



SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
UNIVERSITAS SCIENTIARUM SZEGEDIENSIS
MÉRNÖKI KAR

***FERMENTÁLT GABONA BÁZISÚ
TERMÉKFEJLESZTÉS ZÖLDSÉGEK ÉS
GYÜMÖLCSÖK FELHASZNÁLÁSÁVAL***

TDK DOLGOZAT

Meszlényi Csilla Ágnes

II. évfolyamos okleveles élelmiszermérnök MSc.

hallgató

Témavezető:

Dr. habil. Gyimes Ernő PhD

egyetemi docens

Konzulens:

Dr. Vidács Anita PhD

főiskolai docens

SZEGED

2023.

BEVEZETÉS

Az emberek és az állatok legősibb tápláléka a gabona melynek kultikus tiszteletét már az ősi egyiptomi civilizációból származó síremlékek is megőrkítik. A gabona termesztésének misztikus története szorosan összefonódott az emberiség fejlődésével csakúgy mint, az egyes mikroorganizmusok szerepének felismerése és tudatos alkalmazása a tradicionális élelmiszer előállítási folyamatokban.

A gabona félék fermentálása során, az alkalmazott mikroorganizmusok enzimatisz folyamatoknak köszönhetően olyan illékony illetve nem illékony vegyületek keletkeznek, melyek hozzájárulnak a termék sajátos aromájához, miközben tápanyagokban gazdagok. Napjainkban növekvő figyelmet kap az egészséges táplálkozás és az immunitás közötti kapcsolat, ezért a pre- és probiotikumokat más néven „colonic food”-oknak azaz vastagbél táplálékként is szokás említeni. A legújabb kutatásokkal megállapítható, hogy a bélmikrobióta szoros kapcsolatban van az immunrendszerrel és az aggyal a mikrobióta-bél-agy tengelyen keresztül.

A TDK munkám célkitűzése olyan kizárólag gabona bázisú, ízesített, tejsavasan fermentált por alapú funkcionális termék fejlesztése mely azon túl, hogy rostokban és antioxidánsokban gazdag még pre illetve probiotikumokat is tartalmaz. Munkám folyamán kiemelt figyelmet fordítottam arra, hogy a termékek előállítása során keletkező összes mellékterméket hatékonyan hasznosítani lehessen, ezáltal fenntartható legyen, továbbá minőségüket hosszan megőrizték.

A dolgozatomban ismertetem, a leggyakoribb hazai gabonaféléket majd kitérek különböző fermentálási típusokra és az általuk előállított élelmiszeripari termékekre. Igyekeztem jelentős figyelmet fordítani e fermentált élelmiszerek gasztrokultúrában betöltött sokszínű szerepére és a fogyasztásukat övező egészségügyi hatásokra. Ezt követően ismertetem a mintatermékek előállításának technológiáját majd a különböző vizsgálati eredményeket. Az elkészült porkeverékek nedvesség és vízaktivitás értékét meghatározva következtethetünk az eltarthatóságukra, míg a mikrobiológiai vizsgálatokkal az alkalmazott oltókultúra működéséről kaphatunk átfogó képet. Végül az érzékszervi vizsgálat eredményeit tulajdonságonkénti egytényezős varianciaanalízis segítségével vizsgáltuk, mellyel megállapítható, hogy melyik termék kapott a legmagasabb pontszámot.

CÉLKITŰZÉS

A diplomamunkám célkitűzése, olyan kizárólag gabona bázisú, ízesített, tejsavasan fermentált termék előállítása, mely különböző halmazállapotú formákban, mint funkcionális élelmiszerek kerülhetnek kereskedelmi forgalomba. Az elkészült porkeverékeket, italporokat megadott mennyiségű vízzel avagy növényi itallal elkeverve kiváló probiotikus alternatívát nyújthatnak bárki számára. A laboratóriumi kísérleteket az alább ismertetett anyagok, eszközök, illetve módszerek segítségével hajtottuk végre.

I. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

1.1 A gabonák eredete

Az emberek és az állatok legősibb tápláléka a gabona eredetileg a mai Libanon területéről származik. Az alaptáplálékot biztosító gabonanövényeket kultikus tisztelet övezte az egyiptomi ősi civilizációból származó síremlékek alapján. Minden fejlett kultúrának saját gabonatermesztési szokásai voltak az éghajlati és a földrajzi adottságokhoz híven. Ennek fényében a rómaiak búzát, az északi népek árpát és rozst, az afrikai népek kölest, az amerikai területeken kukoricát, Ázsia földjein pedig rizst termesztettek.

A gabona termesztésének misztikus története szorosan összefonódott az emberiség fejlődésének történetével. A gabona hosszú ideig fizető eszközként szolgált, továbbá tekintélyes szerepet töltött be a népek letelepedésben is. A vadászó gyűjtögető életmódot folytató ember letelepedett és módszeres földműveléssel és állattartással kezdett foglalkozni, mely sokkal megbízhatóbb, időtállóbb táplálékforrásként szolgált. Az ily módon fejlődő mezőgazdaság hozzájárult a lakosság növekedéséhez is, hiszen elegendő táplálék állt rendelkezésre és több született gyermek maradt életben. A gyarapodás hatására a gabonák felhasználásának, elkészítésének módja is változott így megalapozva a kenyérsütés művészetét (Heidböhmer, 2021).

A fogyasztásra alkalmas gabonafélék a pázsitfűfélék családjába tartozó, kalászos szemtermésű növények. Alacsony szabadvíz tartalmuk miatt, jó tárolhatóságuk ezért ősidők óta a Föld népességének tápláléka. Ide sorolható a búza, a rozs, az árpa, a zab, a köles valamint a rizs. Ezen felül megkülönböztethetünk úgynevezett álgabonákat (pszeudocereáliák, pszeudogabonák) melyek növényrendszertanilag a perjefélék családjába tartoznak és magjaik élelmezési célra alkalmasak. Ilyen álgabona az amaránt (disznóparéj), a chiamag (azték zsálya), a hajdina és a quinoa (rizsparéj) (Pepó & Sárvári, 2011).

1.1.1 Búza

A gabonafélék közül a *Triticum* nemzetség tagjai élelmezésünk alappilléreinek számítanak, hiszen lisztjeikből kenyerek, pékáruk és tészták színes választéka készül. Az őszi

és tavaszi búza (*Triticum aestivum*) a nemzetség legkiválóbb, legértékesebb növénye, ugyanis globálisan alkalmazza a takarmányipar és az élelmiszeripar. A világon napjainkban 210-220 millió hektáron termesztik valamennyi kontinensen, de Délnyugat-Ázsia területeiről származik. Legfontosabb jellemzője, hogy fehérjéi sikerképzésre hajlamosak, így őrleményének legnagyobb fogyasztója a sütőipar. A búzalisztból készült tésztában kelesztés közben gázok fejlődnek, melynek számottevő részét visszatartja a kialakult síkerváz. Ennek eredménye sütés után válik láthatóvá a kenyér bélzetének lyukacsos laza szerkezetén.

A durum búzából (*Triticum durum*) készítik a kuszkuszt, a bulgurt és a piláfot, de elsősorban száraztészták alapanyaga. Megjelenésében szemtermése üveges, lisztje sárga és barna pigmentekben gazdag, mely a béta-karotin tartalomra vezethető vissza. Értékét növeli, hogy magas a fehérje és sikértartalma, tavasszal és ősszel is termesztethető továbbá takarmányozásra is felhasználható.

A régmúltban és a középkorban széleskörűen termesztett tönkölybúzát (*Triticum spelta*) az elmúlt évtizedekben kezdték újra „felfedezni”. Termesztése méltatlan módon veszett feledésbe, hisz több ezer évvel ezelőtt már ismert volt Európában valamint a Közel Keleten. Kedvező beltartalma miatt gyermektápszerekben használják, de búzahús, búzafülé is készíthető belőle. Az ökológiai (bio) gazdálkodás fontos kalászos növénye, mert lisztjét a sütőipari termékek előállításához használják fel, de takarmányként is jól hasznosítható (Ábrahám, és mtsai., 2019).

1.1.2 Zab

A zab viszonylag későn került termesztésre, jóval a búza vagy az árpa megjelenése után kiváltképp Ázsia területein. Az első termesztett zab leletek a bronzkorból kerültek elő svájci barlangokból, de a bizonyítékok azt igazolják már az ókori görög és római kultúrákban is jelen volt takarmány formájában. A ma ismert zab feltehetőleg a vadzab fajokból keresztezésekkel alakult ki. Nagyon értékes abrak takarmány, hiszen magas fehérjetartalommal rendelkezik, amely kiváló biológia értékű így jól hasznosul. Könnyen emészthető, továbbá E és B₁ vitaminban gazdag. Energiatartalma a többi gabonaféléhez képest kicsi és magas nyersrost tartalma révén dietetikus hatása kedvező. A terméséből készített zabpehely és liszt a csecsemők és az idős, beteg emberek fő tápláléka. Könnyen emészthető keményítőt, jó aminosav összetételű fehérjét és sokféle ásványi anyagot tartalmaz. Kimagasló rost és nyálkaanyag tartalma miatt gyomorkímélő hatású, így emésztőszervi megbetegedések esetén fokozott fogyasztása javallott (Ábrahám, és mtsai., 2019).

