

# SZAKDOLGOZAT

Kocsis Nikoletta

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet alapképzési szak

# **Különböző gabonákból készült vadkovászok összehasonlító elemzése**

Belső konzulens:

**Kóczán Györgyné Dr. Manninger Katalin**

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

Külső konzulens:

**Dr. Mihály-Langó Bernadett**

*Gabonakutató, Gabonaminőségi Laboratóriumi vezető*

Készítette:

**Kocsis Nikoletta**

*IV. évfolyamos élelmiszermérnök hallgató*

Budapest

2024

# Tartalomjegyzék

|                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Bevezetés és célkitűzés.....</b>                                | <b>5</b>  |
| <b>2. Szakirodalmi áttekintés.....</b>                                | <b>7</b>  |
| <b>2.1 A gabonafélék jelentősége.....</b>                             | <b>7</b>  |
| 2.1.1 Búza.....                                                       | 7         |
| 2.1.2 Rozs.....                                                       | 7         |
| 2.1.3 Triticálé.....                                                  | 8         |
| 2.1.4 Színes búzák (kék és bíbor).....                                | 8         |
| <b>2.2 A kovászos kenyerek története.....</b>                         | <b>9</b>  |
| <b>2.3 Kovászok különböző típusai.....</b>                            | <b>11</b> |
| <b>2.4 A vadkovász kultúra mikroflórája.....</b>                      | <b>13</b> |
| <b>2.5 A vadkovászos technológia lépései, folyamatai.....</b>         | <b>15</b> |
| 2.5.1 Alapanyagok kimérése.....                                       | 15        |
| 2.5.2 Vadkovász előkészítése.....                                     | 15        |
| 2.5.3 Autolízis.....                                                  | 15        |
| 2.5.4 Tészta dagasztása.....                                          | 16        |
| 2.5.5 Só hozzáadása.....                                              | 16        |
| 2.5.6 Tészta érlelés.....                                             | 16        |
| 2.5.7 Tészta formázás.....                                            | 16        |
| 2.5.8 Kelesztés.....                                                  | 17        |
| 2.5.9 Bemetszés.....                                                  | 17        |
| 2.5.10 Sütés.....                                                     | 17        |
| <b>2.6 A fruktán jellemzői.....</b>                                   | <b>17</b> |
| 2.6.1 Fruktán élettani hatása.....                                    | 18        |
| 2.6.2 A FODMAP diéta.....                                             | 20        |
| 2.6.3 Fruktán mennyisége gabonafélékben.....                          | 21        |
| <b>3. Anyagok és módszerek.....</b>                                   | <b>23</b> |
| <b>3.1 A vadkovászok elkészítése.....</b>                             | <b>23</b> |
| 3.1.1 Felhasznált alapanyagok.....                                    | 23        |
| 3.1.2 Elkészítés menete.....                                          | 23        |
| <b>3.2 Vadkovászos technológiával készült kenyerek készítése.....</b> | <b>25</b> |
| 3.2.1 A felhasznált alapanyagok.....                                  | 25        |
| 3.2.2 Elkészítés menete.....                                          | 25        |
| 3.2.3 A kenyerek fizikai tulajdonságainak vizsgálata.....             | 27        |

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| <b>3.3 A kenyerek fruktán tartalmának meghatározása</b> | 27 |
| 3.3.1 Előkészítés                                       | 27 |
| 3.3.2 Mérés menete                                      | 28 |
| 3.3.3 Vizsgálati módszer                                | 29 |
| <b>3.4 HPLC-MS mérés</b>                                | 32 |
| 3.4.1 Minták extrakciója                                | 33 |
| 3.4.2 HPLC-MS analízis:                                 | 33 |
| <b>3.5 Statisztikai elemzés</b>                         | 33 |
| <b>4. Eredmények és kiértékelésük</b>                   | 34 |
| 4.1 Vadkovászok összehasonlítása                        | 34 |
| 4.2 Vadkovászos kenyerek összehasonlítása               | 35 |
| 4.3 Fruktán mérés eredményei                            | 37 |
| 4.4 HPLC-MS mérés eredményei                            | 38 |
| 4.4.1 Monoszacharidok                                   | 38 |
| 4.4.2 Diszacharidok                                     | 39 |
| 4.4.3 Összes cukor változása                            | 40 |
| <b>5. Összefoglalás</b>                                 | 42 |
| <b>6. Köszönetnyilvánítás</b>                           | 44 |
| <b>7. Irodalomjegyzék</b>                               | 45 |
| <b>8. Ábrák és táblázatjegyzék</b>                      | 48 |
| 8.1 Ábrák jegyzéke                                      | 48 |
| 8.2 Táblázat jegyzéke                                   | 48 |

# 1. Bevezetés és célkitűzés

A gabonafélék a legnagyobb területen termesztett szántóföldi növények világviszonylatban és Magyarországon is. Évezredek óta az emberiség legfontosabb tápanyagforrásai, főként szénhidrátokat, fehérjéket, élelmi rostokat és vitaminokat tartalmaznak. Szemtermésük energiában gazdag, jól tárolhatók, könnyen szállíthatók viszonylag egyszerűen feldolgozhatók és sokféleképpen felhasználhatók.

Napjainkban a tudatos táplálkozás és az egészséges életmód egyre fontosabbá válna. Ebben a kontextusban egyre nagyobb figyelmet kapnak az alternatív kenyérfélék, különösen a vadkovászos technológiával készült kenyerek. A vadkovászos kenyérlisztből, vízből és sóból készül, amelyet tejsavbaktériumokkal és vadélesztőgombákkal fermentálunk. Az vadkovász mikrobiótáját a tejsavbaktériumok uralják és a vadélesztővel együtt kulcsszerepet játszanak a kenyértészta erjesztésében. A táplálékért való versengés helyett összedolgoznak, hogy megvédjék az ökoszisztémájukat más hivatlan baktériumokkal szemben. A tejsavbaktériumok szerves savakat termelnek, amelyek savanyítják a tésztát, így módosítják a kenyér ízét, tápértékét és emészthetőségét. A vadélesztőgombák termelik a szén-dioxidot, amitől a kenyér könnyű és levegős lesz, továbbá más melléktermékeket is előállítanak, amelyek hozzájárulnak az íz karakterisztikájának kialakításához.

A gabonákból származó vadkovászos kenyerek nem csupán ízletes és karakteres jellegűek, hanem számos pozitív tulajdonságot hordoznak magukban. A technológia során a kenyér készítés hosszabb időt vesz igénybe, ezáltal a tészta természetes erjedési folyamatai jobban kibontakozhatnak, így gazdagítva a kenyeret vitaminokkal, ásványi anyagokkal és biotikumokkal. A vadkovással készült termékek nemcsak táplálók, hanem a szervezet számára könnyebben emészthetők is. A jótékony hatásuk révén hozzájárulnak az emésztési folyamatok optimalizálásához és az immunrendszer erősítéséhez. A probiotikumok segítik a bélflóra egyensúlyának fenntartását, így hozzájárulnak az egészséges emésztéshez és a szervezet általános jóllétéhez. A hosszú fermentáció alkalmazásának köszönhetően a kenyerek fruktán tartalma csökkenhet, így javul a termék emészthetősége és alkalmasak lehetnek a FODMAP diétában is. Továbbá jobb, hosszabb eltarthatósággal jellemezhetők, mivel a romlást okozó baktériumok és penészgombák növekedése gátolva van a termékekben. A kenyér íze és állaga jelentősen függ a liszt fajtájától, a tészta hőmérsékletétől és a fermentáció hosszától.

Magyarországon az élelmiszerekre vonatkozó előírásokat a Magyar Élelmiszerkönyv szabályozza. Ennek értelmében a kovász lisztből, vízből és élesztőből készül. A kézműves pékségek azonban gyakran kihagyják az élesztőt és ezt a kovászt vadkovásznak nevezik megkülönböztetésképpen. A kézműves pékségek leginkább rozs gabonából készült vadkovászt készítenek és használnak fel, mivel a teljes kiőrlésű rozsliszt felületén vannak a legideálisabb baktériumok és gombák, továbbá stabilabb és hamarabb készülnek el. A teljes kiőrlésű rozsból készült kovász több ideig aktív, mint a fehér lisztből készült kovász.

Az utóbbi években egyre növekszik az érdeklődés a különböző gabonafajtákból készült vadkovások mikrobiológiai és tápanyagtartalmi összehasonlítására. Ezért kutatómunkám célkitűzései a következők:

- rozs, búza, tritikálé, kék búza és bíbor búza felhasználásával készült vadkovások aktivitásának összehasonlítása és megfigyelése,
- vadkovászos technológiával készült kenyerek fizikai tulajdonságainak vizsgálata és összehasonlítása,
- a hosszú fermentációs idővel készült kenyerek fruktán és cukrok tartalmának mérése a végtermékekben.

## 2. Szakirodalmi áttekintés

### 2.1 A gabonafélék jelentősége

A gabonafélék kifejezés a „*cerealis*” latin szóból ered és a pázsitfűfélék (*Poaceae*) családjából származik. Különböző országokban számos gabonafélét termesztnek, mint például a rozst, zabot, kukoricát, árpát, tritikálét, cirkot és kölest. Világviszonylatban a búza és a rizs a legfontosabb növény, amely több mint 50%-át adja a világ gabonatermelésének. A gabonafélék és a gabonatermékek fontos forrásai az energia, szénhidrát, fehérje és rost szempontjából, továbbá számos mikroelemeket tartalmaznak, például E-vitamint, különböző B-vitaminokat, magnéziumot és cinket (McKevith 2004). Ezenfelül fontos forrásai az olyan fitokemikáliáknak, mint a fenolok, flavonoidok, antocianinok, fitoszterolok, karotinoidok, polikozanolok és foszfolipidok, amelyek csökkentik a krónikus betegségek kialakulásának kockázatát és segítik a rákmegelőzést (Saldivar 2016).

#### 2.1.1 Búza

A búza (*Triticum*) a gabonafélék közül a legnagyobb termőterületen termesztett növény a világon (230-250 millió ha) és Magyarországon is (~1 millió ha). Az évente megtermelt mennyiség a világon kb. 600 millió tonna. Termesztésének legnagyobb jelentősége, hogy fehérjéinek 90%-a vízben nem oldható siker, ami alkalmassá teszi a jó minőségű kenyérfélék és tésztafélék készítésére (Varga és Györéné, 2008). A teljes kiőrlésű búzatermékek fogyasztása jelentős növekedésen ment keresztül az egészségtudatosságra irányuló fokozott hangsúly miatt. Ebből készült termékek fogyasztása számos esszenciális tápanyagot biztosít az emberi szervezet számára, beleértve a szénhidrátokat, fehérjét és élelmi rostokat (Zhao és mtsai 2024).

A vetési idő szerint megkülönböztetünk: őszi és tavaszi búzát. Hazánkban elsősorban az őszi búzafajtákat termesztik, mert a tavaszinak jóval kisebb a terméshozama és minősége is gyengébb (Varga és Györéné, 2008).

#### 2.1.2 Rozs

Európában ősidők óta termesztik a rozst (*Secale cereale*). Világviszonylatban Európa adja a rozstermelésnek több mint 85%-át, beleértve a vezető rozstermelő országokat: Németország, Lengyelország, Oroszország, Fehéroroszország és Dánia. A kedvezőtlen

időjárási és talajviszonyokkal szemben kiemelkedő tűrőképességgel rendelkező gabonanövény. Téli növényként termesztik, kora ősszel vetik és nyár elején betakarítják. A betakarított rozsszemek nagy részét kenyérsütésre használják fel, de alkohol előállítására és állati takarmányként is alkalmazzák. A búza után a kenyér és péktermékek egyik legfontosabb alapanyaga, mely az élelmi rostok és a bioaktív vegyületek egyik legkiválóbb forrása. A rozs vitamin és ásványi anyag-összetétele más gabonafélékhez hasonló, jó foszfor-, kálium- és magnéziumforrás, valamint B-vitaminokban bővelkedik. Továbbá a rozs általában magasabb vas-, cink-, mangán és réztartalommal rendelkezik (Németh és Tömösközi 2021).

### 2.1.3 Tritikálé

Az elmúlt évtizedekben a tritikálé (*Triticosecale*) világszerte népszerűségnek örvend, különféle környezeti feltételek mellett termesztett növény. A legnagyobb termelői közé tartozik Lengyelország, Németország, Franciaország, Spanyolország és Fehéroroszország. A tritikálé, a rozs és a búza keresztezésével kifejlesztett hibrid gabona, amely mindkét szülő értékes tulajdonságait egyesíti (Fras és mtsai 2016). Neve a búza (*Triticum*) és a rozs (*Secale*) latin nevének kombinációjából ered. A rozs és búza gének miatt a tritikálénak nagyon jó stressztűrő képessége van, kiemelkedő abiotikus és biotikus rezisztenciával rendelkezik. Ez a gabona elsősorban az állattenyésztésben használatos takarmányként ismert, de az utóbbi években az élelmiszeriparban is népszerűségnek örvend (Mergoum és mtsai 2009). Élelmi rosttartalma hasonló a búzáéhoz, azonban nagyobb oldható frakcióval rendelkezik, különösen a vízzel kivonható arabinoxilánokkal. Ezek a komponensek a vízben oldódva viszkózus tulajdonságot mutatnak. A tritikálé emellett számos antioxidáns hatású anyagot tartalmaz, mit például fenolok, alkilrezorcinek, fitoösztrogének, valamint különböző vitaminokat és mikroelemeket is (Fras és mtsai 2016).

### 2.1.4 Színes búzák (kék és bíbor)

A színes gabonaszemek az utóbbi időben nagy érdeklődést váltottak ki az élelmiszeriparban. Az antocianinok a hidrofíl flavonoidok csoportjába tartoznak és a gabonákban, zöldségekben és gyümölcsökben például a kék, ibolya és a piros színekért felelősek (1.ábra). Az antocianinok antioxidáns potenciát mutattak, mint „*in vitro*” és „*in vivo*” kísérletek során. A magas antocianin tartalmú élelmiszerek fogyasztását összefüggésbe hozták a krónikus betegségek alacsonyabb kockázatával. Egészségügyi szempontból számottevő jelentősége van a színes búzáknak, viszont a hagyományos búzákkal ellentétben nincs akkora terméshozama (Francavilla és Joye, 2020).



A hazánkban termesztett bíbor és kék búza genotípusok (1. ábra) is fontos beltartalmi összetevőkkel rendelkeznek, például antocianinok. A bíbor genotípusok antocianin tartalma főként a maghéjban található, míg a kék genotípusok a szem aleuron rétegében. Ennek következtében a teljes őrlemény használata a legideálisabb a színek komponensek megőrzése szempontjából. A kék genotípusokban lévő színanyag mennyisége lényegesen magasabb, mint a bíbor változatokban és összehasonlítva a közönséges malmai búzákkal szemben alig találhatók meg (Ács és Matuz, 2018).

