetősége végett jelent előnyt.
3. A termék fejlesztését addig folytattam kísérletezéssel, amíg személyes elégedettség nem alakult ki. Ezt követően kezdtem el tesztelni a kész receptúrát több szempontból. Első körben az eltarthatósági teszt bizonyította, hogy a kifejlesztett receptúra alapján készült termék nemcsak megfelel a fogyasztási és eltarthatósági elvárásoknak, hanem túl is teljesíti azt a megszokotthoz képest – így a termék biztonsággal lehetne értékesíthető fogyasztási célból.
4. Az árkalkuláció révén létjogosultságot nyert a termék, mint piaci cikk, hiszen a potenciális eladási ár az összetétel alapján bőségesen fedezi a bekerülési költséget. A piacon szereplő konkurens termékek határozzák meg a piacot, de az új termék teret enged egy olyan üzleti modell felállítására, amely elégedett fogyasztókat, ugyanakkor magas profitot eredményezhet túlárazott termék nélkül.
5. Az érzékszervi teszt egy biztonsági visszaigazolásként szolgálhat annak érdekében, hogy az esetleges üzemi termelés beindítása előtt a vállalkozó biztos lehessen abban, hogy a termék a megfelelő helyen és a megfelelő áron értékesítve megfelelő termékként tud funkcionálni a fogyasztók számára.

6. Végezetül pedig az inzulinválaszra elvégzett teszt különbözteti meg igazán a konkurensoktól a terméket, hiszen a termék alap missziója, miszerint inzulinrezisztens fogyasztók is egészségügyi kockázat nélkül fogyaszthassák az általános kenyerek alternatívájaként, a teszt elvégzésével tanúbizonyságot nyert – ezzel pedig piaci ismereteim alapján egyedülálló alternatíva, mint olyan szénhidrátcsökkentett kenyér, amely vadkovászos technológiával készült.

Mindezen pontok figyelembevételével úgy gondolom, hogy a szakdolgozat eredménye nemcsak egy hiánypótló, sokak számára probléma-megoldó, vagy bizonyos esetekben életminőséget javító receptúra, amely az otthoni sütések útján az egyén és családja életét teheti kellemesebbé, hanem figyelembe véve a konkurens termékek minőségét és ár-pontját, egy igazán kecsegtető üzleti lehetőség is lehet. Természetesen önmagában, egy terméként kevés egy üzlet elindításához, de a már kész receptúra és elkészítési mód alapján további termékek kifejlesztése a járt úton haladva kevésbé tűnik nehéz feladatnak, ez pedig potenciális lehetőséget jelenthet egy sikeres vállalkozás beindítására, mely működése során a vásárló és a vállalkozó is elégedett lehet.

7. Irodalomjegyzék

Al-Habsi, N. *et al.* (2024) ‘Health Benefits of Prebiotics, Probiotics, Synbiotics, and Postbiotics’, *Nutrients*, 16(22), p. 3955. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu16223955>.

Ali, I. *et al.* (2022) ‘Iron and zinc micronutrients and soil inoculation of *Trichoderma harzianum* enhance wheat grain quality and yield’, *Frontiers in Plant Science*, 13. Available at: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.960948>.

American Diabetes Association (2011) ‘Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus’, *Diabetes Care*, 34(Supplement_1), pp. S62–S69. Available at: <https://doi.org/10.2337/dc11-S062>.

Bettendorf, G. (ed.) (1995) *Zur Geschichte der Endokrinologie und Reproduktionsmedizin*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Available at: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-79152-9>.

Bird, A.R. and Regina, A. (2018) ‘High amylose wheat: A platform for delivering human health benefits’, *Journal of Cereal Science*, 82, pp. 99–105. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2018.05.011>.

De Vero, L. *et al.* (2021) ‘Functional and Healthy Features of Conventional and Non-Conventional Sourdoughs’, *Applied Sciences*, 11(8), p. 3694. Available at: <https://doi.org/10.3390/app11083694>.

Elli, L. *et al.* (2015) ‘Diagnosis of gluten related disorders: Celiac disease, wheat allergy and non-celiac gluten sensitivity’, *World Journal of Gastroenterology*, 21(23), pp. 7110–7119. Available at: <https://doi.org/10.3748/wjg.v21.i23.7110>.

Katsi, P. *et al.* (2021) ‘Characterization of Artisanal Spontaneous Sourdough Wheat Bread from Central Greece: Evaluation of Physico-Chemical, Microbiological, and Sensory Properties in Relation to Conventional Yeast Leavened Wheat Bread’, *Foods*, 10(3), p. 635. Available at: <https://doi.org/10.3390/foods10030635>.