1.1.3 Szója

A távol kelet egyik leggyakrabban használt növénye a szója, amelyet a „Kelet tehenének” valamint „Föld adta hús”-nak is neveznek. A rizs mellett a szója is nélkülözhetetlen mindennapos táplálékunk évezredek óta. A keleti szójaételek esetében a technikai előkészítést nézve beszélhetünk natúr formában elérhető vagy fermentáció után fogyasztható termékekről (Balikó, Bódis, & Kralovánszky U., 2007).

Az első írásos feljegyzés a szójáról Krisztus előtt 2838-ból maradt fenn miszerint, Cseng-Nung kínai császár az 5 „szent növény” között a szóját is említi. Bizonyítékok vannak arra vonatkozóan is, hogy már a bábeli torony építése előtt, az egyiptomi piramisok idejében is ismerték. A szójanövény (*Glicine soja*) magja kiemelkedően értékes, hiszen gazdag fehérjetartalma és olajtartalma mellett, remek az aminosav- (esszenciális aminosavak) és zsírsavösszetétele. Keményítőt nem tartalmaz így szénhidráttartalma alacsony, viszont bővelkedik szacharózban és a szövetnedvben nem oldódó poliszacharidokban.

Az ásványi anyagok közül nagyobb mennyiségben tartalmaz magnéziumot, kalciumot és foszfort, de szelén tartalma sem elhanyagolható. Rosttartalma a héjban koncentrálódik, mely főként takarmányozási célra kerül, de különféle készítményekben táplálkozási célra is felhasználhatók, hisz kedvezően befolyásolják az emésztési folyamatokat (Balikó, Bódis, & Kralovánszky U., 2005).

1.1.4 Rizs

A rizs a búzához hasonlóan az egyik legfontosabb kultúrnövényünk, ugyanis 2,5 milliárd ember mindennapi táplálékát teszi ki. Az *Oryza sativa* avagy a rizs megjelenése 7000 évvel ezelőtt történhetett Délkelet Ázsiában. Mivel termesztése monszun éghajlatot igényel így legnagyobb változatossággal Ázsiában található meg valamint Amerika és Európa bizonyos területein.

Nem tartalmaz sikért ezért, gluténmentes így a lisztérzékenyek és a glutén érzékenyek is bátran fogyaszthatják. A növény minden része hasznosítható a különféle iparágak számára. A közvetlen fogyasztáson túl a keleti kultúrában feldolgozott alkoholos és nem alkoholos formában is találkozhatunk vele (amazake, horchata, sikhye). A csírájából kiváló minőségű, különleges viaszt és olajat állítanak elő, míg szalmája papírgyártásra és almozásra használatos. Pelyváját a kertészeti szférában talajhelyettesítő anyagokként, mulcsozásra továbbá fűtőanyagként is alkalmazzák.

A rizs egy másik változata az indiánrizs, mely főként az egészségtudatos vásárlók között népszerű. Észak-Amerikában őshonos, elsősorban a Nagy-tavak parti sávjában vannak kiterjedt vadon növény állományai az USA és Kanada határvidékein. Kedveli a folyók, tavak sekély vizű

részeit, az árral elöntött ártéri területeket. Szabályozott termesztésének ötlete csak az 1852-es évekre datálható, így az 1950-es évektől kezdve kis területeken termesztik és nemesítik. Szemtermése a rizs helyettesítésére alkalmas, ízletes, különleges és rengeteg változatos étel készíthető belőle. Magas ára miatt viszont gyakran a közönséges rizzsel elegyítve kerül forgalomba (Ábrahám, és mtsai., 2019).

1.2 Az élelmiszeripari fermentálás

Az élelmiszeripari fermentációk tulajdonképpen biológiai tartósítási módszerekként is értelmezhetők, mivel a folyamatok során a mikroorganizmusok adott csoportjainak elszaporítása a cél, miközben számunkra előnyös tulajdonságokkal ruházzák fel a termékeket. Az élelmiszeripar más fermentációs ipari termékeket használ fel, adalékanyagként illetve segédanyagként az új termékek létrehozásához, vagy élelmezési célra állít elő fermentált termékeket (Deák, és mtsai., 2006).

Az ipari fermentáció számos csoportját tudjuk megkülönböztetni:

- Különböző szerves vegyületek előállítása melyeket élelmiszer adalékokként (színezék, aromák), enzimekként (amiláz, galaktozidáz), antimikrobás anyagokként (tartósítószer, antibiotikum) vagy hajtó anyagokként (etanol) hasznosítanak tovább.
- Alkoholosan erjesztett termékek előállítása, melyek közül kiemelkedő jelentőséggel az alkohol tartalmú italok (bor, sör) bírnak, de alkoholos erjedés megy végbe a kenyérfélék kelesztésekor is.
- Tejsavasan erjesztett, fermentált termékek előállítása ipari méretekben. Ilyen termékek a joghurt, a kefir, a sajtok, a húskészítmények, mi több a zöldség- és gabonafélék is.
- Mikrobasejt tömegek továbbá sejtkivonatok (fehérjék, peptidek, aminosavak) létrehozása. Effajta termékek például a sütőélesztő vagy a takarmányélesztő (Deák, és mtsai., 2006).

1.2.1 Az élelmiszeripari fermentálás típusai és az alkalmazott törzsek bemutatása

Az élelmezési céllal előállított termékek több csoportba sorolhatók az uralkodó mikrobiota jellemző anyagcsere termékei szerint.

Fellelhetők vegyes fermentációval előállított élelmiszerek melyek gyártása során jellemzően, egy vagy több féle, szilárd halmazállapotú alapanyagot penészgombák, élesztők, tejsavbaktériumok vagy más egyéb mikroorganizmusok segítségével erjesztik. Ezen élelmiszerek jellemzően a keleti gasztrokultúrában jelentősek, de vegyes mikrobás aktivitással történik a kávé illetve a kakaó fermentálása is.

Megkülönböztethetünk tejsavasan erjesztett termékeket, mikor az alkalmazott tejsavbaktériumok által termelt tejsav határozza meg a termék jellegét. Ilyenek a tejből készülő savanyú tejtermékek, vajak és sajtok, a hús felhasználásával készülő kolbász és szalámitfélék továbbá a zöldségek felhasználásával készülő erjesztett zöldségfélék (Deák, és mtsai., 2006).

A „tejsavbaktériumok” (angolul: Lactic Acid Bacteria, LAB) spórát nem képző, Gram pozitív, kataláz- és oxidáz negatív, pálcák és kokkusok melyek a rendelkezésre álló szénhidrátokból fermentatív úton állítanak elő tejsavat. Ezen tejsav mennyisége függ a pH-tól, a hőmérséklettől, a felhasználható tápanyagoktól illetve az alkalmazott törzsektől. A tejsavbaktériumok közé sorolhatók az alábbi törzsek: *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Vagococcus*, *Aerococcus*, *Carnobacterium*, *Tetragenococcus*, *Oenococcus* és *Weissella*.

A rendelkezésre álló szénhidrátok lebontása a tejsavbaktériumokban kétféle biokémiai úton valósulhat meg homofermentatív vagy heterofermentatív módon. A homofermentatív bontás esetén a végtermék jelentős része (megközelítőleg 85%) tejsav, míg a heterofermentatív bontás esetében a tejsav mellett szén-dioxid, ecetsav és/vagy etanol, acetoin és diacetyl is keletkezhet. A homolaktikus fajok a hexózokat a glikolízis útvonalán bontják le, míg a heterolaktikus fajok a pentózfoszfát útvonalon. Ebben az esetben foszfoketoláz enzimre is szükség van, mely a glükonsavból képződő pentózokat hasítja. Megkülönböztethetünk egy harmadik féle útvonalat is, hiszen léteznek fakultatív heterofermentatív tejsavbaktériumok melyek a glükózból csak tejsavat állítanak elő de felhasználják a glükonsavat és a pentózokat is (Abedi & Hashemi, 2020).

Az alkoholosan erjesztett termékek előállításakor az élesztőgombák az alapanyagban található szénhidrát forrásokat anaerob körülmények között alkoholosan erjesztik etanollá és szén-dioxiddá. Így készülnek a sütőipari termékek valamint az alkoholos italok a sör és a bor. Gyártásuk során különböző élesztő törzseket alkalmaznak. Az alkoholos erjedés biokémiai folyamatát tekintve a hexózokból piroszőlősav keletkezik, majd az élesztők anaerob metabolizmusuk során a piroszőlősavból piruvátdekarboxiláz enzimük segítségével acetaldehiddé alakítják. Végül az acetaldehidet az alkohol dehidrogenáz NAD koenzimmel etanollá redukálják (Lásztity és Törley, 1993). Ezekben a folyamatokban a *Saccharomyces* nemzetség fajtái játszanak kulcsfontosságú szerepet. Ezek az élesztőgombák heterotróf aerob szervezetek és a fajok közel fele fakultatív anaerob és jellegzetesen alkoholos erjesztést végez (Deák, és mtsai., 2006).