**1. ábra Kék és bíbor búza** (Forrás: saját)



## **2.2 A kovászos kenyerek története**

A kovász és a felhasználásával készült pékáruk története végig követi az emberi civilizáció fejlődését az agrárgazdálkodás kezdetétől egészen napjainkig. A kovászos kenyér és más gabonákból készült pékáruk olyan élelmiszerek, amelyek számos ismeretet foglalnak magukba, kezdve a mezőgazdasági gyakorlatoktól és technológiai folyamatoktól egészen a kulturális örökségig. A kenyér szorosan kapcsolódik az emberi megélhetéshez a mérsékelt éghajlaton és szoros köteléket képez a hagyományokkal, a civil társadalom gyakorlataival és a vallással is (Cappella és mtsai 2023).

A kovászos kenyér készítésének eredete az ókori Egyiptomba Kr.e. 3000 körülre vezethető vissza és innen fokozatosan terjedt el Európába, beleértve az ókori Görögországot és a Római Birodalmat. Az ókori Egyiptomban a Nílus folyó völgyében termesztett búza és

más gabonaféléket használtak a kovászos kenyér előállítására, amit alátámaszt a kiszáradt kenyerek felfedezése és a falfelvételek számos képe a kenyérsütés folyamatáról az ősi sírokban. Az ókori görögök Szicíliából és Egyiptomból importálták búzadarát, így az egyiptomiakkal folytatott folyamatos kereskedelem lehetővé tette számukra, hogy megismerjék a kovászos kenyereket. A savanyú kovászos kenyér technológiája a kolostorokban a XII. századig fennmaradt, amikor a pék szakma megjelent Franciaországban. A középkor után a kenyér technológiája más irányt vett, különösképpen Észak-Európában, ahol a sörfőzdék széles körben elterjedtek, a sörfőzés során nyert sörélesztőt a kovász helyettesítésére használták a kenyér készítés során.

A XIX. századtól kezdve a pékek túlnyomó többsége az élesztőt alkalmazta a kenyérfőzés során, szinte teljesen felváltva a hagyományos kovászt. Az élesztő elterjedt használatát az indokolta, hogy úgy hitték jobban megfelel a modern sütési folyamatok követelményeinek, azaz gyors és egyszerű kenyérfőzési folyamat, valamint a gépesített kenyérgyártáshoz való alkalmazkodás. Mivel a kovászos kenyér sütése időigényes és hosszú érjedési időt igényel.

Az elmúlt évek során a kovászos kenyér újra növekvő népszerűségnek örvend, elsősorban azért, mert karakteres ízű, magas tápértékű, egészséges tulajdonságokkal rendelkezik, hosszabb eltarthatóságú és kevesebb adalékanyagot tartalmaz (<https://ckgartisan.hu/portfolio/kovaszos-kenyer-eredete/>).

## **2. ábra Vadkovászos technológiával készített kenyér (Forrás: saját)**



Világszerte többféle kovászos kenyeret gyártanak, a legtöbbet Európában és a mediterrán térségében, de számos más típus is elérhető Észak-Amerikában. A san francisco-i kovászos kenyér a legismertebb fajta, amelyet jelenleg az Egyesült Államokban készítenek. A mediterrán térségben a kovászos kenyérsütés főleg a kisüzemi pékségeket érinti. Észak-Európában különösen a rozsliszttel való sütés során alkalmazzák a kovászt, valamint Németországban, a balti államokban és Oroszországban, továbbá az Egyesült Államokban is gyakran alkalmazzák (<https://ckgartisan.hu/portfolio/kovaszos-kenyer-eredete/>).

## 2.3 Kovászok különböző típusai

A kovász élesztők és tejsavbaktériumok által erjesztett lisztből és vízből készült tészta, amelyet a sütőipari termékek előállításához használnak kelesztőként. Általában rozs- vagy búzalisztet használnak, bár más lisztfajták is használhatók a kovász előállításához és szaporításához, mint például, quinoa, amaránt, hajdina és chia (Siepmann és mtsai 2018). A kovászos technológiát az egyik legrégebbi biotechnológiai eljárásnak tekintik, amelyet gabonaalapú élelmiszerek előállítására használtak még a kereskedelmi élesztőgyártás előtt (Chavan és Chavan 2011). Kezdetben még a lisztben vagy más nyersanyagokban található mikroorganizmusok spontán fermentációjával állították elő. A spontán erjedés közel egy hétig tart és a leggyakrabban azonosított tejsavbaktériumok a *Lactobacillus sanfranciscensis*, *Lactobacillus plantarum* és a *Weissella cibaria*, valamint a *Saccharomyces cerevisiae*, a *Kazachstania humilis* és a *Candida exigua* élesztőgombák (Siepmann és mtsai 2018).

Technológiai szempontból a kovászokat 3 különböző típusba sorolhatjuk (**3. ábra**):

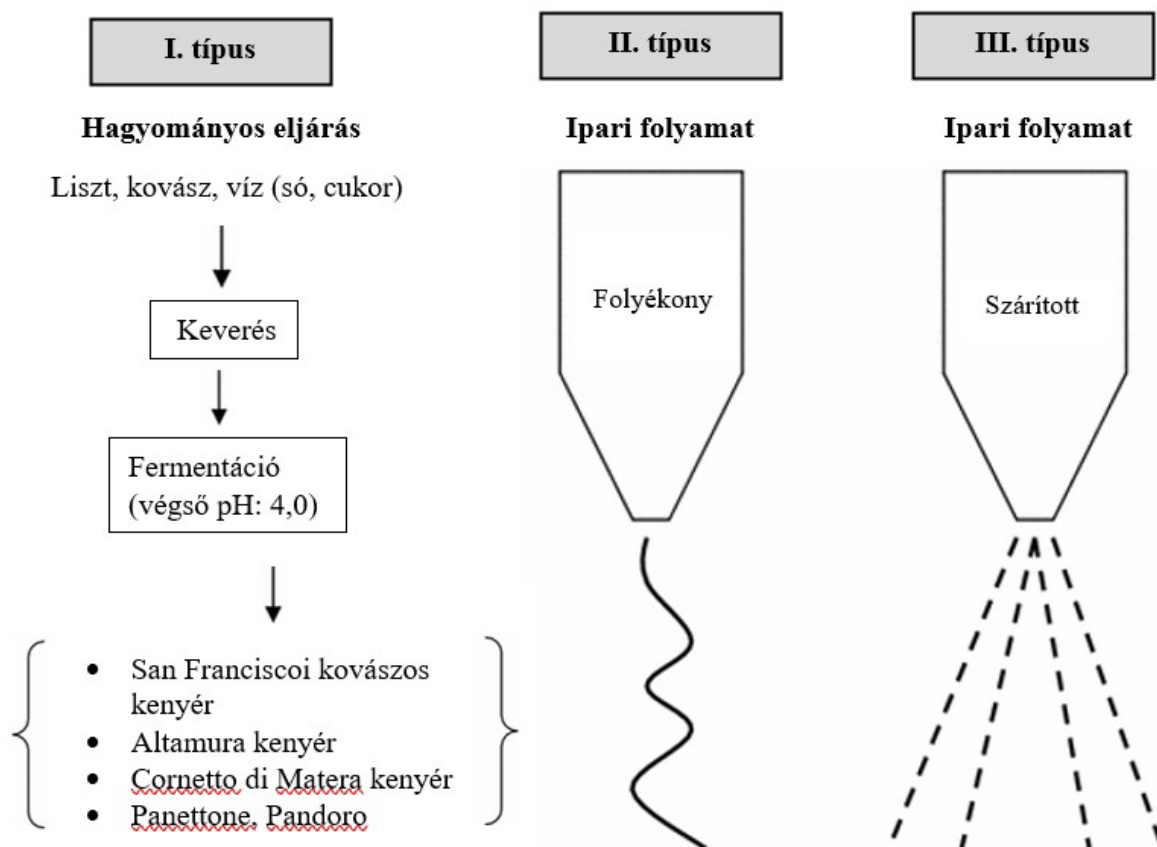
**I. típus:** A hagyományos módszerrel készült kovászokat a mikroorganizmusok folyamatos szaporítása jellemzi, amelynek célja a mikroorganizmusok aktív állapotban történő tartása, amit a magas metabolikus aktivitás jelez, mindenekelőtt a kelesztés, vagyis a gáztermelés tekintetében (Yazar és Tavman 2012). Általában háromfokozatú fermentációt alkalmaznak és szobahőmérsékleten (20-30 °C) hajtják végre. A tészta elkészíthető lisztből és vízből, illetve más mikroorganizmusban gazdag nyersanyag hozzáadásával, mint például gyümölcsök, joghurt (Siepmann és mtsai 2018).

**II. típus:** Ipari kovászt használnak fel az erjedés megindítására. Az ilyen típusú kovászoknak a folyékony állaga miatt egyszerű a használata. A hosszú erjedési idő (2-5 nap) és magasabb fermentációs hőmérséklet (>30 °C) jellemző a folyamat felgyorsítása érdekében (Yazar és Tavman 2012). Ezek a kovászok magas savtartalmat mutatnak (pH <3,5) 24 óras

erjesztés után. Az ilyen típusú kovászokban az indítókultúrákat 100:1 tejsavbaktérium arányban adják az élesztőhöz. Az indítókultúra dominálhatja vagy gátolhatja a tészta mikrobiotájának növekedését, mivel nagy koncentrációban került hozzáadása.

**III. típus:** A folyamat során szárított kovászt használnak fel, mely segítségével egyenletes minőségű végterméket képesek előállítani. A szárítási folyamat történhet porlasztva szárítással vagy a dobszáritás módszerével, így a kovász hosszabb eltarthatóságát eredményezi. Csakúgy, mint a II-es, és a III-as típusú tésztákhoz, itt is sütőélesztő szükséges a kelesztéshez. A kenyérsütés során a szárított kovászt savasítóként és aromahordozóként használják fel (Vuyst és Neysens 2005).

### 3. ábra Különböző kovászos technológia eljárások (Yazar és Tavman 2012)



## 2.4 A vadkovász kultúra mikroflórája

A vadkovász egy olyan kultúra, amelyben számos tejsavbaktérium, élesztőgomba és ecetsavbaktérium megtalálható. A tejsavbaktérium és élesztőgomba aránya a kovászban általában 100:1, míg a tej- és ecetsavbaktérium aránya 3:1 (Vuyst és Neysens 2005). Ezek az élő organizmusok szimbiotikus kapcsolatban állnak egymással, így összehangolt módon működnek a kovász kialakításában (Yazar és Tavman 2012). Minden kovászban más-más tejsavbaktérium és élesztőgomba faj található, amelyek sokfélesége a liszt és víz típusától, a feldolgozási környezettől és a különféle folyamatparaméterektől függ, mint például a hőmérséklet, az erjesztési idő és a kovász frissítésének száma (Palla és mtsai 2020.)

Különböző élesztőfaj található a kovászban, ezek közül a legelterjedtebbek a *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces exiguus*, *Candida milleri*, *Pichia norvegensis*, *Hansenula anomala* és a *Candida krusei* (Yazar és Tavman 2012). Az élesztőre jellemző, hogy anaerob és aerob feltétel mellett képes élettevékenységet folytatni. Aerob körülmények között (oxigén jelenlétében) szaporodik, anaerob körülmények között (oxigén jelenléte nélkül) alkoholos erjedésen megy keresztül. Elsősorban az alkoholok erjedésben játszanak szerepet, amely során a cukrok alkoholokká és széndioxiddá alakulnak. Ennek következtében a tészta térfogata növekszik. Továbbá az erjesztés során számos mellékterméket is termelnek, amelyek hozzájárulnak a kapott kenyér ízéhez (Valmorri és mtsai. 2010).

A fermentált élelmiszerek többségében a homofermentatív tejsavbaktériumok játszanak fontos szerepet, míg a kovászban a heterofermentatív tejsavbaktériumok dominálnak. Ezek közül a leggyakoribbak a *Lactobacillus* törzsek, mint a *Leuconostoc*, *Weissella* és *Pediococcus* fajok, ritkán előfordulnak *lactococcusok*, *enterococcusok* és *streptococcusok* (Vuyst és Neysens 2005). A tejsavbaktériumok szerves savakat termelnek, így módosítják a kenyér tápértékét, ízét és az emészthetőségét. A heterofermentatív baktériumok szintén hozzájárulnak a tészta kelesztéséhez, de a kelesztés aktivitása leginkább az élesztő anyagcseréjén múlik (Sánchez-Ádriá és mtsai 2023). A heterofermentatív savtermelő baktériumok a tejsav mellett ecetsavat is termelnek. Ha melegebb és hígabb a kovász akkor több tejsav termelődik, viszont, ha hűvösebb és keményebb a kovász akkor több ecetsav termelődik (Yazar és Tavman 2012).

A kovászban található mikroorganizmusok, különösen a tejsavbaktériumok és élesztőgombák helyspecifikusak lehetnek, mivel különböző földrajzi régiók eltérő mikrobiális populációval rendelkeznek (**1. táblázat**) (Huys és mtsai. 2012).