Kendall, D.M. and Harmel, A.P. (2002) ‘The Metabolic Syndrome, Type 2 Diabetes, and Cardiovascular Disease: Understanding the Role of Insulin Resistance’, *The Metabolic Syndrome* [Preprint].

Khalid, A., Hameed, A. and Tahir, M.F. (2023) ‘Wheat quality: A review on chemical composition, nutritional attributes, grain anatomy, types, classification, and function of seed storage proteins in bread making quality’, *Frontiers in Nutrition*, 10. Available at: <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1053196>.

Khan, A.S. (2024) ‘Role of Diet Therapy in the Treatment of Polycystic Ovary Syndrome (PCOS)’, *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 55(3). Available at: <https://doi.org/10.26717/BJSTR.2024.55.008719>.

Kleinwächter, H. (2025) *The Sourdough Framework*.

Lahue, C. *et al.* (2020) 'History and Domestication of *Saccharomyces cerevisiae* in Bread Baking', *Frontiers in Genetics*, 11, p. 584718. Available at: <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.584718>.

Narayan, K.M.V. *et al.* (2006) 'Diabetes: The Pandemic and Potential Solutions'.

Ndisang, J.F., Vannacci, A. and Rastogi, S. (2017) 'Insulin Resistance, Type 1 and Type 2 Diabetes, and Related Complications 2017', *Journal of Diabetes Research*, 2017, pp. 1–3. Available at: <https://doi.org/10.1155/2017/1478294>.

Oerlemans, M.M.P. *et al.* (2021) 'Benefits of bacteria-derived exopolysaccharides on gastrointestinal microbiota, immunity and health', *Journal of Functional Foods*, 76, p. 104289. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104289>.

Ortiz, C., Valenzuela, R. and Lucero A, Y. (2017) 'Enfermedad celíaca, sensibilidad no celíaca al gluten y alergia al trigo: comparación de patologías diferentes gatilladas por un mismo alimento', *Revista chilena de pediatría*, 88(3), pp. 417–423. Available at: <https://doi.org/10.4067/s0370-41062017000300017>.

Our History (no date) *Fleischmann's*. Available at: <https://www.fleischmannsyeast.com/our-history/> (Accessed: 9 January 2025).

Ozarslan, S. and Kök Taş, T. (2022) 'Treatment of lactose by fermentation: Production process on β -galactosidase using *Kluyveromyces marxianus* isolated from kefir grains', *International Food Research Journal*, 29(4), pp. 864–871. Available at: <https://doi.org/10.47836/ifrj.29.4.13>.

Palicka, V. (2002) '1. PATHOPHYSIOLOGY OF DIABETES MELLITUS'.

Pietzak, M. and Kerner, J.A. (2012) 'Celiac Disease, Wheat Allergy, and Gluten Sensitivity: When Gluten Free Is Not a Fad', *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 36(1S). Available at: <https://doi.org/10.1177/0148607111426276>.

Sharma and Kanchi (2015) 'Diabetes and its Effects: Statistics and Biosensors', *Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 02(03). Available at: <https://doi.org/10.4172/2380-2391.1000e111>.

Sheard, N.F. *et al.* (2004) 'Dietary Carbohydrate (Amount and Type) in the Prevention and Management of Diabetes', *Diabetes Care*, 27(9), pp. 2266–2271. Available at: <https://doi.org/10.2337/diacare.27.9.2266>.

The Food Timeline: history notes--bread (2024). Available at: <https://www.foodtimeline.org/foodbreads.html> (Accessed: 7 January 2025).

The History of Sourdough (2024) *You Knead Sourdough*. Available at: <https://www.youkneadsourdough.com.au/blogs/sourdough-stories/the-history-of-sourdough-the-rise-of-sourdough-bread> (Accessed: 7 January 2025).

Zhang, J., Datta, A.K. and Mukherjee, S. (2005) 'Transport processes and large deformation during baking of bread', *AIChE Journal*, 51(9), pp. 2569–2580. Available at: <https://doi.org/10.1002/aic.10518>.