A klinikai kutatások során megállapították, hogy a *Saccharomyces boulardii* bioterápiás hatóanyagként számos gyomor-bélrendszeri betegség megelőzésére és kezelésére alkalmas. Bár

egyes pácienseknél kockázatokkal járhat a terápia, pozitív eredményeket értek el a *Clostridium* és a *Helicobacter pylori* fertőzések esetében. Ekkor a *Saccharomyces boulardii* probiotikumként viselkedve csökkentette a patogén mikroorganizmusok számát (Kelesidis & Pothoulakis, 2012).

Ha az alkoholtartalmú folyadékot aerob körülmények között vizsgáljuk, alkoholtartalmuk az ecetsavbaktériumok hatására ecetsavvá alakul. Ekkor a mikroorganizmusok az egyszerű szénhidrátokat és cukrokat a pentózfoszfát-úton hasznosítják. Az ecetsavas erjesztést főként a Gram-negatív *Acetobacter aceti* végzi 20-25 Celsius fokon. Az étkezési ecetsav gyártás során az ecetsavbaktériumokat bükkfaforgács segítségével immobilizálják, melynek köszönhetően felületén vékony hártyát képezve hatékonyan alakítják ecetsavvá az alkoholt már néhány nap alatt (Deák, és mtsai., 2006).

Érdeemes megemlíteni továbbá az egyes sajtféleségek érési folyamatának jellemzőit a propionsavas erjedést illetve a tejsavas erjedés kellemetlen kísérőjét a vajsavas erjedést.

A vajsavas erjedés során a vajsav termelő baktériumok (*Clostridium* fajok) szénhidrátokból és tejsavból anaerob módon vajsavat termelnek, így megjelenésük előfordulhat a kenyérben, a savanyú káposztában, a különféle sajtokban továbbá számos növényben és gombában (Bogdán, Gasztonyi, & Gábor, 1992).

A *Clostridium* nemzetségbe tartozó mikroorganizmusok a szerves anyagok anaerob lebontásában közreműködő elsődleges fermentáló szervezetek. A nemzetség tagjai Gram-pozitív, endospóra képző, obligát anaerob anyagcserét megvalósító mikroorganizmusok (Hippe, Andreesen, & Gottschalk, 1992).

A propionsav színtelen, vízzel minden arányban elegyedő szúrós szagú folyadék, melyet a propionsav-termelő baktériumok állítanak elő hexózból. Fontos szerepe van a sajtok érésében, a kávé, a sör, és a tea aromaanyagok kialakításában (Bogdán, Gasztonyi, & Gábor, 1992).

A propionsav termelő baktériumok Gram-pozitív, pálcika alakú mikroorganizmusok, melyek anaerob úton szintetizálnak propionsavat. Az élelmiszeriparban az alábbi fajok alkalmazása a leggyakoribb: *P. freudenreichii*, *P. globosum*, *P. orientatum*, *P. coloratum*, *P. freudenreichii* *P. shermanii*. Ezen baktériumok széleskörben való alkalmazásának vizsgálata során olyan megállapítást tettek, hogy a propionsav termelő baktériumok ellenállnak a gyomorsavnak és az emésztőrendszerbe jutva probiotikumként képesek viselkedni. A vizsgálatok során a propionibaktériumokat, tejsavbaktérium és bifidobaktérium tenyészetekkel együttesen alkalmazva pozitív eredményeket értek el a borjak probiotikus táplálásában (Gautier, 2014).

1.3 A fermentált élelmiszerek története

A mikroorganizmusok szerepének felismerése és tudatos alkalmazásuk kezdete a múlt század közepére tehető, azonban gyakorlati tapasztalatokon nyugvó felhasználásuk az olyan tradicionális eljárásokban, mint a sör-, a bor-, az ecet- vagy a sajtgyártás több évezredes múltra vezethető vissza. A mikrobiológia tudományának fejlődésével, ezen eljárások tökéletesítése vált lehetővé továbbá a mikroorganizmusok újabb alkalmazási lehetőségei tárultak fel (Bíró, és mtsai., 2001).

1.3.1 A hagyományos keleti fermentált termékek

A keleti fermentált szójaételekben közös tulajdonság, hogy valamilyen mikroorganizmus közreműködésével készülnek ennek eredményeképpen sajátos, jellegzetes ízvilágúak. Rendszerint főételként vagy ízesítőanyagként fogyaszthatók és megnevezésük országonként eltérő lehet.

A Kínából származó évezredes múltra visszatekintő szójaszós az egyik legelterjedtebb speciálisan előállított, fermentált szójakészítmény világszerte. Kiváló ételízesítő a különböző hús valamint tofu termékek számára sós, jellegzetes íze miatt. Előállítását tekintve a főzött, olajtalanított szójapelyhet tovább főzik pörkölt búzával, majd beoltják *Aspergillus oryzae*-al. Ezen mikroorganizmus 45-65 órán szaporodik miközben a fermentációs erjesztést kondicionáló sóoldatot adagolnak hozzá kissé meleg hőmérsékleten 2-12 hónapig. Ezt követően a folyadékot leszűrik, eltávolítják az oldhatatlan részeket, pasztörizálják majd üvegekbe töltve jut el a fogyasztókhoz.

A natto leginkább Japán területén elterjedt fermentált készítmény melyet levesbe, salátába vagy rizzsel tálalva fogyasztanak. A megmosott és beáztatott szójababot 20-30 percig főzik, nyomás alatt majd visszahűtik 40 Celsius fokra és beoltják *Bacillus subtilis* var. *natto*-val majd erjesztik 14-20 órán keresztül. A fermentálást követően a babot 5-10 mm vastag ragadós anyag szövi át melyet, ha széthúznak fonalas, nyúlós állományú (Balikó, Bódis, & Kralovánszky U., 2007).

A tempeh Indonézia kedvelt fermentált készítménye, amit főételként, ízesítőanyagként fogyasztanak. A szójababot beáztatják, hántolják majd 40 Celsius fokon megfőzik és beoltják *Rhizopus oligosporus*-sal vagy *Rhizopus oryzae*-vel. A fermentáció 30 Celsius fokon 2-3 nap alatt megy végbe melyet követően fehér, vékony micéliumréteg alakul ki a mikroorganizmusoknak köszönhetően a babok felületén (Balikó, Bódis, & Kralovánszky U., 2007). A szójaszemek így egymáshoz tapadnak és egy jól szeletelhető, kellemes állagú, friss gombára emlékeztető terméket hoznak létre. A baktériumok közül az *Enterobacteriaceae*

család tagjai dominálnak, míg az élesztők közül a *Candida maltosa* és a *Candida lusitanae* alkalmazása népszerű (Deák, és mtsai., 2006).

Az így elkészült fehérjében és B₁₂ vitaminban gazdag tempeh kiszárítva, kapszulázva és kúraszerűen alkalmazva hatásosnak bizonyult a HbA1C és a triglicerid szintek csökkentésére. (A HbA1C a hemoglobin egyik alegysége, mely a glükóz megkötésére képes és magas értéke a nem megfelelő szénhidrát anyagcseréről ad tájékoztatást.) A kutatásban résztvevő 2-es típusú cukorbetegségben szenvedő személyeknél a koleszterin koncentrációja pozitív korrelációt mutatott az LDL (low-density lipoprotein) koncentrációjával szemben, valamint negatív korrelációt adott a HDL (high-density lipoprotein) koncentrációjával a kezelést követően (Su, és mtsai., 2021).

A miszó (kínai nevén: chiang) olyan fermentált készítmény mely földrajzi területétől függően édes, édesített vagy sózott ízű eredete pedig egészen a Krisztus előtti évekig vezethető vissza. A koji gőzölt, tisztított rizs avagy árpa melyet vízben áztatnak, gőzölnek majd beoltják *Aspergillus oryzae*-val. A főtt szójababhoz hozzáadják a kojit, sót, vizet és tejsavtermelő baktériumkultúrával fermentálják a keveréket néhány napig vagy akár 3-6 hónapig. A miszó a kínai és japán konyhában általánosan fogyasztott, levesek és sült avagy főtt húsok ízesítésére használják (Balikó, Bódis, & Kralovánszky U., 2007).