**1. táblázat Különböző országok liszt mintáiból izolált tejsavbaktériumok és élesztőgombák fajtái (Huys és mtsai. 2012)**

| Ország           | Gabonaliszt típusai | Tejsavbaktériumok                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Élesztőgombák                                                                                                                                                                                 |
|------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Olaszország      | Búza                | <i>Lb. fermentum</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. sanfranciscensis</i> , <i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Pediococcus</i> spp.                                                                                                                                                                                                                                                                         | <i>C. humilis</i> , <i>C. stellata</i> , <i>K. exigua</i> , <i>S. cerevisiae</i>                                                                                                              |
| Németország      | Búza                | <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. buchneri</i> , <i>Lb. casei</i> , <i>Lb. delbrueckii</i> , <i>Lb. fermentum</i> , <i>Lb. plantarum</i>                                                                                                                                                                                                                                                                        | -                                                                                                                                                                                             |
| Németország      | Rózsa               | <i>Lb. acidophilus</i> , <i>Lb. alimentarius</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. buchneri</i> , <i>Lb. casei</i> , <i>Lb. farciminis</i> , <i>Lb. fermentum</i> , <i>Lb. fructivorans</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. sanfranciscensis</i>                                                                                                                                                              | <i>K. exigua</i> , <i>P. kudriavzevii</i> , <i>S. cerevisiae</i>                                                                                                                              |
| Egyesült Államok | Búza                | <i>Lb. sanfranciscensis</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <i>C. humilis</i> , <i>S. exiguus (T. holmii)</i>                                                                                                                                             |
| Franciaország    | Búza                | <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. curvatus</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. rhamnosus</i> , <i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>P. pentosaceus</i>                                                                                                                                                                                                                                                               | <i>K. exigua</i> , <i>S. cerevisiae</i> , <i>T. delbrueckii</i> , <i>W. anomalus</i>                                                                                                          |
| Belgium          | Búza                | <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. buchneri</i> , <i>Lb. crustorum</i> , <i>Lb. hammesii</i> , <i>Lb. nantensis</i> , <i>Lb. rossiae</i> , <i>Lb. sakei</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. helveticus</i> , <i>Lb. paracasei</i> , <i>W. cibaria</i> , <i>W. confusa</i>                                                                                                                                        | <i>S. cerevisiae</i> , <i>K. barnettii</i> , <i>K. unispora</i> , <i>W. anomalus</i>                                                                                                          |
| Belgium          | Rózsa               | <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. hammesii</i> , <i>Lb. nantensis</i> , <i>Lb. paralimentarius</i> , <i>Lb. plantarum</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <i>S. cerevisiae</i> , <i>W. anomalus</i>                                                                                                                                                     |
| Kína             | Búza                | <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. crustorum</i> , <i>Lb. curvatus</i> , <i>Lb. fermentum</i> , <i>Lb. guizhouensis</i> , <i>Lb. helveticus</i> , <i>Lb. mindensis</i> , <i>Lb. paralimentarius</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. rossiae</i> , <i>Lb. sanfranciscensis</i> , <i>Lb. zaeae</i> , <i>Lc. lactis</i> , <i>Leuc. citreum</i> , <i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>W. cibaria</i> , <i>W. confusa</i> | <i>C. humilis</i> , <i>C. parapsilosis</i> , <i>K. exigua</i> , <i>Meyerozyma guilliermondii</i> , <i>P. kudriavzevii</i> , <i>S. cerevisiae</i> , <i>T. delbrueckii</i> , <i>W. anomalus</i> |
| Portugália       | Búza                | <i>L. brevis</i> , <i>L. curvatus</i> , <i>L. lactis</i> spp. <i>lactis</i> , <i>E. durans</i> , <i>E. casseliflavus</i> , <i>E. faecium</i> , <i>S. constellatus</i> , <i>S. equinus</i>                                                                                                                                                                                                                | <i>S. cerevisiae</i> , <i>C. pelliculosa</i>                                                                                                                                                  |
| Spanyolország    | Búza                | <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. plantarum</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <i>S. cerevisiae</i>                                                                                                                                                                          |

## **2.5 A vadkovászos technológia lépései, folyamatai**

### **2.5.1 Alapanyagok kimérése**

A kenyérsütés egyik fő tényezője a megfelelő minőségű alapanyagok kiválasztása. A megfelelő sikértartalmú liszt határozza meg a tészta nyújthatóságát, rugalmasságát, továbbá a tészta kelesztésekor a siker váz tartja meg az erjedés alatt keletkező szén-dioxidot. Kenyérsütéshez legideálisabb a BL 80 jelölésű kenyérliszt vagy a BL 112 félbarna kenyérliszt, ami több héjrészt tartalmaz a gabonaszemekből (Tóthné 2014).

Az előkészületi műveletek közé tartozik a dagasztóvíz hőmérsékletének a beállítása. A megfelelő víz mennyisége és hőmérséklete nagyban hozzájárul a kész kenyér tulajdonságaihoz (Kimbell 2018).

### **2.5.2 Vadkovász előkészítése**

A vadkovász, amely víz és liszt keverékének spontán erjedésével készül a környezetben található vadélesztőgombák és tejsavbaktériumok hatására. Ez egy élő kultúra, amely folyamatos törődést igényel és frissíteni kell liszttel és vízzel, hogy a megfelelő tápanyagpótlással biztosítsuk az erjedési ciklusokat. Az vadkovászt általában hűtőben tárolják és ebből vesznek ki egy kis mennyiségét az aktív kovász készítéséhez sütés előtt. A hűtőben tárolt vadkovászt hetente 1-2 alkalommal elegendő frissíteni (Kimbell 2018).

Az aktív kovász felhasználhatóságát több jel is mutatja. Etetés után az aktív kovász térfogata jelentősen megnő, közel a duplájára és lágy kellemes joghurtos illatú. Ha a kovász elérte a maximum térfogatát és még nem kezdett el összeesni, akkor készen áll a felhasználásra. Viszont, ha a kovász már túl érett, az aktivitása csökken, így nem biztos hogy elegendő erőt ad a tészta megfelelő kelesztéséhez (Tóthné 2014).

### **2.5.3 Autolízis**

Az autolízis egy hatékony módszer a tészta minőségének javítására és a vadkovászos kenyérbélesztés során gyakran alkalmazzák. Autolízis alatt a liszt és a víz összedolgozását követő pihentetési időszakot értjük, ami lehetővé teszi, hogy a liszt a só gátló jelenléte nélkül beszívassa a vizet és hidratálttá váljon. Ez aktiválja a benne lévő enzimeket, amik stimulálják a fehérjéket, hogy elkezdjék a gluténháló kialakulását. Az autolizált tésztával készített kenyereket könnyebb formázni, így nagyobb és jobb szerkezetet biztosít. A hűtős kelesztéshez rövidebb ideig, míg a szobahőmérsékletnél hosszabb ideig tarthat ez a folyamat (Kimbell 2018).

#### 2.5.4 Tészta dagasztása

A dagasztás során kimért alapanyagokat összekeverjük, egyneműsítjük és mechanikailag megmunkáljuk. A dagasztás módját és a használt dagasztógép típusát jelentősen befolyásolja az alkalmazott technológia. A dagasztás folyamán alakul ki a sikérháló, ami meghatározza a kenyér szerkezetét. Dagasztás során a keményítő és a cellulóz a vizet megköti és a felülete átnedvesedik. A sikérképző fehérjék a víz hatására 2-3 szorosukra duzzadnak és kialakítják a sikérhálót. A lisztben található vízoldható komponensek is, mint az ásványi anyagok, ásványi sók és a vízoldható fehérjék, melyek kolloid oldatot hoznak létre (Kimbell 2018)

#### 2.5.5 Só hozzáadása

A tészta készítés során a sót később adagoljuk hozzá, mivel befolyásolja a tészta kelesztését és a sikérhálózat kialakulását. Továbbá a só gátolja az élesztők aktivitását, így ha túl korán adjuk hozzá, lelassíthatja a kovász által elindított fermentációt (Déri 2019).

#### 2.5.6 Tészta érlelés

A kovászérlelés során lejátszódó enzimes folyamatok közül a keményítőbontás és a fehérjebontás a jelentős. Az élesztőgombák a kenyér lazítottságát és térfogatát biztosítják, a tejsavtermelő baktériumok pedig a kenyér jellegzetes ízéért és aromájáért felelősek.

Az érlelés alatt a tálban lévő tésztát egyenlő időközönként kell többször hajtogatni. Hajtogatás során a kezünket vizezzük be és nyúlunk középen a tészta alá, emeljük fel és félbe hajtva fektessük vissza. Az edényt 90 fokkal elfordítva minden oldalról végezzük el a hajtogatást. Fontos, hogy minden alkalommal gyengédebben csináljuk, hogy ne veszítsünk a tészta térfogatából. Az érlelés végén a tészta levegős és stabil. Hűtős kelesztés esetén 50%-kal, míg szobahőmérsékleten kelesztéskor pedig 60%-kal kell a térfogatnak nőnie (Kimbell 2018).

#### 2.5.7 Tészta formázás

A szobahőmérsékletű kelesztéshez egy könnyű formázásra van szüksége, míg a hűtős módszer esetén a hosszabb kelesztés miatt a tésztának erősebb és feszesebbnek kell lennie így még egyszer meg kell formázni. Még feszesebbé tehetjük a tésztát, ha széléit középre húzva össze csípjük. Formázás közben bánjunk óvatosan a tésztával. Formázzunk hosszúkás vagy



kerek kenyeret kilisztezett munkapulton, majd tegyük a kilisztezett szakajtóba illesztéssel felfelé fordítva (Kimbell 2018).

#### 2.5.8 Kelesztés

Hűtős kelesztés esetén a tészta felületét liszttel hintsük meg és takarjuk le konyharuhával. Helyezzük 8-9 °C-os hűtőszekrénybe egy éjszakán át tartó kelesztésre. A hűtős kelesztés során az élesztők és tejsavbaktériumok tevékenysége lelassul, így elősegíti a kenyér karakteresebb ízének kialakulását. Szobahőmérsékletű kelesztés esetén 20-22 °C-on kel 1-2 órán keresztül a tészta, amíg eléri a másfélszeres térfogatot (Kimbell 2018). Ha ennél magasabb a hőfok akkor hamarabb éri el másfélszeres térfogatot, viszont, ha alacsonyabb akkor több idő kell, hogy elérje a megfelelő állapotot (Tóthné 2014).

#### 2.5.9 Bemetszés

A bemetszést közvetlenül a kenyér sütőbe való helyezése előtt kell elvégezni, amikor a kenyér már megkelt. Ahhoz, hogy egyenletes vonalakat lehessen a tészta felületén ejteni, szükség van a megfelelő technikára és eszközre (Déri 2019). Egy éles pengével ejtsünk egyetlen bemetszést, hogy a penge 45 fokot zárjon be a kenyér felületével. A bemetszés egy fontos technikai lépés, mivel a sütő melegében a tészta tágul, így a kenyérnek megadja a növekedés irányát. Amennyiben nem történik bemetszés, a kenyér különböző pontjain repedések alakulhatnak ki (Kimbell 2018).

#### 2.5.10 Sütés

A sütőt előmelegítjük 240-230 °C-ra. A kenyértésztának magas hőfokra van szüksége, mivel alacsony hőfokon hosszú ideig történő sütés esetén kiszárad, elveszíti a teljes nedvességtartalmát és morzsálódni fog. A sütést érdemes gőzös légtérben végezni, főleg a sütési idő első 10-15 percében. A teljes sütési idő 500 g-os kenyér esetében 45 perc (Déri 2019).

### 2.6 A fruktán jellemzői

A fruktán fruktóz molekulákból álló oligo- vagy polimerszacharid, mely a nem-redukáló láncvégen egy glükóz egységet is tartalmaz (Lewis, 1993).

A búzában a fruktán tartalék szénhidrátként funkcionál és szerepet játszik az ozmotikus szabályzásban (Veenstra L.D. és mtsai., 2017). Emellett védi a növényi sejteket különféle

abiotikus környezeti hatásokkal szemben, mint például a fagytól és szárazságtól (Verspreet J. és mtsai., 2015).

Szerkezetük alapján a fruktánok öt típusát különböztetjük meg a glikozidos kötések szerint (Vinj I, Smeekens S, 1999). A **2. táblázatban** láthatók a fruktánok típusai, a kötések és néhány példa az adott típusra.

**2. táblázat A fruktán típusai** (Livingstone D P III, et al. 2009.)

| Típusai    | Jellegzetes fajok              | Kötések ( $\beta$ ) |
|------------|--------------------------------|---------------------|
| Inulin     | cikória, jeruzsálemi articsóka | 2-1                 |
| Leván      | csomós ebír                    | 2-6                 |
| Graminin   | búza, árpa                     | 2-1 és 2-6          |
| Neo-inulin | hagyma, spárga, perje          | 2-1                 |
| Neo-leván  | perje, zab                     | 2-6                 |

Az inulin, oligofruktóz és a frukto-oligoszacharidok (FOS) a leginkább inulin típusú fruktánok közé tartoznak, melyek pozitív egészségügyi hatással rendelkeznek (Roberfroid és mtsai., 2010). Az inulin a cikória gyökeréből izolálható, míg az oligofruktózhoz az inulin részleges hidrolízise révén juthatunk hozzá (Verspreet J. és mtsai., 2015).

A fruktánok megtalálhatók gyümölcsökben, zöldségekben, gabonafélékben, diófélékben, hüvelyesekben és egyes teákban is eltérő fruktán szinttel. Gyümölcsök közül a datolya, szilva, görögdinnye, grapefruit és füge nagyobb mennyiségben tartalmazza. Zöldségek esetében az articsóka, póréhagyma és fokhagyma. A gabonafélék közül a búza, árpa és a rozsnál jellemző 1-3 % közötti tartalommal. A hüvelyesek közül a vörösbab, sárgaborsó és a fekete babban található meg. A diófélék közül pedig a pisztáciában és a kesudióban van jelen.

A fruktánok oligoszacharidjai az oldható rostok közé tartoznak, ami miatt növekvő tendencia figyelhető meg élelmiszerekhez történő adagolásukban. A fruktánokat funkcionális összetevőként tekintik, mivel növelik az élelmiszer rosttartalmát. A magasabb rosttartalommal rendelkező élelmiszerek számos pozitív hatást fejtenek ki a szervezetben. A fermentálható rost segíti a bélbaktériumok szaporodását, így prebiotikumként működnek (<https://www.healthbenefitstimes.com/nutrition/fructan/>).

### 2.6.1 Fruktán élettani hatása

A fruktán a növényekben fontos élettani funkciót tölt be és fogyasztása számos egészségügyi előnnyel jár az emberi szervezet számára. Ugyanakkor a szervezet nem képes lebontani a fruktánt, ezért az emésztetlenül halad át a vékonybélben és jut el a vastagbélbe (Veenstra L.D. és mtsai., 2017).

Az emberi szervezet csak korlátozott mértékben képes lebontani ezeket az oligo- vagy poliszacharidokat a vékonybélben és mindössze a fruktán 5-15%-át tudja felszívni. Ennek az oka, hogy az emberi szervezet nem rendelkezik a glikozidos kötések teljes lebontásához szükséges enzimekkel (Fredewa A., Rao S.S.C., 2014). A vastagbélbe érkező fruktánt a bélbaktériumok fermentálják, különösen a *Bifidobacteria* és a *Lactobacillus* törzsek, amelyek elősegítik a jótékony baktériumok szaporodását. A fruktánok nemcsak prebiotikumként és ételmi rostként funkcionálnak, hanem támogatják az egészséges bélműködést. Emellett úgy vélik, hogy a fruktánok az immunrendszer támogatásában is szerepet játszanak (Veenstra L.D. és mtsai, 2017).

Bár ezeknek a szénhidrátoknak számos egészségügyi előnyt tulajdonítanak, egyeseknél emésztőrendszeri problémát is okozhatnak (Muir J.G. és mtsai 2007). Az erre érzékenyek többsége a szakirodalom által meghatározott, úgy nevezett nem cöliákias gluténérzékenyek (NCGS) csoportjába tartoznak. Rájuk jellemző, hogy glutén tartalmú étel fogyasztása egészségügyi problémákat okoz, kiváltó okként azonban sem autoimmun, sem allergia nem diagnosztizálható. Ebbe a csoportba tartoznak az irritábilis bél szindrómában (IBS) szenvedők, akiknél a gluténmentes diéta jelentősen csökkentheti vagy akár teljesen megszüntetheti a tüneteket. Ausztrál kutatók fedezték fel, hogy az IBS-ben szenvedők tüneteit valójában nem a glutén fehérje alkotói, hanem a FODMAP (fermentable oligoszacharids, diszacharids, monoszacharids and poliszacharids) szénhidrát alkotók okozzák. Ezek a vegyületek a vastagbélbe kerülve abnormális fermentációs folyamatokat indítanak el, melyek hasgörcsöt, puffadást, hasmenést vagy székrekedést eredményeznek (Ács K. és mtsai 2019).