8. Ábrák és táblázatok jegyzéke

8.1 Ábrajegyzék

1. ábra – egyiptomból fennmaradt művészeti alkotások a kenyérsütésről (Forrás: https://artaalba.ro/wp-content/uploads/2023/08/Untitled-design-24-2.png)	7
2. ábra – Leeuwenhoek féle mikroszkóp az 1600-as évekből (Forrás: http://webapps.fundp.ac.be/umdb/wiki-bioscope/images/d/dd/Microleeuwenhoek.gif)	8
3. ábra - <i>Saccharomyces cerevisiae</i> élesztő sejtek mikroszkópikus képe (Forrás: https://microscopeclarity.com/yeast-an-amazing-microorganism/).....	10
4. ábra – a recepthez felhasznált liszt típusok (Forrás: www.avocado.com)	20
5. ábra – a recepthez felhasznált búzasiker (Forrás: www.multi-vitamin.hu).....	21
6. ábra – a kovászvekker különböző szakaszai 0, 8, 18, 24 óra elteltével 10% kovász alkalmazása mellett (Forrás: saját).....	25
7. ábra – egyszerű digitális sütő-hőmérő (Forrás: www.alza.hu)	27
8. ábra – Lézeres sütő-hőmérő (Forrás: www.adapter.hu)	27
9. ábra – A környezeti és a felületi hőmérséklet változása az idő függvényében (Forrás: saját diagram).....	28
10. ábra – digitális maghőmérő (Forrás: www.alza.hu)	29
11. ábra – pH mérő készülék (Forrás: www.palinkaust.hu)	30
12. ábra – a teszteléshez használt vércukorszintmérő szett (Forrás: www.pingvinptika.hu) ..	31
13. ábra - A teljes sütési elkészítés folyamatábrája	35
14. ábra – szénhidrátcsökkentett kovászos kenyér és a szénhidrátcsökkentett élesztős kenyér pH értékének összehasonlítása (Forrás: saját fotó)	36
15. ábra – a penészesedési teszten készült fotók 0, 1, 2, 3, 4, és 5 nap elteltével	37
16. ábra – az érzékszervi tesztet megelőzően készült fotó A minta – saját készítésű, szénhidrátcsökkentett kenyér B minta – Lipóti vadkovászos vekni C minta – Lipóti félbarna kenyér (Forrás: saját fotó).....	40
17. ábra – a vizsgálat eredményeinek diagramos megjelenítése (Saját diagram).....	45
18. ábra – A laborteszt vércukorszint eredményeinek diagramos megjelenítése (Saját diagram).....	48
19. ábra - A laborteszt inzulinszint eredményeinek diagramos megjelenítése.....	48
20. ábra - A laborteszt inzulinszint eredményeinek diagramos megjelenítése, alsó tartomány részletkivágás (Saját diagram)	48

8.2 Táblázatjegyzék

1. táblázat – Az I-es és II-es típusú cukorbetegségek különbségei (Forrás: https://www.diffen.com/difference/Type_1_Diabetes_vs_Type_2_Diabetes).....	18
2. táblázat – a felhasznált alapanyagok tápértéke (saját táblázat)	38
3. táblázat – a kenyér teljes, és 100 grammra fajlagosított tápértékének kalkulációja (saját táblázat)	38
4. táblázat – tápérték összehasonlítás a saját fejlesztésű kenyér és a Lipóti Félbarna Kenyér között (Forrás: saját táblázat)	39
5. táblázat - tápérték összehasonlítás a saját fejlesztésű kenyér és a Lipóti Vadkovászos vekni között (Forrás: saját táblázat)	39
6. táblázat – az érzékszervi teszt ANOVA varianciaanalízis eredményei.....	42
7. táblázat – összehasonlító táblázat az elfogyasztott minták tápérték-tartalmáról (Saját táblázat)	44
8. táblázat – a teszt során feljegyzett vércukorszint-értékek a két vizsgált minta esetében (Saját táblázat).....	44
9. táblázat – labor teszt szerinti vércukorszint eredmények (Saját táblázat).....	47
10. táblázat – labor teszt szerinti inzulinszint eredmények (Saját táblázat)	47
11. táblázat – a kenyérsütés teljes költsége az alapanyag árak és az energiafelhasználás figyelembevételével (saját táblázat).....	51

9. Köszönetnyilvánítás

Úgy gondolom, hogy az egyetemi évek sikeres zárása egy olyan hosszútávú egyéni sporthoz hasonlítható, amelyben a sportember támogatók, segítők, tanácsadók és hátország nélkül épp annyira lenne elveszett, mint egy csapatsportot űző egyén csapattársak nélkül. Ehhez mértelen végtelen hálával tartozom néhány embernek, akik nemcsak a szakdolgozat megírásában segítettek, hanem az elmúlt 4 évben támogattak abban, hogy levelezős hallgatóként is teljes szívvel és odaadással próbálhassak úgy teljesíteni, hogy a végén büszkén tekinthessek végig a sokszor nehézségekkel fűszerezett időszakon.

Először is köszönöm Kóczán Györgyné Dr. Manninger Katalinnak az elmúlt időszakban kapott mérhetetlen mennyiségű segítséget. Szakmaisága és odaadása engem is magával ragadott a téma kapcsán, elismerő biztatása pedig nemcsak végtelenül jólesett, hanem nagyban hozzájárult ahhoz, hogy ez a dolgozat ebben a formában születhessen meg.