A kínai konyha talán egyik legrendhagyóbb étel különlegessége a kacsa-, tyúk-vagy fűrj tojásból készülő 100 napos tojás (kínaiul:pidan) melyet „century egg”-ként, fekete tojasként, „millenium egg”-ként vagy „thousand-year egg”-ként is szoktak emlegetni. Hagyományosan a kacsa tojást mészből (CaO), agyagból, sóból, (fenyő)hamuból és fekete teából álló lúgos keverékbe burkolják majd rizs héjba / rizs ocsúba forgatják. Ezt követően száraz helyen 5 és 25 Celsius fok közötti hőmérsékleten három hónapig, 100 napig tárolják. Az ily formán tartósított tojás fehérjéje áttetsző barnás színezetű, kocsonyás állagú, míg a tojássárgája sötét zöldes-szürkés színű és krémszerű. A modern módszer alkalmazása lehetővé teszi az összetevők redukálását, így csupán nátrium-hidroxid és konyhasó oldat felhasználásával majd a tojások fóliában / rizshéjban történő érlelésével előállítható a pidan (Eiser, és mtsai., 2009).

Vegyes erjesztéssel különböző alkoholtartalmú italok készíthetők rizsből, kölesből, cukornádból, avagy pálmatermésekből. A közel 2000 éves múltú visszatekintő kombucha gyengén szénsavas ital mely fekete teából készül spontán erjesztéssel. Az erjesztésben élesztőgombák (*Brettanomyces*, *Picha*, *Saccharmyces*, *Zygosaccharomyces*) és tejsavbaktériumok vesznek részt. Ezen mikroorganizmusok közbenjárásával készül el szobahőmérsékleten ez a szerves savakban, vitaminokban és ásványi anyagokban gazdag egészségvédő hatású ital (Deák, és mtsai., 2006)

Egy kísérlet során a kakaóbab feldolgozásának melléktermékéből a kakaómézből készítettek kombucha jellegű funkcionális italt és vizsgálták antioxidáns tartalmát. A kakaóméz cukorban és oldott ásványi anyagokban gazdag ezért a mikroorganizmusok számára alkalmas közegnek bizonyult. A nyolc napos erjedési ciklus alatt, az összes savtartalom, a cellulóz mennyisége, az életképes egyedek száma valamint az antioxidáns aktivitás is mérhetően megemelkedett. Ezzel szemben a pH és az összes oldható szilárd anyag tartalom csökkent. Az antioxidánsok tekintetében a kakaómézből készült kombucha kiemelkedően magas aktivitást mutatott mely összefüggésbe hozható a fenolok és a flavonoidok magas szintjével (Yuliana, és mtsai., 2023).

1.3.2 Biológiai úton tartósított zöldségfélék

A biológiai úton tartósított savanyúságok, mint a tejsavas erjedéssel készülő kovászos uborka, sós vizes uborka vagy a savanyított káposzta számottevő része idény jellegű. A már említett tejsavas erjesztéssel való tartósítás az egyik legrégebbi tartósító eljárások közé sorolható és világszerte több mint húsz féle zöldséget használnak fel ipari körülmények között. A tejsav kellemes ízt kölcsönöz a terméknek, ugyanakkor a tejsavtermelő baktériumok a savtermelés révén gátolják a romlást okozó mikroorganizmusok szaporodását ezzel biztosítva az eltarthatóságot.

Az így készülő termékekhez minden esetben konyhasót használnak, mely fontos szerepet játszik a tejsavas erjedés folyamatának irányításában. Segítségével olyan kémiai és fizikai folyamatok zajlanak le, melyek hatására a növényi szövetekből a sejtnedv a lébe kerül. Így könnyebbé válik a levegő kiszorítása valamint, hozzáférhetővé válnak az egyszerű cukrok. Ezen két tényező együttese pedig kedvez a tejsavbaktériumok szaporodásának. A tejsavbaktériumok anyagcsereterméke a tejsav mely a pH csökkentés által visszaszorítja, illetve elpusztítja a nemkívánatos mikrobákat. Az erjedési folyamat akkor a legszabályozottabb, ha mesterséges úton, tiszta tejsavbaktérium tenyészetek alkalmazásával, ellenőrzött körülménynek között megy végbe. A leggyakrabban alkalmazott fajok a *Leuconostoc mesenteroides*, a *Lactobacillus brevis*, a *Lactobacillus plantarum*, és a *Pediococcus pentosaceus* (Kanyó & Kasza, 2000).

A savanyított káposztát fejes káposzta felhasználásával tejsavas erjesztés útján állítják elő. A fedőlevelek és a torzsa eltávolítása után a káposztát egységnyi méretűre szükséges szeletelni és ezt követően a fermentációs edényben sóval és fűszerekkel rétegesen megtölteni. Az így elkészülő rétegeket tömöríteni kell, annak érdekében, hogy a sejtekből a sejtnedv a felszínre kerüljön. Az így megtöltött edényzetet kedvező 18-20 Celsius fokos erjesztőhelyiségben tárolják közel egy hétig, míg az előerjedés folyamata véget ér. Az

előerjedés során a mikroorganizmusok csoportjai közötti lezajlik a versengés, melynek végére a tejsavbaktériumok túlsúlya lesz jellemző. A második fázis a fő erjedés 2-3 hétig tart, ekkor a szövetekből valamint a felöntőléből származó cukor teljes egésze elfogy, valamint a savtartalom eléri a maximális értéket. Az utóerjedési fázisban a tejsavbaktériumok száma csökken, csak a savtűrő fajok maradnak életben, valamint megtörténik a kiegyenlítődés a termék és a sós-savas lé között (Kanyó & Kasza, 2000).

A már bemutatott savanyú káposztához hasonló, tejsavval fermentált kínai kel nagyon népszerű erjesztett zöldségtermék Tajvanon és Kínában. Ezen fermentált növényi termék kiváló ízjellemzői mellett kimutatható antioxidáns aktivitással is rendelkezik. A vizsgálatok során a minták DPPH szabad gyökfogó aktivitását, az Fe^{2+} kelátképző képességét valamint a redukáló aktivitását elemezték (Sun, Chou, & Yu, 2009).

Iránban igen népszerű az erjesztett fokhagyma egyik fajtája a "hétéves fokhagyma", ami vörösborsban vagy ecetben áztatott fokhagymagumókból áll, és fogyasztás előtt hét évig zárt üvegekben áll. Az erjesztés során a fokhagyma színe barnára változik, miközben megszűnik a nyers fokhagyma jellegzetes íze és erős illata. A hagyományosan elkészített eredeti "hétéves fokhagyma" különleges íz és aromaanyagai miatt nagyra becsült fűszer. Napjainkban vörösbors ecetben pácolt fokhagymát széles körben gyártják Irán különböző városaiban, háztartási illetve ipari méretekben (Ebrahimi Pure, és mtsai., 2017).

A zöldségek mellett a különböző gyümölcsök illetve az abból készülő gyümölcslevek fermentálása is lehetséges. Egy kutatás során az édes citrom levét *Lactobacillus plantarum* felhasználásával erjesztették probiotikus gyümölcslé előállításának céljából. Az erjesztést követően a minták pH, tejsav és antioxidáns kapacitása nőtt, míg a glükóz a fruktóz, az összes savtartalom a citromsav és a fenolok csökkentek (Hashemi, és mtsai., 2017). Ezen tulajdonságokat használják ki az Afrika északi részén elterülő Marokkóban. A hagyományosan sóban érlelt citrom az egyik legkedveltebb fűszer mely számos főétel és saláta elengedhetetlen része (Benkerroum, 2013)

1.3.3 Fermentált tejtermékek

A különféle tejtermékek előállításához, a megfelelő érzékszervi és állomány tulajdonságok kialakításához speciális erre a célra kifejlesztett kultúrákat, színtenyészeteket használnak. A leggyakrabban liofilezett vagy fagyasztott formában felhasznált kultúrák, különböző mikrobákat tartalmazó színtenyészetek. A mikroorganizmusok működését a technológiai paraméterekkel lehet szabályozni, oly módon, hogy a bejutott mikrobák a saját feladatukat elvégezhessék (Deák, és mtsai., 2006).

A savanyú tej- és tejszínekészítmények gyártása során a kiinduló alapanyag többnyire tehéntej, melyet homogénezést és pasztörözést követően az alkalmazott színtenyézzel oltanak be és alvasztanak. A termofil tejsavbaktériumok alkalmazásával készül a joghurt, a mezofil törzsek közreműködésével a tejföl és az aludttej, míg a kefir előállításához a tejsavbaktériumok mellett élesztőgombákat is alkalmaznak. A beoltást követően az alvasztás a termék állományától függően történhet tankban vagy kisebb egységekben, poharakban. Az alvasztás után lehűtik a termékeket és néhány órán át hűtve tárolják, hogy a megfelelő aromaanyagok kialakulhassanak.