A különböző élelmiszerek eltérő mennyiségű fruktánt tartalmazhatnak. A főzés, gyártás, finomítás, valamint az ételek fermentálása módosíthatja a FODMAP tartalmat és így a fruktán szintjét is. Például a tönkölyből készült kovászos kenyér alacsonyabb FODMAP szinttel rendelkezik. A fruktánszint változásának másik példája a gyümölcsök szárítása. A szárítás folyamata során a gyümölcsben lévő cukrok koncentrálnak, ami növelheti a fruktánszintet még akkor is, ha ezeket a fruktánszinteket nem lehet kimutatni a friss gyümölcsökben. A gabona magvak feldolgozása (pl. malmi őrlés művelete) szintén befolyásolhatja a

végtermékek fruktánszintjét (<https://alittlebityummy.com/blog/fructans-the-low-fodmap-diet/>).

## 2.6.2 A FODMAP diéta

A FODMAP egy mozaikszó, melynek jelentése fermentálisan lebontható oligoszacharidok, diszacharidok, monoszacharidok és poliszacharidok. Olyan szénhidrát típusok, amelyek nem bomlanak és szívódnak fel könnyen a bélben. Az IBS-ben (irritábilis bél szindróma) szenvedő betegeknél, a cukroknak a felszívódási zavara összefüggésben áll az enzimek hiányával, így érintetlenül jutnak el a vastagbélbe, ahol megerjednek és gázt képeznek (Kimbell 2018).

A „glutén” tartalmú gabonákat érintően (rozs, tritikálé, búza, tönköly, árpa) elsősorban az oligoszacharidok közé tartozó fruktánok felelős a tünetek kialakulásáért. A szénhidrátok csökkentett bevitelével jelentős javulás érhető el több gasztrointesztinális betegség esetén, mint például az irritábilis bélszindrómánál. A FODMAP diéta iránti tudományos érdeklődés csak az elmúlt évtizedben nőtt meg, amikor az első kutatások megjelentek az ausztráliai melbourni Monash Egyetemen. A diagnózis nehézsége miatt az érintettek számára hosszan tartó diéta szükséges, amely számos gyümölcs, zöldség és jelentős részben gabonafélék fogyasztásának korlátozását vonja maga után (4. ábra). Ennek következtében a betegek számára számos tészta és hagyományos pékáru csak korlátozott mennyiségben vagy egyáltalán nem fogyasztható (Kimbell 2018).

**4. ábra FODMAP diéta** (<https://www.humnnutrition.com/blog/what-is-a-low-fodmap-diet/>)



Az alacsony FODMAP tartalmú étrend összeállításához nem csupán részletes FODMAP összetételi adatokra volt szükség, hanem az élelmiszerek kategóriába sorolásához szükséges volt határértékek meghatározása is. A határértékeket kezdetben klinikai

tapasztalatokra alapozva állapították meg, figyelembe véve az egyszeri étkezések során elfogyasztott élelmiszerek FODMAP tartalmát. Továbbá figyelembe vették azokat az ételeket is, amelyeket általában jól toleráltak. Így sikerült meghatározni a FODMAP-ok azon határértékeit, amelyek felett a legtöbb ember tüneteket észlelt. Ezeket az értékeket úgy állapították meg, hogy egy étkezés során több alacsony FODMAP tartalmú ételt is elfogyaszthassanak. A gyümölcsök, zöldségek és a gabonafélék FODMAP határértékei <0,2 és <0,3 g/adag (Varney és mtsai 2017).

A dietetikusoknak az alacsony FODMAP tartalmú étrend kialakítása előtt fontos diagnosztikai értékelést kell elvégezni. Az étrend kialakítása 3 fázisból áll: 1. az elimináció, 2. az újra bevezetés, 3. a személyre szabott étrend. Az első fázisban, 2-3 hétig a FODMAP-ban gazdag ételek teljes megvonása történik. A második szakasz, amely 8 hétig tart, a FODMAP-ban gazdag élelmiszerek fokozatos visszavezetéséről szól. Végül a harmadik fázisban az étrendet a dietetikus egyéni intolerancia alapján alakítja ki (Zapata P. L., 2024).

### 2.6.3 Fruktán mennyisége gabonafélékben

Az elmúlt években az élelmi rostok meghatározásának adaptációja miatt nagyobb figyelmet fordítottak a fruktán mennyiség meghatározására. A gabonafélék közül a rozs mutatja a legmagasabb fruktán tartalmat 3,6% és 6,6% között. A búza esetében ennél alacsonyabb, 0,7% és 2,9% közötti tartományban változik. Ehhez hasonló a tönköly, a durum búza és a tritikálé fruktán tartalma is. A legalacsonyabb fruktán koncentrációval a zab és az árpa rendelkezik (**3. táblázat**).

**3. táblázat Fruktán tartalom a különböző gabonafélékben** (Verspre J. és mtsai 2015)

| Gabonafélék |                               | Fruktán koncentráció (szárazanyag %-ban) |       |
|-------------|-------------------------------|------------------------------------------|-------|
|             |                               | Tartomány                                | Átlag |
| Rozs        | <i>Secale cereale L.</i>      | 3,6-5,0                                  | 4,2   |
|             |                               | 4,5-6,4                                  | -     |
|             |                               | 3,6-4,6                                  | 4,1   |
|             |                               | 4,6-6,6                                  | -     |
| Búza        | <i>Triticum aestivum L.</i>   | 0,8-1,9                                  | 1,3   |
|             |                               | 0,7-2,9                                  | -     |
|             |                               | 0,9-1,8                                  | 1,4   |
|             | <i>Triticum durum L.</i>      | 1,5-1,7                                  | 1,6   |
|             | <i>Triticum monococcum L.</i> | 1,6-2,3                                  | 1,9   |
| Tönkölybúza | <i>Triticum spelta L.</i>     | 0,9-1,3                                  | 1,1   |
| Tritikálé   | <i>Triticosecale Wittmack</i> | 1,6-2,9                                  | 2,3   |
|             |                               | 1,5-2,1                                  | 1,8   |
| Árpa        | <i>Hordeum vulgare L.</i>     | 0-1,0                                    | 0,4   |
| Zab         | <i>Avena sativa L.</i>        | 0-0,2                                    | 0,1   |
| Kukorica    | <i>Zea mays L.</i>            | 0                                        |       |

A fruktán koncentráció nagyobb mértékben jellemző a teljes kiőrlésű gabonafélék esetében, míg a fehér liszteknél várhatóan valamivel alacsonyabb, mivel a fruktán a gabonaszem korpa frakciójában koncentrálódik. (Versprey J. és mtsai., 2015).

### 3. Anyagok és módszerek

#### Felhasznált alapanyagok

A vizsgálataim során öt különböző gabonafélét: rozst, közönséges búzát, tritikálét és kék, valamint bíbor búzát használtam alapanyagként. A vizsgálatokhoz a Gabonakutató 1-1 fajtáját használtam a 2023-as évjáratból. A minták fehér liszté őrlését a Brabender Senior Mill segítségével végeztem, míg a teljes szem őrleményt a Perten 3310 kalapácsos malommal állítottam elő. A kenyérsütéshez boltban vásárolt BL80-as kenyérlisztet (Gyermelyi) használtam.

#### 3.1 A vadkovászok elkészítése

Az vadkovászok elkészítése azonos módon zajlik minden alapanyag minta esetén. A kovászkezdeményeket 26-28 °C hőmérsékleten, termosztátszekrényben tároltam annak érdekében, hogy a kovászkultúrák számára ideális környezetet biztosítsak a fejlődéshez.

##### 3.1.1 Felhasznált alapanyagok

- fehér lisztek
- teljes kiőrlésű lisztek
- víz

##### 3.1.2 Elkészítés menete

Az 1. nap kimértem 25 g teljes kiőrlésű lisztet és 25 g fehér lisztet egy üvegben és hozzáadtam a kézmeleg 50 g vizet (5.ábra). Alaposan összekevertem és termosztát szekrényben helyeztem a mintákat. A 2. napon az előző napi kovászkezdeményből kivettem 50 g-ot és adtam hozzá 25 g fehér lisztet, 25 g teljes kiőrlésű lisztet és 50 g kézmeleg vizet. Majd alaposan összekevertem és a termosztát szekrénybe helyeztem. A 3. napon a folyamatot újra megismételtem. A 4. napon már 40 g kovászkezdeményt használtam fel és adtam hozzá 25 g fehér lisztet, 25 g teljes kiőrlésű lisztet és 50 g kézmeleg vizet, majd összekevertem. A folyamatot minden gabona mintán külön - külön megismételtem.

### 5. ábra Búza vadkovász készítése



A 8. napig rendszeresen etettem, hogy egy stabil és aktív állapotot érhessek el. Az vadkovász akkor tekinthető késznek, ha az etetést követően néhány órán belül megduplázodik vagy triplázodik a térfogata, kellemes enyhén savanykás illatú. A szerkezete buborékossá válik, ami a benne lévő mikroorganizmusok aktív erjedési folyamatát jelzi (**6.ábra**). Az ilyen erősségű vadkovászt így már fel lehet használni a kenyérsütéshez. Ezután az vadkovászt hűtőben tároltam és hetente 1 alkalommal frissítettem.

### 6. ábra Különböző gabonákból készített vadkovások 8.nap





## 3.2 Vadkovászos technológiával készült kenyerek készítése

A hosszú fermentációs vadkovászos kenyér készítése egy több lépésből álló folyamat, amely különös figyelmet igényel, mind a kovász aktiválásában, mind a tészta érlelésében. Ez a technológia lehetővé teszi, hogy a kenyér karakteres ízvilágát és a jobb emészthetőséget nyerjen, miközben a benne lévő biológiai tápanyagok hozzáférhetősége is növekszik.

### 3.2.1 A felhasznált alapanyagok

- 300 g BL80-as kenyérliszt
- 195 g szobahőmérsékletű víz
- 75 g aktív kovász
- 6g só

### 3.2.2 Elkészítés menete

- Az első lépés az aktív kovász készítése, amelyet körülbelül 3-4 órával a kenyér tészta hozzáadása előtt végeztem. Az aktív kovászt 1:3:3 (13 g vadkovász, 20 g teljes kiőrlésű liszt, 20 g fehér liszt, 40 g szobahőmérsékletű víz) arányban készítettem el és 26-28 C° termosztát szekrénybe helyeztem.
- Ezután táramérlegen kimértem a kenyérlisztet, mérőhengerbe a vizet és 5 percig dagasztottam a tésztát dagasztógép segítségével. Majd 1 óráig hagytam pihenni a 27 C° -os kelesztőben.
- Kimértem a 75 g aktív kovászt és a pihent tésztához hozzáadtam, amelyet dagasztógép segítségével összedolgoztam 4 percig. Majd visszatettem a kelesztőbe és 30 perc elteltével a vízben feloldott sót hozzá adtam és kézi dagasztással a tésztába dolgoztam.
- A tésztát egy enyhén kiolajozott tálba helyeztem és a kelesztőkamrában hagytam érlelni. A folyamat során háromszor 45 percenként hajtogatást végeztem rajta.

7. ábra Tritikálé vadkovászos tészta érlelés előtt és után



- Amikor a tészta térfogata megduplázódott, kilisztezett asztalon előformáztam és hagytam 20 percig pihenni. Utána a végleges formázást végeztem, hogy erősebb és feszebb tésztát kapjunk. A formázás során ügyeltem, hogy ne nyomjam túlzottan össze a tésztát.
- A formázott tésztát egy kilisztezett kelesztőkosárba helyeztem majd 16 órán keresztül a 6-7 C°-os hűtőbe tettem. Ez a hosszú, alacsony hőmérsékletű kelesztés lassítja az élesztők és tejsavbaktériumok tevékenységét, így a tészta lassan fejlődik és javítja a kenyér struktúráját és aromáját.
- Másnap reggel a kelesztőkosarakat kivettem a hűtőből és 30 percig hagytam szobahőmérsékleten felmelegedni. Közben a sütőt bekapcsoltam és 230 C°-ra állítottam.
- A tésztát sütőpapírral borított sütőlemezre helyeztem és egy éles eszközzel határozott mozdulattal bemetszést végeztem a tészta felületén.
- A sütőbe helyeztem és a sütés első 15 percében gőzfunkciót alkalmaztam. A második részben 210 C°-on gőzfunkció használata nélkül tovább sütöttem, amíg a kenyér teljesen átsül és eléri a kívánt szint.

#### **8. ábra A kész vadkovászos kenyerek**



- A sütőből kivett kenyeret egy rácson szobahőmérsékleten hagytam kihűlni.

### 3.2.3 A kenyerek fizikai tulajdonságainak vizsgálata

A termékek térfogatát a leggyakrabban használt magkiszorításos módszerrel határoztam meg. A mérőedényt egy tálcára helyeztem, megtöltöttem mustármaggal és a felületét vonalzóval lesimítottam, mértem a tömegét. A felesleges magmennyiséget, amely a tálcára került félretettem. A kenyeret belehelyeztem a mérőedénybe és annyi magot öntöttem rá, hogy az edényt teljesen kitöltse. A mag felületét ismét vonalzóval lesimítottam. A mérőedényből kiszorított mag tömegét mértem, és a mért tömegek különbségéből megkaptam a kenyér térfogatát cm<sup>3</sup>-ben. A mérést minden kenyérnél megismételtem.

Ezt követően a termékeket egyetlen határozott mozdulattal, egy éles késsel kettévágtam. A félbe vágott kenyereket beszkeneltettem és az ImageJ szoftver segítségével a kenyerek bélzetét több részen kiértékeltem.

## 3.3 A kenyerek fruktán tartalmának meghatározása

A **4. táblázatban** összefoglalva láthatók a fruktán vizsgálat során felhasznált minták. A mérés során vizsgáltam az vadkovászokhoz használt liszteket, amelyek 50%-ban fehér lisztet és 50%-ban teljes kiőrlésű lisztet tartalmaztak. Továbbá mintavétel történt az vadkovászokból és a kész kenyérmintákból is.