Köszönöm Szamos Beátának, aki nemcsak tanácsaival, biztatásával és a belém vetett hitével támogatott, hanem elsöprő lelkesedéssel vetette alá magát a kenyérem tesztelésének, és járt laborvizsgálatokra annak érdekében, hogy releváns adatokkal segítse a dolgozatom hitelességét.

Köszönöm Tóth Ádámnak, aki az elmúlt években számtalanszor szakított időt és energiát arra, hogy emlékeztessen, az értékes dolgokat soha nem adja az élet könnyen, a célok eléréséhez vezető út pedig a legkritkább esetben könnyű és kikövezett. Kemény szavakkal, de mégis mentor értékkel adott iránymutatást számomra, amire pontosan szükségem volt ahhoz, hogy a céljaimat ki merjem tűzni és el tudjam érni.

Végezetül pedig a legmélyebb hálám Mohácsi Zitának szól, aki nemcsak támogató feleségként indított el ezen az úton és biztatott az elmúlt években, hanem felemelt a legnehezebb percekben, mellettem állt a legkétségesekkel telibb időszakokban, és mindezek alatt képes volt helyettem is ott lenni a gyermekeinknek, mikor én a saját tanulmányaim miatt nem lehettem színen. Egy életen át hálás leszek azért, hogy mindezt lehetővé tette, és őszintén remélem, hogy képes leszek majd egyszer viszonzni mindezt.

10. Mellékletek

	A	B	C		A	B	C
	9	10	6		10	10	8
	10	7	3		10	6	5
	10	10	8		10	10	7
	10	10	10		10	10	10
	8	8	8		8	8	8
	10	5	5		10	4	2
	10	5	3		10	7	4
	8	6	9		5	10	7
	4	4	2		4	4	2
	9	8	6		9	7	6
	10	9	5		10	10	4
	8	9	5		9	8	6
	10	10	7		10	10	4
	8	6	10		8	9	10
	3	10	8		2	7	4
	10	8	4		10	5	1
	10	10	6		9	10	9
	7	8	5		7	8	9
	8	7	7		8	6	6
	10	7	3		10	8	2
Hány pontra értékelnéd a kenyér küllemét?	10	9	4	Hány pontra értékelnéd a kenyér állagát?	10	10	6
	10	10	4		10	6	3
Összesen	192	176	128	Összesen	189	173	123
Szórás	1,96	1,90	2,32	Szórás	2,24	2,05	2,72
Átlag	8,73	8,00	5,82	Átlag	8,59	7,86	5,59
	A	B	C		A	B	C
	10	10	7		10	10	8
	10	9	6		10	8	4
	9	10	7		9	10	7
	10	10	9		10	10	9
	9	9	9		8	8	8
	10	4	2		10	4	2
	10	8	4		10	8	4
	10	4	8		6	8	7
	4	3	2		4	3	2
	9	9	8		10	7	3
	10	9	3		9	8	6
	9	8	7		10	8	4
	9	9	3		9	8	7
	10	7	9		9	9	3
	7	9	6		9	7	10
	10	8	4		6	8	6
	10	10	10		10	8	4
	8	8	9		9	10	9
	8	8	8		7	8	9
	10	6	2	Összességében hány pontra értékelnéd a kenyér ízét?	10	7	3
Hány pontra értékelnéd a kenyér ízét?	10	9	6	Összességében hány pontra értékelnéd a kenyér állagát?	10	9	5
	8	3	3		8	6	7
Összesen	200	170	132	Összesen	193	172	127
Szórás	1,44	2,27	2,67	Szórás	1,66	1,76	2,49
Átlag	9,09	7,73	6,00	Átlag	8,77	7,82	5,77
	A	B	C		A	B	C
A				Szórások átlaga	1,83	2,00	2,55
A							
B							
B							
A							
A							
A							
B							
A							
A							
A							
B							
A							
A							
B							
A							
B							
C							
A							
B							
A							
Ha ugyanazon az áron volna elérhető mind a 3, melyiket választanád?							
A Darab	14	63,64%					
B Darab	7	31,82%					
C Darab	1	4,55%					

NYILATKOZAT

Mohácsi Csaba (hallgató Neptun azonosítója: **HEFYH_**) 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 nem^{*3}

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.

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: Mohácsi Csaba
A Hallgató Neptun kódja: HEFYH
A dolgozat címe: Insulinrezisztenciára illesztett pékáru fejlesztése
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. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

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

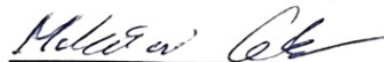
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

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

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

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

Kelt: 2025 év 10. hó 22. nap



Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Mohácsi Csaba
Neptun-kódja:	HEFXYH
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:	Inzulínrezisztenciára illesztett pékáru fejlesztése

* 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 korrektúra, 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 fentiekben 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 illeszttem. 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

.....
Melán Csé

Hallgató aláírása

.....
K. G. dr.

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.