Az alvasztás során az alkalmazott kultúra többféle mikrobaft tartalmaz. A tejsavbaktériumok a cukorból tejsavat, szén-dioxidot és egyes esetekben diacetil és acetoin aromaanyagokat képeznek. A kefirgomba alkalmazásának köszönhetően az alvasztás során tejsavas erjedés mellett alkoholos erjedés is végbemegy, ekkor pedig nagy mennyiségű szén-dioxid fejlődik mely a frissítő ízt kölcsönzi. A sajt készítése során tejalvasztó enzimmal és starterkultúrával oltják be a tejet, majd az alvasztást követő érlelés során alakul ki a sajt jellege melyet az alkalmazott kultúra szab meg. A tejsavbaktériumok mellett propionsav baktériumokat is alkalmazhatnak melyek a tejsavat szén-dioxid fejlődés mellett propionsavvá és ecetsavvá alakítanak. Lehetőség van erősen fehérjebontó tulajdonságokkal rendelkező mikroorganizmusokat és penészeket is használni (Fenyvessy, és mtsai., 2014).

1. táblázat A leggyakoribb erjesztett tejtermékek és az előállításukhoz alkalmazott mikroorganizmusok Forrás: Deák, és mtsai., 2006

Termék	Starter	Kísérő mikroba
Joghurt	<i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	
Savanyú tej	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	
AB típusú probiotikus joghurt	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Bifidobacterium bifidum</i> / <i>Bifidobacterium longum</i>
Kefir	<i>Lactococcus lactis</i> <i>Lctobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>Lb. kefir</i> <i>Lb. parakefiri</i> <i>Lb. kefiranofaciens</i>	<i>Acetobacter</i> sp. <i>Kluyveromyces marxianus</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>Candida kefir</i>
Vaj, tejföl	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar <i>diacetylactis</i> <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	
Ementáli típusú (svájci sajtok)	<i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> <i>Lb. bulgaricus</i> <i>Lb. helveticus</i>	<i>Propionibacterium shermanii</i> <i>Pr. freundenreichii</i>
Rokfort típusú (kék sajtok)	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> <i>Leuconostoc</i> spp.	<i>Penicillium roqueforti</i> <i>Pen. glaucum</i>
Camembert / Brie sajtok	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar <i>diacetylactis</i> <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	<i>Penicillium camamberti</i> <i>Pen. candidum</i> <i>Pen. caseicolum</i>

A szintenyészetekkel előállított tejtermékek emészthetősége kiváló, hiszen a tejsavbaktériumok által termelt tejsav kicsapja a tej fehérjéit és a keletkező apró részecskék hatalmas felülete az emésztőenzimek számára nagyobb reakcióteret biztosít. Másrészt mikrobák a fehérjék nagy részét peptidekké és szabad aminosavakká bontják és az így „előemésztett” táplálék felszívódása hatékonyabb. A keletkező tejsav részt vesz a kalcium hasznosulásának folyamatában ezáltal, javítva a kalcium felszívódását. A tejcukorból képződő laktitol és laktulóz pedig a bélazonos tejsavbaktériumok és bifidobaktériumok tápanyagként szolgál, így serkentik a bélazonos baktériumok szaporodását (Fenyvessy, és mtsai., 2014).

1.3.4 Fermentált szeszes italok és az ecet készítése

Az első jelentős borkészítők az egyiptomiak voltak, akik időszámításunk előtt több mint 3000 évvel már nem csak a must, hanem a bor készítésének művészetét is ismerték. Erről számos korabeli fáraósírban talált falfestmény tesz tanúbizonyságot. A szüretelést követően a szőlőből lábbal taposták ki a mustot, majd agyagból készült edényekben, amforákban erjesztették. A szőlő termesztésének és a bor készítésének kultúrája a jelenkorban is elválaszthatatlanul összefonódott (Eperjesi, 2014).

Az emberiség egyik legrégebbi itala a sör, mely töretlen népszerűségét tiszta, értékes, egészséges komponenseinek köszönheti. A sörgyártás során csak úgy mint a többi szeszesital gyártása során is a *Saccharomyces cerevisie* törzsek tenyésztői valamint az egyes vadélesztő fajták jelennek meg (Bajkai, és mtsai., 2016).

Az ecetsav gyártása során ecetsavbaktériumokat alkalmaznak melyek olyan mikroorganizmusok, amik a különböző szerves anyagokból mint az etanol, a cukrok avagy néhány sav oxidálására képes. Ipari körülmények között mindig kevert kultúrákat alkalmaznak, hiszen a fermentáció éveken keresztül folytatható az ecetsavbaktériumok folyamatos szelekciója mellett (Hajdú, és mtsai., 2000).

1.4 Fermentált gabonafélék

A fogyasztók egyre növekvő egészségtudatosságának köszönhetően ismét teret hódítanak a gabona alapú fermentált élelmiszerek. Előnyükre válik, hogy kiváló szénhidrát, fehérje, ásványi anyag, vitamin, rost és aminosav profillal rendelkeznek. Ezen feltörekvő fermentált gabonakészítmények alkalmasak laktózérzékenyek, tejallergiások, alacsony lipidtartalmú valamint vegán étrendek követők számára is. Napjainkban, mint újszerű probiotikus hordozóként és potenciális funkcionális élelmiszerként utalhatunk rájuk ám szinte minden ország hagyományos ételei között is fellelhetők (Tsafrakidou, Michaelidou, & Biliaderis, 2020).

A magyar nyelvterület ilyen hagyományos étel a cibere avagy a kiszí, keszőce. A cibere olyan erjesztett gabonalevele melynek alapanyaga a búza, avagy rozskorpa és ételek ízesítésére, levesként vagy magában italként fogyasztható (Ortutay, 1977-1982.).

Az erjesztés olyan ízbeli és állománybeli változásokat hoz létre, melyek a gabonafélék ízélményét javítják, ezáltal az adalékanyagok és ízesítők használata háttérbe szorulhat. A feldolgozatlan gabonaszemekben az aktív vegyületek szintje meglehetősen alacsony, ám az erjesztés során alkalmazott mikroorganizmusok enzimatisz folyamatának köszönhetően a gabonafélék összetevői illékony (karbonsavak, alkoholok, aldehidek, ketonok, észterek) és/vagy nem illékony vegyületeket (cukrok, karbonsavak) termelnek, melyek hozzájárulnak a termékek édes és savanykás sajátos aromájához. Az erjesztett termékek a tápanyagokban, prebiotikumokban és bioaktív anyagokban (vitaminok, fenolos vegyületek) való dúsulás mellett, a mikrobák olyan metabolitokat is termelnek melyek az egészségre pozitív hatást fejthetnek ki (Tsafrakidou, Michaelidou, & Biliaderis, 2020).

Az újkori definíció szerint a prebiotikum kifejezés már nem csak az oligoszacharidokat foglalja magába, hanem kiterjed minden olyan szubsztrátra melyet a gazdaszervezet mikroorganizmusai szelektíven hasznosítanak és ezzel egészségügyi előnyöket biztosítanak (peptidek, fenolok, zsírsavak, szervesetlen vegyületek). Éppen ezért is bizonyulnak oly ígéretes „szuperfoodoknak” a gabona alapú fermentált termékek, hiszen bővelkednek oldható rostokban (β -glükánok, arabinoxilánok, oligomer termékek), galakto-oligoszacharidokban és frukto-oligoszacharidokban. Emellett nem elhanyagolható rezisztens keményítő tartalmuk sem. Változatos fenolokat és peptideket is tartalmaz attól függően milyen gabonaféle volt a kiindulási alapanyag és milyen mértékű fermentáción mentek keresztül. A már említett hasznos vegyületeken túl a fermentált termékek olyan élő mikroorganizmusokat is tartalmazhatnak, melyek képesek eljutni a bél traktusig és az ott élő mikroflórával kölcsönhatásba lépni. Ezek az úgy nevezett átmeneti mikroorganizmusok a probiotikumok melyek a széklettel távozhatnak, de akár megtapadva megváltoztathatják, gazdagíthatják a mikrobiomot (Tsafrakidou, Michaelidou, & Biliaderis, 2020).

Számos mikroorganizmus képes a glutamát dekarboxilálásával GABA-t azaz gamma-aminovajsavat előállítani, mely felé napjainkban nagy érdeklődést mutat a publikum állítólagos egészségjavító tulajdonságainak köszönhetően. A GABA-t a glutaminsavdekarboxiláz (GAD) alakítja át glutamáttá vagy nátrium-glutamáttá. A táplálék glutamát tartalma az egyik legfontosabb tényező a GABA szintézis elősegítésében. A gamma-aminovajsav egy gátló neurotranszmitter, mely szerepet játszik a vércukorszint csökkentésében, az alvás elősegítésében, a memória javításában, a szorongás enyhítésében továbbá az epilepszia

megelőzésében és kezelésében. Szintézisére három módszer létezik: a kémiai szintézis, a növényi dúsítást valamint a bioszintézis. A kémiai módszernek magasak az előállítási költségei, magas a környezetszennyezési faktora és mivel nehéz a reakció körülményeit koordinálni biztonságossága megkérdőjelezhető. A növényi szintézis bár környezeti szempontból fenntartható, dúsítása biztonságos de a nyert GABA tartalom mennyisége nagyon minimális és tisztítása nehézkes. A harmadik módszer a bioszintézis a legjárhatóbb út, hiszen a mikrobiális fermentáció nagy múltra tekint vissza. Könnyű a működési feltételeknek eleget tenni, alacsony környezetszennyezéssel jár és alacsony költségek de biztonságos előállítás jellemzi (Xia, és mtsai., 2023).