**4. táblázat Minták listája**

|    |                         |     |                      |     |                   |
|----|-------------------------|-----|----------------------|-----|-------------------|
| 1. | Rozs lisztkeverék       | 6.  | Rozs vadkovász       | 11. | Rozs kenyér       |
| 2. | Tritikálé lisztkeverék  | 7.  | Tritikálé vadkovász  | 12. | Tritikálé kenyér  |
| 3. | Búza lisztkeverék       | 8.  | Búza vadkovász       | 13. | Búza kenyér       |
| 4. | Bíbor búza lisztkeverék | 9.  | Bíbor búza vadkovász | 14. | Bíbor búza kenyér |
| 5. | Kék búza lisztkeverék   | 10. | Kék búza vadkovász   | 15. | Kék búza kenyér   |

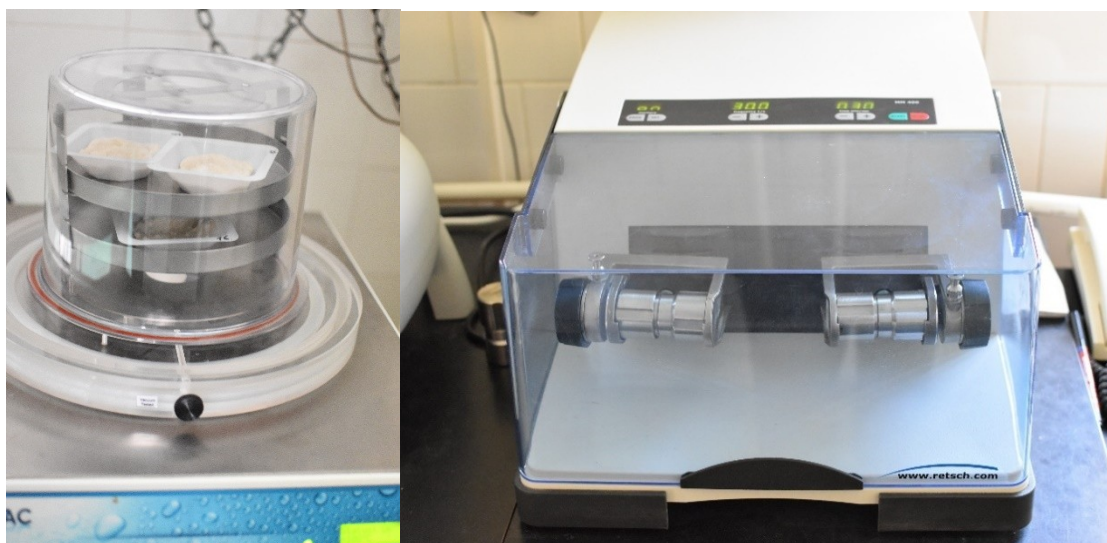
### 3.3.1 Előkészítés

Az 1-es, 2-es, 3-as, 4-es, és 5-ös lisztkeverék minták 50%-ban fehér és 50%-ban teljes kiőrlésű lisztet tartalmaznak, amelyek nem igényeltek előkészítést. A 6-os, 7-es, 8-as, 9-es, 10-es vadkovász minták esetében az előkészítési folyamata két részből állt. Először a mintákat 24 órán át egy vákuumos ScanVac Cool Trap liofilizáló készülékben szárítottam, ennek segítségével a minták nedvességtartalmát közel nulla százalékra csökkentettem. A liofilizálást követően pedig a mintákat összeaprítottam, amelyet egy Retsch MM400 vibrációs malommal

végeztem el. A liofilizált mintákból 5-5 grammot helyeztem a berendezésbe és 30 1/s-os frekvencián 3 percen keresztül történt az őrlés.

A 11-es, 12-es, 13-as, 14-es és 15-ös kenyérmintákat apró darabokra felkockáztam és hagytam 2-3 napon keresztül megszáradni. A mintákból kimértem 5-5 grammot és a fent említett vibrációs készülék segítségével leőröltem.

### 9. ábra Scan Vac liofilizáló készülék és a Retsch vibrációs malom



#### 3.3.2 Mérés menete

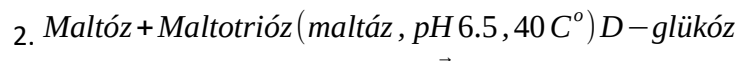
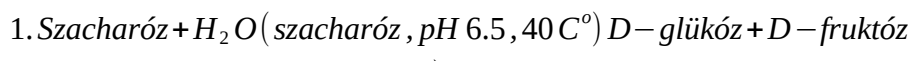
A méréshez szükséges puffer oldatokat az alábbiak szerint készítettem el:

1. A 100 mM-os Na-maleát oldat elkészítéséhez 11,6 g maleát savat feloldottam 900 ml desztillált vízben, majd a pH-t 3 M-os NaOH oldattal segítségével beállítottam és 1 literre kiegészítettem.
2. A 100 mM-os Na-acetát oldat elkészítéséhez 5,8 ml jégacetet kevertem 90 ml desztillált vízbe és a pH-t beállítottam 3M-os NaOH oldat segítségével. Végül 1 literre kiegészítettem.
3. A vizsgálathoz szükséges enzimeket a Megazyme KIT által meghatározott módon készítettem. A kis üvegekben kiszerelt szacharáz és maltáz enzimkeverékeket feloldottam 11 ml Na-maleát oldatban majd 1ml-es egységekben eppendorf csövekbe mértem. A fruktanáz enzimet hasonló módon, 11ml 3M-os NaOH oldattal fel és 1ml-es egységeket mértem ki eppendorf csövekbe. A kész enzim szuszpenziókat fagyasztoóban tároltam felhasználásig.

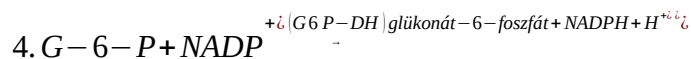
### 3.3.3 Vizsgálati módszer

A fruktán tartalom meghatározásához a Megazyme által forgalmazott Fructan HK KIT-et használtam. Ez a teszt alkalmas a fruktooligoszacharidok (FOS) és a fuktán poliszacharidok mérésére, viszont nem alkalmas olyan minták esetében, amelyek magas D-glükóz, D-fuktóz, szacharóz vagy maltóz tartalommal rendelkeznek. Az eljárás az AOAC Method 999.03 és az AACC Method 32.32.01 szabványokon alapul.

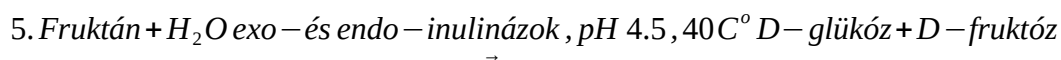
A mérés folyamata során első lépésben a szacharózt és a maltoszacharidokat az enzimek segítségével D-glükózzá és D-fruktózzá hidrolizáljuk.



Ezt követően egy speciális reagens (hexokináz/ foszfoglükóz izomeráz/ glükóz 6-foszfát dehidrogenáz) hozzáadásával a D-glükóz és a D-fruktóz mennyiségével sztoichiometrikusan megegyező mennyiségű NADPH molekula keletkezik.



A reakció során keletkezett NADPH mennyisége spektrofotometriás méréssel határozható meg, mivel a NADPH jelenléte növeli az oldat abszorbanciáját 340 nm-en.



**A vizsgálat három fő részből áll**

#### 1. Rész

A vizsgálat első részében a mintákból kioldjuk a vízoldható cukrokat

Vizsgálat lépései:

- Egy 100 ml-es tiszta és száraz Erlenmeyer lombikba analitikai mérlegen kimértem 0,5 g mintát.



- Hozzáadtam 40 ml meleg (kb 80 C°-os) desztillált vizet, majd belehelyeztem a mágneses rudat és a fűthető mágneses keverőn 15 percig kevertettem 80 C° körüli hőmérsékleten az elegyet.
- Ezután az oldatokat hagytam szobahőmérsékleten lehűlni. A megfelelő hőmérséklet elérése után egy pipetta segítségével áttöltöttem egy 25 ml-es csiszolatos üveg dugós talpas lombikba és jelig desztillált vízzel feltöltöttem, majd alaposan homogenizáltam.
- Az oldatokból kimértem 20 ml-t egy-egy centrifuga csőbe és a centrifuga készülékbe helyeztem, 2000-es fordulatszámon 5 percig végeztem a centrifugálást.

### 10. ábra Minták előkészítése



## 2. Rész

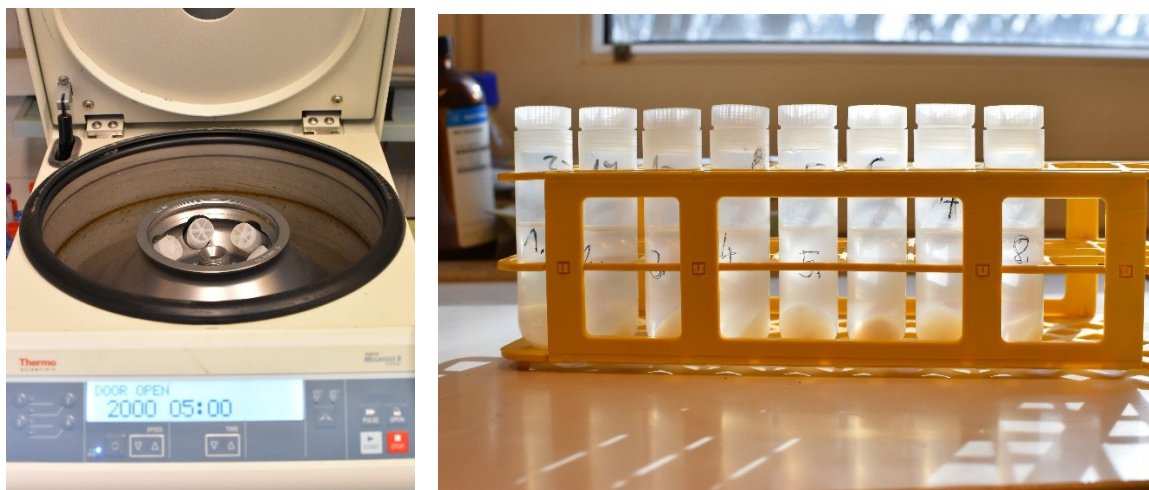
A vizsgálat 2. részében az oldatokban jelen lévő diszacharidokat és triszacharidokat bontjuk le monomer részekre. A hidrolizálás szacharáz/maltáz enzim segítségével történik, így glükóz és fruktóz egységek keletkeznek. A keményítő és a magasabb polimerizációs fokú maltrodexinek az enzimek hatására nem hidrolizálnak. Ez azért szükséges, hogy meghatározhassuk azoknak a szacharidoknak a mennyiségét, melyen jelen vannak az oldatban a fruktán mérés során, de mégsem a fruktánokból származnak.

Vizsgálat lépései:

- A centrifugából kivett minták felülúszó részéből 0,2 ml szűrletet pipettáztam teszt-csőbe és hozzáadtam 0,2 ml Sol. 3 oldatot, vagyis a szacharáz/maltáz enzimszuspenziót.
- Vortex berendezéssel összeráztam a csövekben lévő oldatot és parafimmal lezártam a kémcsöveket. Majd belehelyeztem 30 percre 40 C°-os vízfürdőbe.

- A vízfürdő után minden csőhöz hozzáadtam 0,5 ml Buffer 2-t (Na-acetát), majd vortexteltem.

### 11. ábra Thermo Scientific centrifuga készülék és a teszt-csövek centrifugálás után



## 3. Rész

A mérés utolsó fázisában a fruktán hidrolízise zajlik glükóz és fruktóz egységekre. Továbbá elvégeztem a kiegészítő reakciót, amivel a keletkezett monoszacharidoknak megfelelő mennyiségű NADPH fog képződni. A képződött NADPH mennyiségét a Pharmacia Biotech Ultrospec 4000 spektrofotométer segítségével határoztam meg.

Vizsgálat lépései:

- Minden mintából 2-2 küvettába 0,2 ml oldatot pipettáztam.
- Mintánként az egyik küvettába 0,1 mol Sol 4-et (fruktanáz enzimet) pipettáztam, a másikba pedig 0,1 mol Buffer 2-t (Na-acetát) pipettáztam.
- A mintákat vortex segítségével homogenizáltam, majd 40 C°-os fűtött termosztátba helyeztem 30 percre inkubálni. Az inkubálás célja, hogy a küvettában lévő fruktanáz enzim segítségével sikeresen végbemenjen a fruktán hidrolízise.
- Az inkubálást követően minden küvettába 3 komponenst pipettáztam bele. 2 ml desztillált vizet, 0,2 mol Sol 1-et (puffer) és Sol 2-t (NADP+/ATP).
- A homogenizált mintákon pár perc után spektrofotométer segítségével 340nm-en leolvastam az abszorbanciát, ezek lesznek az A1 abszorbancia értékek.

- Végül minden mintához hozzáadtam 0,02 ml Sus.5 enzimkeveréket (HK/PGI/G-6-PDH). A reakció lejátszódása körülbelül 10-15 perc, mikor már az abszorbancia érték a kijelzőn nem mutat ingadozást. Az így kapott eredmények lesznek az A2 értékek.

Az abszorbanciákból a koncentrációkat a Megzyme Kit-ben leírtak szerinti számítással határoztam meg.

## 12. ábra Pharmacia biotech spektrofotométer készülék



### A számolás menete

A számolás a Fructan HK KIT által megadott képlet alapján történt.

$$c = \frac{V \cdot MW}{\epsilon \cdot d \cdot v} \cdot \frac{0,9}{0,2} \cdot \Delta A$$

V: a végső térfogat [ml]

MW: moláris tömege a D-fruktóznak és a D-glükóznak [g/mol]

$\epsilon$ : extinkciós koefficiense 340 nm-en a NADPH-nak, ennek értéke 6300 [1 x mol<sup>-1</sup> x cm<sup>-1</sup>]

d: a fény által megtett út [cm]

v: a minta mennyisége [ml]

### 3.4 HPLC-MS mérés

A szakdolgozatom elkészítése során segítséget nyújtott Varga Mónika a Szegedi Tudományegyetem Biológiai Intézetétől, aki szakmai támogatást biztosított a minták feldolgozásához és a szükséges mérések elvégzéséhez.



### 3.4.1 Minták extrakciója

Kimérünk 50 mg mintát analitikai mérlegen műanyag kémcsövekbe. Ezt követően 3ml metanol/víz (8/2 V/V%) eleggyel extraháljuk a mintákat vertikális rázógép segítségével 2 órán keresztül 22 C°-os hőmérsékleten. A centrifugálást követően (11200g, 20 perc, 15 C°) a felülúszót HPLC-fiolába pipettázuk majd -20 C° hőmérsékleten tároljuk a HPLC-MS analízisig.

### 3.4.2 HPLC-MS analízis:

Az analízist egy Shimadzu Nexera XR HPLC-hez kapcsolt TSQ Quantum Access tömegspektrométerrel végezzük, elektroporlasztásos ionforrás alkalmazásával negatív ionizációs módban

A HPLC elválasztásokat 25 C° hőmérsékleten termosztált SeQuant ZIC-HILIC előtétoszloppal ellátott SeQuant ZIC-HILIC oszlopon (3,5 µm, 150 × 2.1 mm) végeztük, elúcióval. Az „A” mobil fázis 5mM ammónium-acetátot, a „B” acetonitrilt tartalmazott, mindkét oldószerben 0,1 % hangyasav volt. Az elválasztás során alkalmazott gradiens program a következő volt: 0 min, 80%B; 0,5min, 80%B; 8,5min, 40%B; 10,5min, 40%B; 11min, 80%B; 20min, 80%B. Az áramlási sebességet 0,2 ml/min értékre állítottuk, és 5 µl mintát injektáltunk az oszlopra.

A tömegspektrométer paraméterei a következők voltak: a porlasztási feszültség 4500 V; párologtatási hőmérséklet 250 C; porlasztó gáz, 50 psi; szárító gáz, 10 psi; iontívábbító kapilláris hőmérséklete; 200°C; ütközési gáz. 1,5mTorr. A szénhidrátokat MRM módban detektáltuk a következő paraméterek mellett: 225 > 180 (monoszacharidok), 387 > 180 (diszacharidok). Az adatokat az Xcalibur™ 2.2.1 és a Trace Finder 3.3 szoftver segítségével gyűjtöttük ki és értékeltük.

## 3.5 Statisztikai elemzés

A mérések során kapott eredmények statisztikai elemzéséhez a Past 4.11. szoftver felhasználásával párosított T-próbát végeztem, amely alkalmas volt a minták közötti különbségek vizsgálatára. A T-próba eredményei alapján következtetést vontam le az adatok közötti különbségek szignifikanciájáról  $p < 0,05$  szignifikancia szinten.

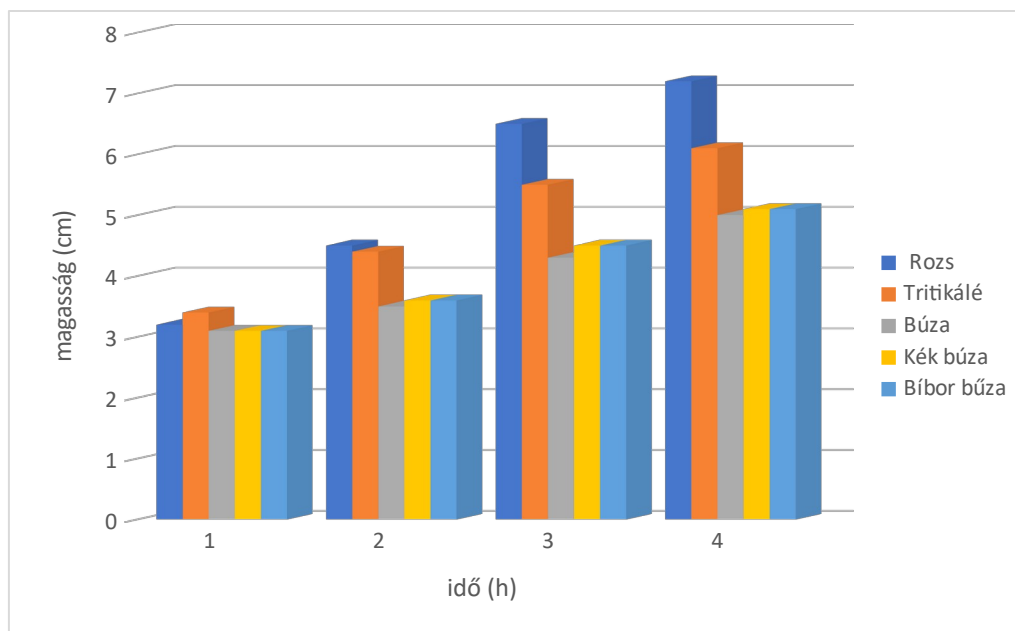
## 4. Eredmények és kiértékelésük

### 4.1 Vadkovászok összehasonlítása

A vizsgálataim során a kész vadkovászok növekedését figyeltem meg az idő előrehaladtával (**13. ábra**). A vadkovászok növekedése folyamatosan nyomon követhető volt és a kovászkultúra aktivitása és térfogata egyenletesen emelkedett. Különösen érdekes, hogy a rozs és tritikálé kovászai hasonló ütemben és gyorsan növekedtek, mint a többi búza alapú mintáé. A rozs és tritikálé kovászkultúrák növekedése hasonló, intenzív ütemben zajlott mert mindkét gabonafélében olyan tápanyagok állhatnak rendelkezésre, amelyek kedveznek a mikroorganizmusok, különösen az élesztők és tejsavbaktériumok fejlődésének. Ennek megállapítására a továbbiakban érdemes lehet vizsgálni a mikrobiológiai összetétel alakulását.

További különbség, hogy a rozs vadkovász esetében az illata savanykásabb és erőteljesebb volt, mivel a rozsban található enzimek elősegítik a tejsavbaktériumok dominanciáját így savasabb környezetet teremthetnek. A tritikálé esetében is tapasztalható volt az enyhén savanykás jelenség, míg a búza és a színes búzák kovászkultúrája kellemes élesztős illatú volt.

**13. ábra Különböző vadkovászok növekedése**



## 4.2 Vadkovászos kenyerek összehasonlítása

A készre sült és kihűlt termékeken különböző fizikai vizsgálatokat végeztem, hogy részletesen elemezzem a térfogatát, bélzet szerkezetét és egyéb tulajdonságait. A sütést kétszer végeztem és az átlagok értékei található az **5. táblázatban**.

**5. táblázat Kovászos kenyerek mérési eredményei**

|            | Térfogat (cm <sup>3</sup> ) | Súly (g)     | Fajlagos térfogat (g/cm <sup>3</sup> ) |
|------------|-----------------------------|--------------|----------------------------------------|
| Rozs       | 1115 ± 3,1                  | 461,41 ± 0,9 | 2,42                                   |
| Tritikálé  | 1112 ± 3,5                  | 457,54 ± 1,1 | 2,46                                   |
| Búza       | 1083 ± 2,4                  | 461,07 ± 1,0 | 2,35                                   |
| Kék búza   | 1090 ± 4,0                  | 462,33 ± 1,2 | 2,36                                   |
| Bíbor búza | 1008 ± 4,1                  | 461,90 ± 1,4 | 2,12                                   |

A különböző vadkovászosokból készült kenyerek térfogatában kisebb eltérések voltak megfigyelhetők. A legnagyobb térfogatot a rozs vadkovászos kenyér érte el, míg hasonló térfogatot mutatott a tritikálé vadkovászos kenyér. A közönséges búzából és a kék búzából készült kenyerek kisebb térfogatot mutattak náluk, míg a bíbor vadkovászos kenyér rendelkezett a legkisebb térfogattal, szignifikánsan ( $p = 0,038$ ) alacsonyabb értéket mértem a többi kenyérhez viszonyítva. A legkisebb a bíbor búza és a legnagyobb térfogatú, a rozs kenyér között 10 % különbség volt.

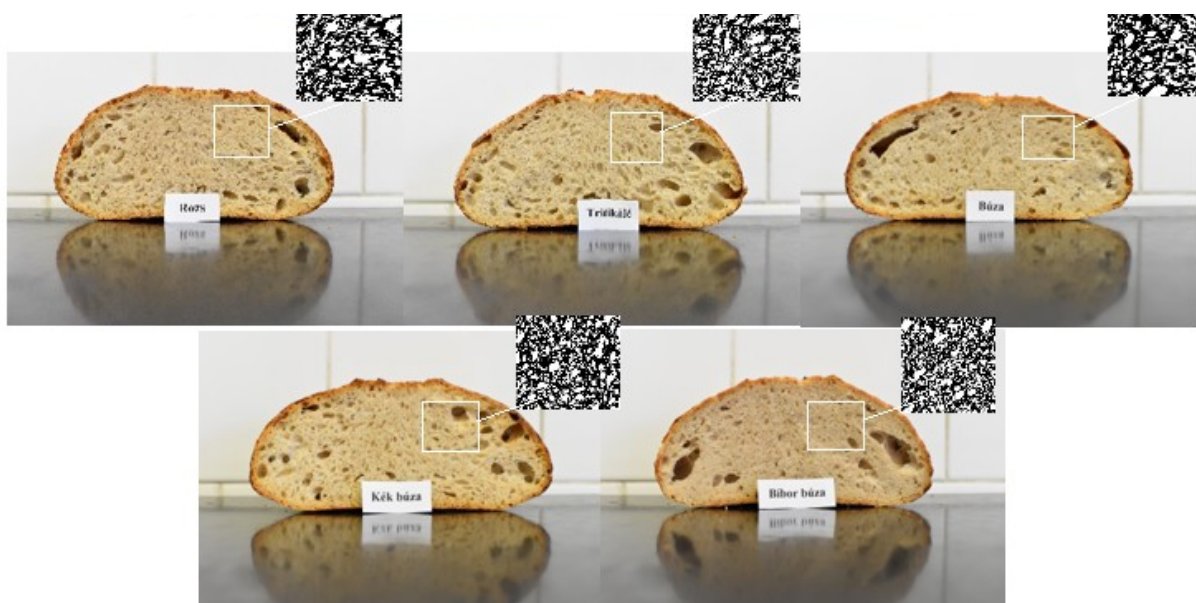
Jól látható, hogy a kovász kultúrák aktivitása közvetlenül befolyásolja a kész termékek térfogatát, mivel a kovászban lévő mikroorganizmusok által termelt gázok felelősek a tészta növekedéséért (**14. ábra**).

**14. ábra Különböző vadkovászos kenyerek (balról jobbra felső sor: rozs, tritikálé, búza; alsó sor: kék búza, bíbor búza)**



A vadkovászos kenyerek bélzetének részletes elemzéséhez az ImageJ programot alkalmaztam, amely lehetővé tette a kenyér szerkezetének kiértékelését. A program segítségével a bélzet 3 különböző pontján végeztem mérést és ezeknek az eredményeit átlagoltam.

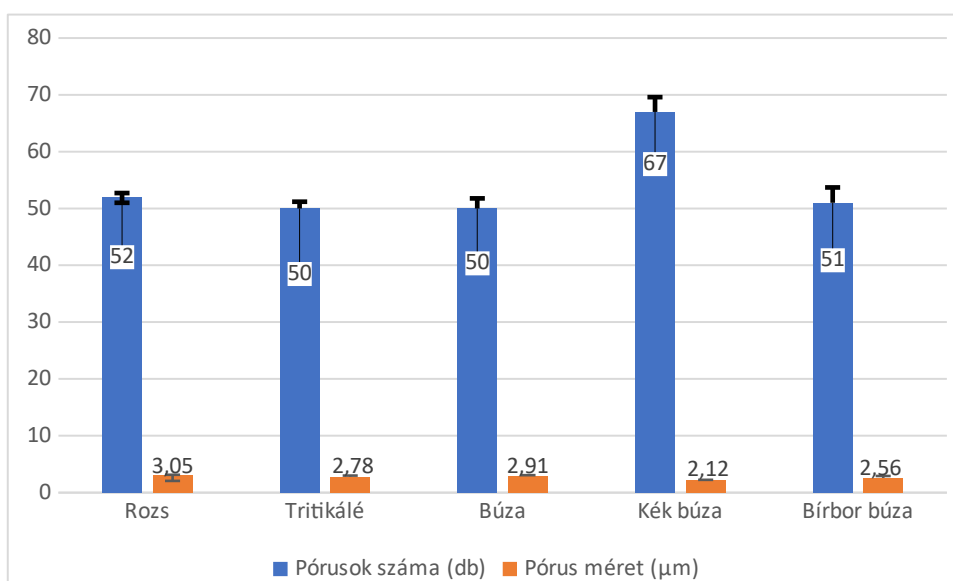
**15. ábra A vadkovászos kenyerek bélzete (balról jobbra felső sor: rozs, tritikálé, búza; alsó sor: kék búza, bíbor búza)**



A vadkovászos kenyerek bélzetében is kisebb különbségek voltak megfigyelhetők, ezt szemlélteti a metszetek képe is (**15. ábra**). A rozs és tritikálé bélzete szemmel láthatóan egyenletes pórus eloszlású volt, az átlagos pórusszám 52 és 50 db volt. Az átlagos pórusméret a rozs és a közönséges búza estén mutatta a legnagyobb értéket 3,05 és 2,91  $\mu\text{m}$  volt. A kék búza esetében a pórusok száma szignifikánsan ( $p = 0,017$ ) magasabb, 67 db volt, de kisebb pórusmérettel volt jellemezhető a kenyérbélzet. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a tritikálé, a búza és bíbor búza hasonló bélzet eredménnyel rendelkezik (**16. ábra**).

A diagrammon látható szórásértékek azt mutatják, hogy a különböző gabonafajták pórusszámának és pórusméretének eloszlása kissé eltérő. A legnagyobb szórást a bíbor búza mutatja mind pórusszám ( $\pm 2,7$ ), mind a pórusméret ( $\pm 0,35$ ). Ezzel szemben a rozs és tritikálé pórusméretének szórása a legalacsonyabb, ami egységes elosztást jelent.

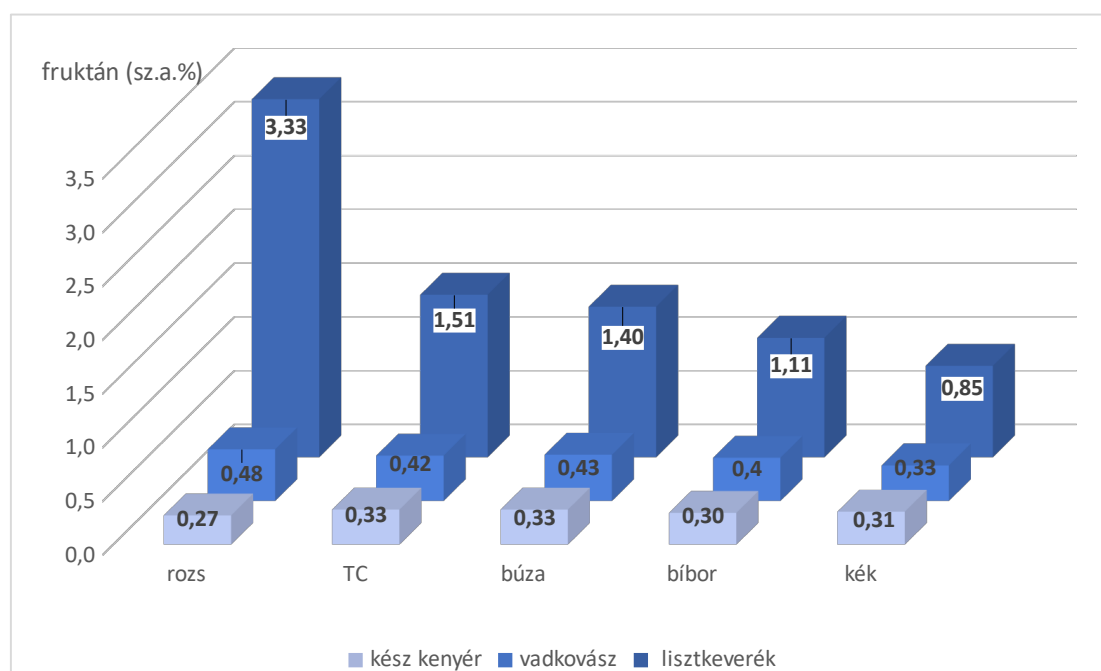
**16. ábra A vadkovászos kenyerek bélzetének kiértékelése**



### 4.3 Fruktán mérés eredményei

A **17. ábrán** a lisztek, a vadkovász és a kész kenyér fruktán tartalma látható. A diagramról jól leolvasható, hogy a fermentációs folyamatok hatására csökken a kész termékekben a fruktán tartalom.