Tamás, és mtsai., (2023) kísérletük során számos tejsavbaktérium fajt vizsgáltak, melyek segítségével GABA-val dúsított élelmiszerek létrehozásán fáradoztak. A mikrobák közül a legkimagaslóbb eredményeket a *Bifidobacterium adolescentis* törzsek produkálták a probiotikus tejek előállításakor, de a *Lactobacillus fermentum* és a *Lactococcus lactis* alkalmazása is javallott.

1.5 A fermentált élelmiszerek fogyasztásának előnyei

Az élelmiszeripari fermentáció célja tehát a növényi vagy állati eredetű nyersanyagok módosítása a mikroorganizmusok anyagcsere tevékenységei révén. Az így készülő termékek fogyasztásának számos előnye van azon túl, hogy növeli az élelmiszeripari termékek diverzitását. A mikroorganizmusok anyagcsere termékeik segítségével képesek visszaszorítani a patogén mikrobákat, ezáltal növelik a termékek eltarthatóságát a pH-érték csökkentése révén. Az élesztő és az élesztőkivonat növeli a fehérje, az aminosav valamint a B vitamin tartalmat, a többi mikroba pedig hozzáférhetővé teszi az ásványi anyagokat és nagy mennyiségű antinutritív anyagot lebontanak. Számos erjesztett termék immunrendszer erősítő hatású oly módon, hogy támogatja az egészséges bélflóra fenntartását és javítja az emészthetőséget. A termékek felhasználhatók adalékanyagokként is mellyel étелеink változatosabbá, ízletesebbé tehetők (Diez-Ozaeta & Astiazaran, 2022).

1.5.1 A vékonybél és a vastagbél normál mikroflórája

A teljes bélflórát mintegy 400 baktériumfaj képviseli. A bélflóra jelenléte az ember számára előnyt jelent, hiszen szerepük van a gyomor-bél rendszer egészséges működésében és a külvilágból behatoló ártalmak elleni védekezésben, az immunállapot erősítésében. A bélben élő baktériumok mucinból bakteriosztatikus anyagokat állítanak elő, melyek a káros mikroorganizmusok visszaszorításában játszanak döntő szerepet. A hosszan tartó stressz, a sugárzás valamint az abiotikus hatások következtében a bélflóra részben vagy egészében elpusztulhat, összetétele megváltozhat így emiatt eredeti funkcióját betölteni képtelenné válhat.

Míg az egyén saját bélbaktériumai életképesek, az általuk termelt nyák védelmet nyújt. Gyenge immunitású, gyérült bélflórával rendelkező személyek esetében a patogének képesek megtelepedni, melyek megbetegedéseket okozhatnak (Antal, és mtsai., 2005).

A vékonybél kezdeti szakaszát tekintve elég csíraszegény mikrobaszáma 10^3 - 10^7 /ml-re tehető, mert bár tápanyagkínálata bőséges az epesavak és emésztőenzimek miatt nem kedvező a környezet a letelepedéshez. Ezzel szemben a vékonybél végső szakaszában már megjelennek Gram-negatív enterobaktériumok és *Bacterioides* fajok valamint az összmikrobaszám is jelentősebb 10^8 /ml.

A vastagbél mikrobiotáját tekintve a baktériumok száma és fajtája is nagyobb változékonyságot mutat. Ez nagyságrendileg 10^{12} /ml. A legnagyobb számban az anaerob fajok képviseltetik magukat, mint a *Bacterioides* fajok, ezenkívül a *Bifidobacterium* és a *Clostridium* fajok. A béltraktus ezen szakaszán megtalálhatók különböző enterobaktériumok is, mint az *Escherichia coli*, az enterococcusok, és a lactobacillusok. A legismertebb bélbaktériumok, az *Enterobacteriaceae* család tagjai. A családon belül összesen több tucat fajt tudunk elkülöníteni, melyek egy része a nevükkel ellentétben nem csak a bél traktusban található meg. Közülük a legrészletesebben tanulmányozott faj az *Escherichia coli*, mely könnyen tenyészthető és az állati valamint az emberi bélsatorna állandó tagja, ugyanakkor az enterális kórképek leggyakoribb okozója (Pál, 2013).

A baktériumok életünk során a táplálékkal jutnak be, hiszen születésünk pillanatában a béltraktus csaknem steril. Az anyatejjel táplált csecsemőknél a teljes mikrobióta 90%-át bifidobaktériumok teszik ki, de alacsonyabb sejtszámban jelen vannak enterococcusok és enterobaktériumok is. Ebben az életszakaszban a *Staphylococcus*, *Clostridium*, és *Lactobacillus* fajok nem lelhetők fel a bélflórában. Ellenben a nem anyatejjel táplált újszülöttek esetében túlsúlyban vannak a *Lactobacillus acidophilus*, *Bacterioides fragilis*, az enterobaktériumok, az enterococcusok és jóval kisebb számban található meg a bifidobaktériumok. Ekkor az anaerob baktérium törzsek közül a *Clostridium* fajok megjelenése is előfordulhat. Ennek magyarázata, az anyatej pozitív tulajdonságaiban keresendő, hiszen valószínűsíthető, hogy olyan növekedési faktorokat tartalmaz, mely a bifidobaktériumok szaporodásának kedvez ezáltal, a patogének letelepedését akadályozza (Ádám, és mtsai., 1998).

A gyomor és a hozzá kapcsolódó bélrendszer védekezési mechanizmusa tehát felépítéséből adódik. A vékonybél egyedi epithel sejtjei lizozim tartalmú nyákot termelnek, melyek a baktériumok megtelepedése ellen nyújt védelmet, míg a vastagbél bélflórája stabil kommenzalista közösséget alkotva hatékonyan akadályozza meg a tápanyagért versengő mikrobák bejutását. A vastagbél falát bevonó nyálka távolt tartja a saját bélflórát és a

kórokozókat, a bélbaktériumok által termelt rövid szénláncú zsírsavak pedig szintén gátló hatásúak. A perisztaltikus mozgásból adódóan a táplálék elfogyasztását követően 24-72 óra telik el a salakanyagok távozásig, mikor a mikroorganizmusok egy része is a környezetbe ürül. A táplálék maga is betölthet védelmi szerepet, ugyanis a megfelelő élelmi rost tartalmú táplálék magával ragadja a kórokozókat és távol tartja a bélfaltól azokat, míg a perisztaltikát támogatva gyorsítja kiürülésüket (Antal, és mtsai., 2005).

1.5.2 Pro- és prebiotikumok

Napjainkban egyre nagyobb figyelmet kap a helyes táplálkozás és az immunitás közötti kapcsolat, ezért a pre- és probiotikumokat más néven „colonic food”-oknak azaz vastagbél táplálékként is szokás említeni. A vastagbél tápanyag igényét a lumenből elégíti ki, ahol a különböző tápanyagokat, rövid szénláncú zsírsavakat, aminosavakat, növekedési faktorokat, vitaminokat és antioxidánsokat a nem patogén mikroflóra termeli. Ezen tápanyagok előállításához szükséges szubsztrátok a prebiotikumok, melyek főként rostokból és komplex fehérjékből állnak. A pro- és prebiotikumokat egyaránt tartalmazó termékekben a kedvező hatások összeadódnak, ezek a termékek a szinbiotikumok (Bengmark, 2000).

A probiotikumok élő mikroorganizmusok, melyek szájon át történő bevitelük a bél mikroflórájának stabilizálását, a bélflóra működésének serkentését, hatékonyságát célzott javítani. Ezen probiotikus baktériumok a *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc* és *Streptococcus* törzsekbe sorolhatók. Leggyakrabban szájon át fermentált tejtermékekből kerülnek a szervezetünkbe majd a bélrendszerbe jutva elszaporodnak és támogatják, a normális bélflóra stabilitását vagy helyreállítását továbbá megakadályozzák a kórokozók megtapadását és kolonizációját. Jótékony hatásuk tapasztalható a székletürítés rendezésében, a tejcukoremésztés javításában, az immunrendszer erősítésében továbbá a gyomorfekélyes panaszok enyhítésében. Csökkentik a szérum koleszterinszintjét ezzel hozzájárulva a szív- és érrendszeri megbetegedések megelőzéséhez, valamint csökkentik a vastagbél rákos megbetegedéseinek rizikóját (Antal, és mtsai., 2005).