**15. ábra A fruktán változása a kovászos kenyér készítése során**



A mérési eredmények azt mutatják, hogy a vadkovászok kiindulási fruktán tartalmai között jelentősek a különbségek. A rozs vadkovászhoz felhasznált liszt, amely 50%-ban fehér és 50%-ban teljes kiőrlésű lisztet tartalmaz, fruktán tartalma a legmagasabb (3,33%) a többi vadkovászéhoz képest. Ezt követi a tritikálé (1,51%), majd a búza (1,4%). A színes búzák lisztkeverékei tartalmazták a legkevesebb kiindulási fruktán mennyiséget (1,11% és 0,85%), a rozs vadkovászhoz képest mintegy harmadát/negyedét.

A kész vadkovászokban azonban ezek a különbségek csökkentek. Továbbra is a rozs mintája rendelkezik a legmagasabb fruktán tartalommal (0,48%), ill. a színes búzák mintái a legalacsonyabbal (0,4% és 0,33%), de már nincs másfél szerez különbség a tételek között.

A kész kenyerek fruktán különbségei nem mutatják az eredeti kovászlisztekben tapasztalt eltéréseket. A kenyerekhez használt BL80-as liszt fruktán tartalma 1,1% volt, melyhez képest, valamint a kész vadkovászokhoz képest is a végtermék fruktán tartalma csökkent. A kész kenyerek között nincs szignifikáns különbség, 0,3% körüli értékeket mértem. Összességében az állapítható meg, hogy a végtermék fruktán mennyiségét a felhasznált vadkovász nem befolyásolja, idővel a kezdeti eltérések kiegyenlítődnek.

## 4.4 HPLC-MS mérés eredményei

A HPLC-MS mérés jól alkalmazható a gabonák szénhidráttartalmának meghatározásához, közvetlenül a néhány egységből álló cukormolekulák, mint például a glükóz, szacharóz, maltóz pontos azonosítását és mennyiségi elemzését teszi lehetővé.

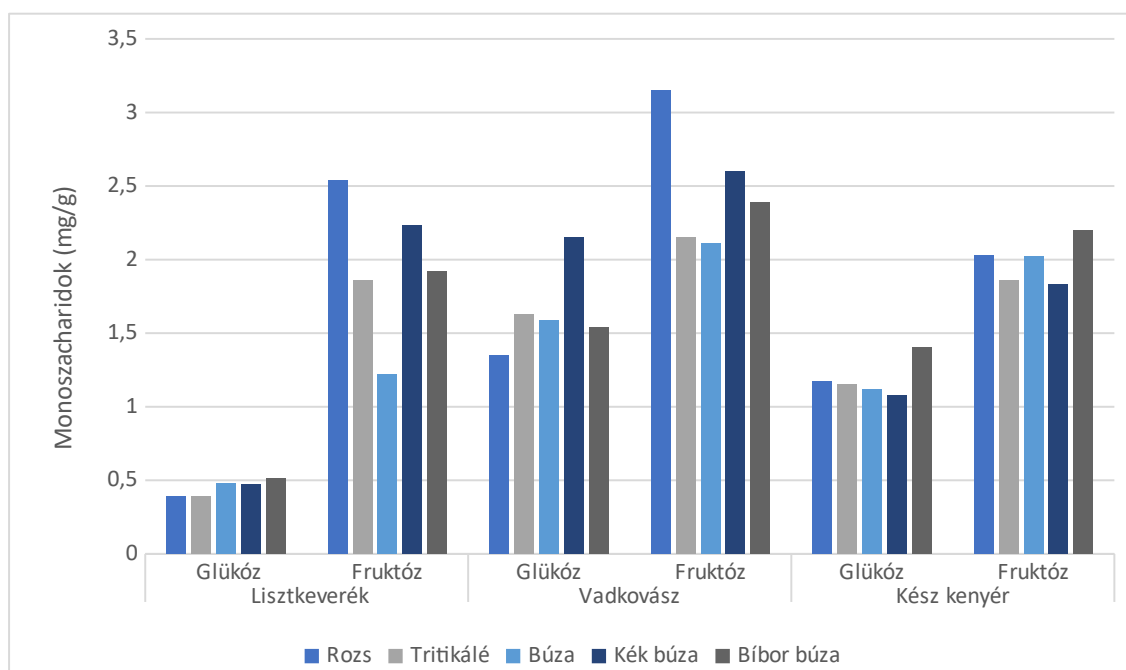
### 4.4.1 Monoszacharidok

A HPLC-MS eredményeiből (17.ábra) azt láthatjuk, hogy a különböző gabonák esetén a lisztokban, kovászban és a kenyerekben a fermentáció haladtával miként változik a glükóz és fruktóz tartalom. Az lisztkeverékekben szabad állapotban hasonló mértékű a glükóz tartalom, 0,39 és 0,51 mg/g között. A fruktóz tartalom ehhez képest minden mintában magasabb (1,2-2,5 mg/g), különösen a rozs esetében (2,54 mg/g). Az vadkovászokban a glükóz és fruktóz tartalom megnövekedett a lisztkeverékekhez képest, ami az összetett cukrok (pl. keményítő, fruktán) bontásából származhat. A legmagasabb glükózszint a kék búzában figyelhető meg (2,15 mg/g), míg a legmagasabb fruktóz koncentráció a rozsnál látható (3,15 mg/g).

A vadkovászos kenyerekben a glükóz és fruktóz tartalom csökken az vadkovászhoz képest, ami arra utal, hogy az élesztők és a tejsavbaktériumok a hosszú fermentáció elteltével

a cukrokat az erjedés során felhasználják. A legmagasabb glükóz és fruktóz szint is a bíbor búza kovással készült kenyérben mérhető (1,4 mg/g és 2,2 mg/g). A többi gabonafajta esetében mindkét monoszacharid szintje hasonló volt a végtermékben (1,1-1,2 mg/g és 1,8-2,0 mg/g), jelezve a fermentáció során végbemenő cukorbontást.

**16. ábra Monoszacharidok változása**

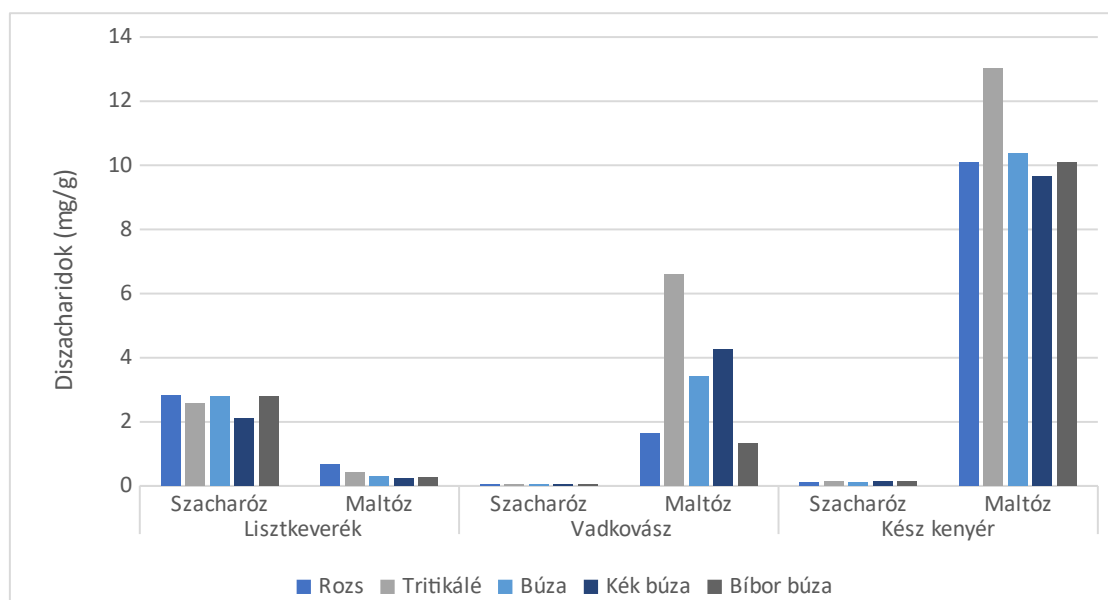


#### 4.4.2 Diszacharidok

A 18. ábrán jól látható, hogy a különböző gabonaféléknél a szacharóz és a maltóz koncentrációja jelentős változáson megy keresztül a különböző feldolgozási szakaszok során. A lisztkeverékekben szabad állapotban jelenlévő szacharóz szintje magasabb (2,0 mg/g-3,0 mg/g), míg a maltóz kisebb (0,2 mg/g-0,7 mg/g) koncentrációban van jelen. Az vadkovászok készítése során a szacharóz szinte teljesen lebomlik (<0,5 mg/g) az összes gabona esetében, miközben a maltóz koncentrációja (1,3 mg/g – 6,6 mg/g) megemelkedik nagy valószínűséggel a keményítő bontás eredményeként. A kész kenyerek esetében a szacharóz minimális koncentráció (~0,1 mg/g) tartalommal rendelkezik, míg a maltóz értékei növekedő tendenciát mutatnak (9,7 mg/g -13,0 mg/g), különösen a tritikálé esetén volt ez az érték magas (13,02 mg/g). Mind a maltóz magas szintje, mind a szacharóz alacsony szintje arra a folyamatra utal, hogy fermentáció során a mikroorganizmusok enzimeji lebontják az összetett szénhidrátokat (keményítőt) egyszerű cukrokká (megnövekedett maltóz tartalom), ezzel biztosítva az erjedési folyamat során a könnyen felhasználható energiaforrást, melyhez a rendszerben lévő

szacharózt elsődlegesen hasznosította. Az egyes vadkovások használata nagy különbséget nem eredményezett a diszacharid mennyiségekben, egyedül a tritikálés vadkovással készült kenyér esetén mértünk magasabb maltóz értékeket.

**17. ábra Diszacharidok változása**

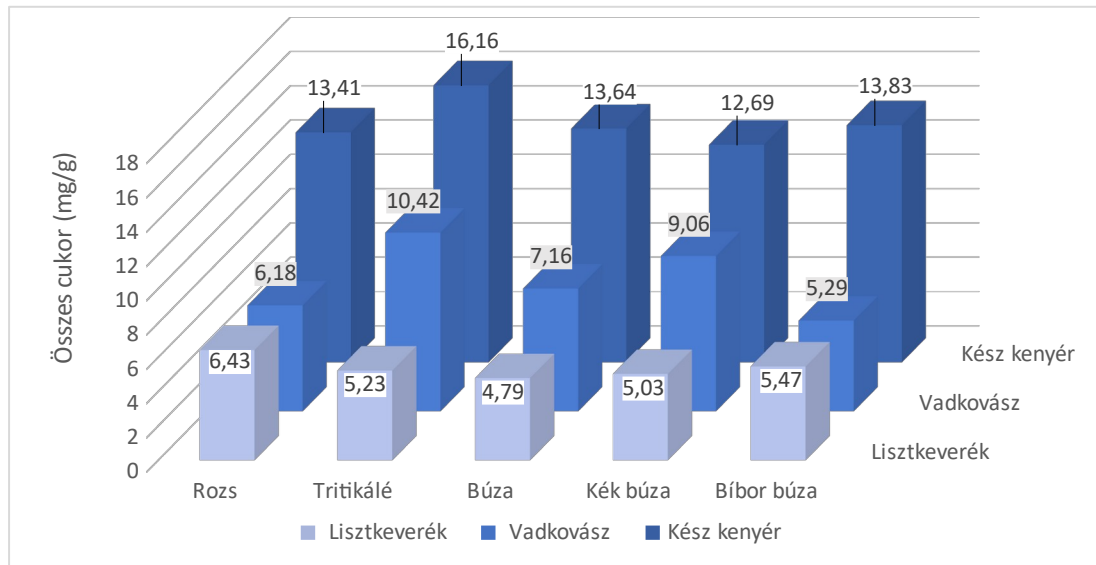


#### 4.4.3 Összes cukor változása

A 20. ábrán az összes vízdoldható cukortartalom változását mutatja a különböző gabonák lisztkeverékeiben, vadkovásaiban és a belőlük készült kenyerekben. A lisztkeverékek cukortartalmát vizsgálva a rozs rendelkezik a legmagasabb értékkel (6,43 mg/g), míg a búza a legalacsonyabb (4,79 mg/g). A tritikálé (5,23 mg/g), a kék búza (5,03 mg/g) és a bíbor búza (5,47 mg/g) hasonló értéket mutatnak. A kész vadkovások vízdoldható cukortartalma három gabona esetén nőtt: legmagasabb értéket a tritikálé (10,42 mg/g) mintában mértünk, ahol mintegy kétszeres növekedés történt. Búza és kékbúza kovásokban is jelentős a cukortartalom növekedés: búza kovászbán 50%-os, míg a kékbúzában 80%-os. Ezzel szemben a rozs és bíborbúza vadkovászbán enyhén csökkent értékeket mértünk a kiindulási lisztkeverékekhez képest (6,18 mg/g és 5,29 mg/g). A végtermékek vízdoldható összes cukortartalmában kiegyenlítettebb értékeket kaptunk a rozs, búza, kék és bíbor búza esetén (12,7-13,8 mg/g). A tritikálé kész kenyér cukortartalma kiemelkedő, amely eléri a 16,16 mg/g-ot, míg a legkisebb tartalommal a kék búza kész kenyér rendelkezik (12,69 mg/g).



**18. ábra Összes vízoldható cukortartalom**



Az eredmények alapján megfigyelhető, hogy a cukortartalom minden esetben növekszik, azonban a különböző gabonák enzimatis aktivitása eltérően befolyásolja a cukortartalom alakulását a fermentáció és a sütési folyamat során.