A prebiotikumok élelmiszer-komponensek, melyek a különféle zöldségekben és gyümölcsökben természetes módon fordulnak elő vagy adalékanyagokként kerülnek a termékekbe. Olyan nem emészthető oligoszacharidok melyek szelektíven fokozzák a *Lactobacillus* és a *Bifidobacterium* szaporodását miközben elnyomják a bélflórában található patogén *E. coli* és *Clostridium* szaporodását. A jótékony mikroorganizmusok szaporodását az segíti elő, hogy hidrolizálják az oligoszacharidokat kis molekulájú monoszacharidokká melyeket anyagcserefolyamataikban felhasználni képesek. A prebiotikumok serkentik a kalcium és magnézium felszívódását és hatásukra rendeződik a

székletürítés és javul a fertőzések elleni védelem. Összességében tehát a prebiotikumok a bélflórában található mikroorganizmusok táplálékául szolgálnak. Napjainkban rengeteg élelmiszernek tulajdoníthatunk prebiotikus hatást ilyen például az articsóka, a fokhagyma, a banán valamint a cikória hiszen ezen ételeknek magas az inulin és oligofruktóz tartalma (Antal, és mtsai., 2005).

A bélflórában élő baktériumokat (probiotikumok) pszichobiotikumokként definiálták, amelyek lenyelve a bélben élő baktériumokkal való kölcsönhatás révén mentális egészségügyi előnyöket biztosítanak. Ezt a meghatározást kiterjeszthetjük a prebiotikumokra, amelyek fokozzák a hasznos bélbaktériumok növekedését. Tágabb értelemben ide sorolhatók azok eszközök is melyek a mikrobiom befolyásolására hivatottak (Sarkar, és mtsai., 2016).

1.5.3 Az agy és a bélflóra kapcsolata

Napjainkban vitathatatlan jelentőségű szerepet kap a bélmikrobióta az egészség megőrzése és a betegségek elkerülésének témakörében. Ám a 2014 júniusában Vancouverben megrendezett 29. Nemzetközi Neuropszichofarmakológiai Intézet világkongresszusán (29(th) International College of Neuropsychopharmacology (CINP) World Congress) az idegtudósok és pszichiáterek figyelmét már felkeltette a bélmikrobióta lehetséges hatása az agyi működésekre, a viselkedésre és a mentális egészségre irányulóan. Ez a terület a mai napig nem került teljes egészében feltérképezésre, de számos kutatás és vizsgálat jelent meg a bélmikrobióta viselkedésre gyakorolt hatásával kapcsolatban. Ezen eredmények szerint a probiotikumok, mint az agy és a viselkedés szabályzóiként definiálhatók és az összefüggések az emberi testben bél-agy tengelyként ábrázolhatók.

A vizsgálatok alapján a mikrobióta-bél-agy tengely változásai jelentős szerepet játszanak az agy-bél rendellenességekben, mint a funkcionális emésztőrendszeri rendellenességekben, az elhízásban, a gyulladásos bélbetegségekben és a metabolikus szindrómában. A mikrobióta hatással lehet a nem emésztőrendszeri agyi rendellenességekre is, mint a szorongás, a depresszió a szklerózis multiplex az Alzheimer-kór, a Parkinson-kór, sőt az autizmus (Foster, és mtsai., 2016).

Az állatokon végzett vizsgálatok először mutatták ki, hogy egyetlen, egyedi baktérium (*Campylobacter jejuni*) bejuttatása az egerek bél traktusába szorongásszerű viselkedés kialakulását eredményezték. Ezzel egyidejűleg az agyban olyan neuronális régiók aktiválódtak, amik a bélből a vagus idegeken keresztül érkező információktól függtek. A vagus ideg felelős a gyomor-bélrendszer, a szív és más szervek közötti kommunikációért továbbá szabályozza az emésztést, az immunrendszert sőt a hangulatot is (Goehler, és mtsai., 2005).

A mikrobióta-bél-agy tengely hatékony működéséhez hozzájárul a központi-, a vegetatív-, és az enterális idegrendszer mellett az immunrendszer és az endokrin rendszer is. A mikrobákkal való közvetlen kommunikációban a már említett idegi rendszerek szimpatikus és paraszimpatikus ágai valamint, a neuroimmun és neuroendokrin pályák vesznek részt. A bélflóra tehát képes közvetlenül vagy közvetve befolyásolni az idegi funkciókat vitaminok, neurotranszmitterek és neuroaktív mikrobiális metabolitok (rövid szénláncú zsírsavak) révén. A hatásmechanizmusokat azonban nehéz konkrétan megállapítani, hiszen a vér-agy gát jelenléte valamint a különböző visszacsatolási mechanizmusok akadályozzák az agy közvetlen elérését (Mohajeri, és mtsai., 2018). Mindezt alátámasztja egy csíramentes állatokon végzett kísérlet mi szerint azon állatoknál ahol hiányzott a mikrobiom az agyi fejlődés rendellenességeket mutatott (Desbonnet, és mtsai., 2015).

Összességében tehát megállapítható, hogy a bélmikrobiotának az aggyal való kommunikációja az úgynevezett mikrobiota-bél-agy tengelyen keresztül valósul meg, amely egy új biológiai tengelyként definiálható. Tanulmányozásával új éttrend alapú terápiák tervezhetők meg, melyek hatással vannak az agyműködésre és a viselkedési formákra (Foster, és mtsai., 2016).

1.5.4 A bélflóra és az immunrendszer kapcsolata

A változatos bélflóra segíti az immunrendszer kényes egyensúlyának fenntartását azzal, hogy gátolja a káros mikroorganizmusok megtapadását és elszaporodását. A legújabb kutatások szerint azonban a bél mikrobák és a gazdaszervezet immunrendszerének kapcsolata, ennél jóval összetettebb melynek megértése lehetővé teszi az autoimmun betegségek feltárását és az immunavagy mikrobaalapú terápiák tervezését (Wu & Wu, 2012).

Megállapítható az is, hogy a bél mikrobióta nem csak a helyi bélrendszeri immunrendszer működésében vesz részt, hanem hatást gyakorol a szisztémás immunválaszokra is. A mikrobiotával együtt fejlődnek ki az antigénprezentáló sejtek (APC-k) melyek képesek megvédeni a szervezetet az esetleges fertőzésektől miközben fenntartja az immunrendszer toleranciáját a normál bélmikrobiotával szemben.

A bélhám egyetlen rétegből áll, melynek funkciója, hogy fizikai gátat biztosítson a béllumenben élő mikroorganizmusok és az alatta található steril szövet között. Ezen mechanikai funkción túl immunszabályozó szereppel is rendelkezik, hiszen antimikrobiális peptideket, citokinineket és kemokinineket választ ki (Wu & Wu, 2012).

Az immunrendszer kulcsfontosságú összetevői a neutrofil granulociták (a leggyakoribb fehérvérsejtek) melyek szabályozásában a mikrobióta is részt vesz. A neutrofil granulocita olyan fagocita, falósejt mely 3-4 napig kering a szérumban és fertőzés esetén az érintett

szövetbe migrálnak. Bennük mikrobaölő oxigén-függő reaktív oxigén medierek (például szuperoxid-anion) illetve reaktív nitrogén medierek (például nitrogén-oxid) szabadulnak fel. Egy patkányokon végzett kísérlet során a csíramentes egyedek vérében található neutrofilekben csökkent a szuperoxid-anion és a nitrogén-oxid termelődés valamint csökkent a fagocitikus funkció is a normál mikrobiommal rendelkező egyedekéhez képest. Ez a szuperoxid anion csökkenés egy rekombináns humán granulocita növekedést stimuláló faktor beadását követően sem változott. Összességében tehát mindkét vizsgált csoportnál a neutrofilek száma alacsonyabb volt a monocita sejtek száma viszont azonos volt. Ettől függetlenül megállapítható a bélmikrobióta immunstimuláló hatása (Ohkubu, és mtsai., 1990).

2 ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

2.1 Anyagok és módszerek

A felhasznált anyagok röviden összefoglalva: glükóz, kókuszszír, lecitin, oltó kultúra, só, víz, zabpehely, szárított gyümölcsök és zöldségek. A minták alapanyagai, illetve a fermentálásához, ízesítéséhez felhasznált anyagok mindegyike kereskedelmi forgalomban megtalálható termék.

2.1.1 A fermentált minták előkészítéséhez felhasznált anyagok jellemzése

A zabpehely értékes tápanyagokat tartalmaz, továbbá magas rosttartalma révén könnyen emészthető ugyanakkor emberi fogyasztásra csupán minimális mennyiséget használnak fel. Ezzel szemben Észak-Európában kását őrlik, Belgiumban sört főznek belőle, míg az Angolszász nyelvterületeken a pelyhesítéssel feldolgozott zabpelyhet reggeli ételként kínálják (Balogh, 2017).

A kókuszpálmák érett kókuszdióinak kiszárított húsból a feldolgozás jellege szerint vonják ki a szűz, valamint a finomított kókuszolajat. A kókuszszír és a kókuszolaj ugyanazon zsiradékot jelöli a különbség csupán a szobahőmérsékleten vizsgált szilárd és folyékony halmazállapotban keresendő (Velotto & Ferranti, 2023).