## 5. Összefoglalás

Az utóbbi években Magyarországon jelentős növekedés tapasztalható a kézműves pékségek számában és ezzel párhuzamosan a vadkovászos technológiával készült kenyerek iránti kereslet is egyre nagyobb népszerűségnek örvend. A fogyasztók tudatosan választják a természetes alapanyagokból, adalékanyag mentesen készült, ízletes és tápanyagban gazdag kenyeret. Dietetikai szempontból a vadkovászos kenyér fogyasztása kedvezőbb lehet, mivel az ilyen típusú kenyerek általában hosszabb fermentációs eljárással készülnek, ezáltal javul a termék emészthetősége és alkalmasak lehetnek a FODMAP diétában is.

A kézműves pékségek elsősorban rozsból készült vadkovászt készítenek és használnak fel mivel a teljes kiőrlésű rozsliszt felületén található a legkedvezőbb mikroorganizmusok, amelyek a vadkovász készítési folyamatát támogatják. Ezenkívül a vadkovászt készítők keresik az újabb alternatív alapanyag lehetőségeket a kovász alapanyag, a rozs helyettesítésére, amelyek hasonló vagy kedvezőbb fermentációs tulajdonságokkal rendelkeznek.

Vizsgálataim során három növényfajhoz tartozó, összesen öt gabonafélét használtam fel vadkovász alapanyagként. Az alapanyagok teljes kiőrlésű és fehér lisztjeinek 50%-50%-os lisztkeverékeiből indítottam vadkovászt, majd az aktív kovász és BL-80 típusú kenyér bázalisszal hosszú fermentációs eljárás alkalmazásával cipókat sütöttem. A kutatásom során megfigyeltem a vadkovászok aktivitását és erősségét az etetési vizsgálatok során tapasztalt térfogatváltozásokból, valamint a cipó sütési vizsgálatok paraméterei alapján. Az teljes technológiai folyamat során nyomon követtem a vízben oldható szénhidrát komponensek, a FODMAP diéta szempontjából jelentős összetevők változását.

Méréseim során az aktív kovászok erőssége és térfogatt növekedése szoros összefüggésben állt az ezekből készült cipók eredményeivel. Bár a vadkovász készítéséhez mindegyik vizsgált gabona felhasználható, a vadkovász aktivitása tekintetében szignifikáns eltérések voltak megfigyelhetők. A legerősebb vadkovászt a rozsból készítettem, amelyet a tritikálé hasonlóan kedvező eredményei követtek. Ezzel szemben a közönséges búza, a kék és bíbor búzából készült kovászok az előbbiektől elmaradtak. A kenyerek térfogatában 10%-os különbséget tapasztaltam, a legkisebb térfogatú (bíbor búza) és a legnagyobb térfogatú (rozs) cipók között. A kenyerek bélzetében is tapasztaltam eltérést, a kék búza esetében a pórusok száma magasabb, 67 db volt, de kisebb pórusmérettel volt jellemezhető a kenyérbélzet. A tritikálé, a búza és bíbor búza hasonló egyenletes pórus eloszlású eredménnyel rendelkezett.

FODMAP szempontjából a legjelentősebb szénhidrát komponens, a fruktán tartalom 60-85%-os csökkenését figyeltem meg a vadkovászokban. A legkisebb fruktán tartalmat a kék búzából készült vadkovász mutatta (0,33%), míg a legmagasabbat a rozs (0,45%). A végtermékek fruktán tartalmát a felhasznált vadkovászok nem befolyásolják, mivel a kezdeti eltérések a fermentáció során kiegyenlítődtek mindegyik cipóban (0,3%) és a hosszú fermentációs technológiának köszönhetően kedvezően (FODMAP határértékre) lecsökkent a fruktán mennyisége.

Az összes vízzoldható cukortartalom koncentrációja jelentős változáson megy keresztül a különböző feldolgozási szakaszok során, mint a különböző gabonák lisztkeverékeiben, vadkovászaiban és a belőlük készült kenyerekben. A tritikálé kész kenyér cukortartalma kiemelkedő, amely eléri a 16,16 mg/g-ot, míg a legkisebb tartalommal a kék búza kész kenyér rendelkezett (12,69 mg/g). Az eredmények alapján megállapítható, hogy a cukortartalom minden esetben növekedést mutat, azonban a tritikálé kenyerek magasabb cukortartalmát a kék búzához képest a tritikáléra jellemző intenzívebb enzimatis aktivitása eredményezhette, amely a fermentációs folyamat során nagyobb mennyiségű cukor felszabadulását tette lehetővé.

Összeségében elmondható, hogy a különböző gabonákból készült vadkovászok mindegyike alkalmas vadkovászos kenyér készítésére, bár a kovász erőssége és a belőlük készült kenyerek térfogata között szignifikáns eltérések figyelhetők meg. Ugyanakkor tapasztalataim szerint ezek az eltérések megfelelő technológiai optimalizálással javíthatók, a fermentációs folyamat és az aktív kovászok mennyiségeinek megfelelő beállításával, így minden általam vizsgált gabonafajta megfelelő eredményt adhat a kenyérsütés során. Munkám folytatásaként, a megfigyelt kovász tulajdonságok jobb megértése érdekében érdemes lehet megvizsgálni a kovászok mikroorganizmus-összetétel változását az érés és a fermentáció során.

## 6. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani mindazoknak, akik segítették munkámat a dolgozat elkészítése során.

Elsősorban szeretném megköszönni konzulenseimnek, Kóczán Györgyné Dr. Manninger Katalin és Dr. Mihály-Langó Bernadettnek, a hasznos szakmai tanácsait, iránymutatását, és hogy minden támogatást megadtak a dolgozat elkészítéséhez. Továbbá köszönöm családomnak és barátaimnak, akik mindvégig mellettem álltak, bátorítottak és támogattak.

## 7. Irodalomjegyzék

- Ács P. és Matuz J. (2018): GK Híradó Kutatás + Marketing, (32): 10
- Ács K., Békés F., Lantos Cs., Pauk J. (2019): Évjáráthatás és öröklődési viszonyok vizsgálata fruktán tartalomra hazai tönkölyfajta populációban, In: Karsai, I., XXV.Növénynemesítési Tudományos Nap 2019. Növénynemesítés a 21. század elején: kihívások és válaszok, Budapest, MTA, p. 58.
- Cappella S., Guylaine L., Ganzle M., Gobbetti M. (2023): History and social aspects of sourdough : 1-13
- Chavan R. S., Chavan S. R., (2011): Sourdough Technology – A traditional way for wholesome foods: a review (10): 169-182
- Déri Sz. (2019): Kovászkaland, Boook kiadó
- Francavilla A. és Joye I. J. (2020): Anthocyanins in whole grain cereals and their potential effect on health, 12(10)
- Fras A., Golebiewska K., Golebiewska D., Mankowsk D.R., Boros D., Szecowka P. (2016): Variability in the chemical composition of triticale grain, flour and bread, (71): 66-72
- Freweda A., Rao S. S. C. (2014): *Dietary fructose intolerance, fructan intolerance and FODMAPs*. Current Gastroenterol Report 1, 370
- Huys G., Daniel H.-M., Vuyst L. D. (2012): Taxonomy and biodiversity of sourdough yeasts and lactic acid bacteria: 105-154
- Internet:1. A kovászos kenyér eredete: <https://ckgartisan.hu/portfolio/kovaszos-kenyer-eredete/>
- Internet: 2. <https://www.healthbenefitstimes.com/nutrition/fructan/>
- Internet 3. <https://alittlebityummy.com/blog/fructans-the-low-fodmap-diet/>
- Kimbell V. (2018): Kovász iskola, Csipet kiadó
- Livingstone D.P., Hinch D.K., Heyer A. G. (2009): Fructan and its relationship to abiotic stress tolerant in plants, Cellular and Molecular Life Sciences 66, 2007-2023
- Lewis D. H. (1993.): Nomenclature and diagrammatic representation of oligomeric fructans – a paper for discussion, New Phytologist 124, 583-594
- McKevith Brigid (2004): Nutritional aspects of cereals (29): 111-142

- Mergoum M., Singh P.K., Pena R.J., Río A.J. L., Cooper K.V., Salmon D.F., G  mez H. (2009): Triticale: A „new” crop with old challenges : 267-287
- Muir J. G., Shepherd S. J., Rosella O., Rose R., Barrett J. S., Gibson P. R. (2007): Fructan and free fructose content of common Australian vegetables and fruit (55): 16
- Németh R.   s T  m  sk  zi S. (2021): Current state and future trends in research and applications, (50): 620-640
- Palla M., Blandino M., Grassi A., Giordano D., Sgherri C., Quartacci M. F., Reyneri A., Agnolucci M., Giovanetti M. (2020): Characterization and selection of functional yeast strains during sourdough fermentation of different cereal wholegrain flours: (10)
- Roberfroid M., Gibson G. R., Hoyles I., McCartney A., L., Rastall L., Rowland I., et al (2010): Prebiotic effects: metabolic and health benefits, British Journal of Nutrition, 104
- Saldivar Serna S.O (2016): Cereals: Dietary importance: 703-711
- Sánchez-  dr  a I. E., Sanmart  n G., Prieto J. A., Estruch F., Fortis E., Rande-Gil F. (2023): Technological and acid stress performance of yeast isolates from industrial sourdough (184)
- Siepmann F. B., Ripari V., Waszczynskyj N., Spier M. R. (2018): Overview of sourdough technology: from production to marketing (11): 242-270
- Tóthné L. M. (2014): H  zi p  kek alapk  nyve, Csipet kiadó
- Valmorri S., Tofalo R., Settani L., Corsetti A., Suzzi G. (2010): Yeast microbiota associated with spontaneous sourdough fermentations in the production of traditional wheat sourdough breads of the Abruzzo region (Italy) (97): 119-129
- Varga A., Györéné K. Gy. (2008): N  v  nytermeszt  s   s   lelmiszerm  n  s  g, Szent Istv  n Egyetem, G  d  ll   3-10. 67-69
- Veenstra I. D., Jannink J-L., Sorrells M. E. (2017): Wheat Fructans: A potential breeding target for nutritionally improved, climate-resilient varieties, Crop Science
- Verspreet J., Dornez E., Van den Ende W., Declour J. A., Courtin C. M. (2015): Cereal grain fructans: Structure, variability and potential health effects. Trend in Food Science & Technology 43., 32-42

- Vinje L., Smekens S. (1999): Fructan: more than a reserve carbohydrate? *Plant Physiology* 120, 351-359
- Vuyst L. D., Neysens P. (2005): The sourdough microflora: biodiversity and metabolic interactions, (16):43-56
- Yazar G., Tavman S. (2012): Functional and technological aspects of sourdough fermentation with *Lactobacillus sanfranciscensis*, (4): 171-190
- Zapata P. L., Navarro E. G., Koninckx C. R. (2024): The low FODMAP diet: a review of the literature. *Journal of Clinical Medicine* (101): 36-45
- Zhao Y., Han G., Li Y., Lv H. (2024): Changes in quality characteristics and metabolites composition of wheat under different storage temperatures (105)
- Varney J., Barrett J., Scarla K., Catsos P., Gibson P. R., Muir J. G. (2017): FODMAPs: food composition, defining cutoff values and international application (32): 53-61

## 8. Ábrák és táblázatjegyzék

### 8.1 Ábrák jegyzéke

|                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. ábra Kék és bíbor búza (Forrás: saját).....                                                                                                                        | 8  |
| 2. ábra Vadkovászos technológiával készített kenyér (Forrás: saját).....                                                                                              | 9  |
| 3. ábra Különböző kovászos technológia eljárások (Yazar és Tavman 2012).....                                                                                          | 11 |
| 4. ábra FODMAP diéta ( <a href="https://www.humnutrition.com/blog/what-is-a-low-fodmap-diet/">https://www.humnutrition.com/blog/what-is-a-low-fodmap-diet/</a> )..... | 19 |
| 5. ábra Búza vadkovász készítése.....                                                                                                                                 | 23 |
| 6. ábra Különböző gabonákból készített vadkovászok 8.nap.....                                                                                                         | 23 |
| 7. ábra Tritikálé vadkovászos tészta érlelés előtt és után.....                                                                                                       | 24 |
| 8. ábra A kész vadkovászos kenyerek.....                                                                                                                              | 25 |
| 9. ábra Scan Vac liofilizáló készülék és a Retsch vibrációs malom.....                                                                                                | 27 |
| 10. ábra Minták előkészítése.....                                                                                                                                     | 29 |
| 11. ábra Thermo Scientific centrifuga készülék és a teszt-csövek centrifugálás után.....                                                                              | 30 |
| 12. ábra Pharmacia biotech spektrofotométer készülék.....                                                                                                             | 31 |
| 13. ábra Különböző vadkovászok növekedése.....                                                                                                                        | 33 |
| 14. ábra Különböző vadkovászos kenyerek (balról jobbra felső sor: rozs, tritikálé, búza; alsó sor: kék búza, bíbor búza).....                                         | 34 |
| 17. ábra A fruktán változása a kovászos kenyér készítése során.....                                                                                                   | 36 |
| 18. ábra Monoszacharidok változása.....                                                                                                                               | 38 |
| 19. ábra Diszacharidok változása.....                                                                                                                                 | 39 |
| 20. ábra Összes vízdíható cukortartalom.....                                                                                                                          | 40 |

### 8.2 Táblázat jegyzéke

|                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. táblázat Különböző országok liszt mintáiból izolált tejsavbaktériumok és élesztőgombák fajtái (Huys és mtsai. 2012)..... | 13 |
| 2. táblázat A fruktán típusai (Livingstone D P III, et al. 2009.).....                                                      | 17 |
| 3. táblázat Fruktán tartalom a különböző gabonafélékben (Versprey J. és mtsai 2015).....                                    | 20 |
| 4. táblázat Minták listája.....                                                                                             | 26 |
| 5. táblázat Kovászos kenyerek mérési eredményei.....                                                                        | 34 |



MATE Szervezeti és Működési Szabályzat  
III. Hallgatói Követelményrendszer  
III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat  
6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat /  
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója  
4.1. sz. melléklete: Konzulensi nyilatkozat

## NYILATKOZAT

Kocsis Nikolett (név) (hallgató Neptun azonosítója: D4FBUM)  
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a  
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót<sup>1</sup> 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 javaslom<sup>2</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>3</sup>

Kelt: Bp. 2024 év szeptember hó 25 nap

K. G. dr.  
belső konzulens

<sup>1</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendó.

<sup>3</sup> A megfelelő aláhúzendó.

## NYILATKOZAT

### a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>1</sup> nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: Kocsis Nikoletta  
A Hallgató Neptun kódja: D4FBUM  
A dolgozat címe: Különböző gabonákból készült vadkovászok összehasonlító elemzése  
A megjelenés éve: 2024  
A konzulens intézetének neve: MATE Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Gabona és Iparinövény Technológiai Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>2</sup> egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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

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

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

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

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

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

Kelt: 2024. 11. 04. .

  
Hallgató aláírása

<sup>1</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

<sup>2</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.