Jayawardena és mtsai. (2021) a kókuszolaj egészségügyi hatásaira irányuló kutatásokat végeztek melynek eredményeként megállapították, hogy a kókuszolaj jelentősen növeli a szérum összkoleszterin valamint az alacsony és magas sűrűségű lipoprotein koleszterin szintjét más többszörösen és egyszeresen telítetlen olajokhoz képest. A vizsgálatok során kimutatták, hogy külsőleges alkalmazása segít egyes bőrbetegségek kezelésében és megelőzésében és támogatja a szájüregi egészséget

A glükóz avagy szőlőcukor vagy dextróz az ember anyagcseréjének fő energiaforrásként funkcionáló legegyszerűbb hat szénatomból álló monoszacharid. A természetben D-glükóz polimer formájában található meg állati és növényi poliszacharidokban. Vízben kitűnően oldódó, kristályos szerkezetű, fehér színű egyszerű cukor mely nemcsak az emberi táplálkozásban hanem a mikroorganizmusok anyagcseréjében is nélkülözhetetlen (Lásztity & Törley, 1993).

A minták fermentálásához az FD-DVS YCX11 - Yo-Flex® oltókultúrát használtuk melynek gyártója a Chr. Hansen. Ez egy olyan termofil joghurtkultúra, mely *Streptococcus thermophilus* és *Lactobacillus delbruckeii subsp. bulgaricus* többszörösen kevert arányú törzseit tartalmazza. A tasakban a mikroorganizmusok granulátum formában találhatók meg és színük a törtfehértől az enyhén vörösesig vagy barnáig változhat. Ezen fagyasztva szárított kultúra alkalmas nagy viszkozitású, megfelelő gélszilárdságú, kellemes, enyhe ízű joghurtok

elkészítéséhez. Kísérleteink során a 600869-es és a 713506-os termék számmal ellátott, 10x50U kiserelésű tasakokat használtuk fel, melynek egésze 500 liter folyadék beoltására alkalmas. A fagyasztva szárított kultúrát -18 Celsius fok alatt tároltuk majd felhasználás előtt a keresztszennyeződések elkerülése érdekében a csomagolást fertőtlenítettük (<https://mtkaiwebaruhaz.hu>., 2023)

Az emulgeátorok olyan molekulák melyek kémiai stuktúrájukat nézve hidofil és hidrofób csoportokkal is rendelkeznek. Ez a kettős természetű oldékonyság az emulziókban a két fázis határfelületére vezeti az emulgeátorokat ahol orientálódnak és összekapcsolják a két folyadékot. Esetünkben az elkészülő natúr fermentum olaj a vízben emulzióként értelmezhető melynek stabilizálására a legismertebb természetes emulgeátor a lecitint használtuk. A lecitin egy foszfátid melynek a foszfátrész erősen hidofil, a zsírsav láncok viszont határozottan lipofil jellegűek ezért o/v emulziókhoz a legalkalmasabbak. Számottevő mennyiségben a tojássárgájában és az olajos magvakban találhatók, de a kereskedelmi forgalomban a szójaolajból előállított verziójával találkozhatunk. Ez a nyers lecitin megjelenését tekintve sárgásbarna, sűrűn folyó, viaszos tapintású, rendkívül higroszkópos anyag, mely zsírban és zsíroldószerekben kitűnően oldódik, míg vízben duzzadást követően kolloidálisan elegyedek (Bogdán, Gasztonyi, & Gábor, 1992).

Technológiai hatásain túlmenően a lecitin, (E322) ismert antioxidáns, mely befolyásolhatja a szabad gyökök átjutását az olaj a vízben emulzió határfelületén és az oxidáció sebességét és jótékony hatást fejt ki az anyagcsere folyamatokra és hozzájárul az idegrendszer optimális működéséhez (Pan, Tikekar, & Nitin, 2013).

2.1.2 A késztermék ízesítéséhez felhasznált termékek

A termékek ízesítéséhez kereskedelmi forgalomban kapható mikrohullámú vákuumszáritással készült gyümölcsöket és zöldségeket használtunk fel por formájában. Azért ezzel az eljárással készülő termékeket választottuk, mert kiváló minőségűek, innovatívak, ízletesek, roppanós állagúak és nem tartalmaznak hozzáadott adalékanyagokat.

A mikrohullámú melegítés illetve szárítás előnyei közé sorolható, hogy gyors, egyenletes és energiahatékony melegítés érhető el, egyszerű és biztonságos kezelés mellett, valamint a hagyományos konvektív szárítási eljáráshoz képest alacsonyabb üzemeltetési költségek jellemzik (Chandrasekaran, Ramanathan, & Basak, 2013).

Bár a mikrohullámú kezelés során egyenletes a hőeloszlás a melegítendő anyagban, mégis belső visszaverődések jöhetnek létre, melyek hatására a hullámok energiái összeadódnak és úgynevezett forró pontok avagy „hot spot”-ok jönnek létre. Ennek oka az élelmiszeripari

anyagok inhomogenitásában keresendő és a minták megfelelő méretezésével illetve mozgatásával kiküszöbölhetők.

A mikrohullámú szárítással készülő termékek nem csak ízükben és állagukban egyediek hanem beltartalmi összetételük szempontjából is kiemelkedőek. Lin, Durance, és Scaman (1998) kutatásai kimutatták, hogy ezzel az eljárással szárított sárgarépa szeletek nagyobb rehidratálási potenciállal rendelkeznek, magasabb az alfa-karotin és a C-vitamin tartalmuk továbbá kisebb a sűrűségük és lágyabb a textúrájuk, mint a hagyományos szárítással készülő termékeké.

Az *Arthrospira* egy fotoszintetizáló, fonalas, spirál alakú, többsejtű, kékeszöld cianobaktérium, mely a magasabb rendű növényekhez hasonlóan a klorofill a-t tartalmaz (Wan, Wu, & Kuča, 2016). A Spirulina, funkcionális élelmiszerként való hasznosítását már évtizedekkel ezelőtt javasolták, mivel nemcsak fehérjedús élelmiszerforrás, hanem aminosavprofilját magas biológiai értékű. A spirulina rendkívül magas a B₁₂-vitamin-tartalmú, jó béta-karotin-, vas-, kalcium- és foszforforrás továbbá esszenciális zsírtartalma sem elhanyagolható (Gutiérrez-Salmeán, Fabila-Castillo, & Chamorro-Cevallos, 2015).

Napjainkban számos termék fejlesztése során alkalmazzák a spirulinát nem csak színező anyagként, hanem értékes összetevőként is. Leggyakrabban élelmiszerbe építve, táplálékkiegészítőként avagy por formában kerül kereskedelmi forgalomba (Lafarga, és mtsai., 2020).

Az ashwaganda (*Withania somnifera*) másik nevén álombogyó olyan adaptogén gyógynövény melyet Indiai ginzengként is emlegetnek, hiszen fogyasztása ajánlott lehet stresszes életvitel, fáradékonyság és kimerültség, memóriaproblémák, szorongásos és hangulati zavarok esetén. India a világ legnagyobb ashwaganda termelője melyet nyersen (szárított levelek, szárított gyökerek), gyökérpor, kivonatok, kapszulák, tabletták és készítmények formájában exportál számos országba (Khabiya, és mtsai., 2023).

Az ashwaganda olyan fontos fitokemikáliákat avagy fitonutrienseket tartalmaz, amelyeket a hagyományos gyógyászatban különböző betegségek kezelésére alkalmaznak évezredek óta. A tradicionális módszer szerint tejbe, avagy növényi italba keverve lefekvés előtt ajánlott fogyasztása, de bármilyen italban kitűnően oldódik (Mandlik Ingawale & Namdeo, 2021).

2.2 A minta termék előállítása

2.2.1 A növényi ital elkészítése

A laboratóriumi kísérleteket a Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Karának Moszkvai körúti épületének, édesipari laboratóriumában végeztük. Korábbi vizsgálataink során már

megbizonyosodtunk, hogy a zab a kókuszssírral jól fermentálható illetve, hogy mely oltókultúra alkalmazható hatékonyan. Így a megelőző kísérleteink során megfelelőnek bizonyult recepttúrára alapozva kezdtük meg a minta termékek előállítását, melyhez egyszerű konyhatechnikai eszközöket használtunk. Az üres fermentorokat alaposan elmostuk, desztillált vízzel előblítettük majd az esetleges keresztszennyeződéseket kiküszöbölve etanol felhasználásával fertőtleníttük őket.

2. táblázat *A zab bázisú ital recepttúrája*

Zabital
50 g zab
15 g kókuszssír
25 g glükóz
1 g só
1 csepp lecitin
1 liter víz

A kimért recepttúra szerinti száraz összetevőket konyhai aprítógép segítségével, ledaráltuk a minél egyenletesebb szemcseméretű állag elérése érdekében. A zab bázisú növényi ital alap receptjét a **2. táblázatban** foglaltuk össze.

A homogén darálmányhoz, hozzáadtuk a zsíros fázist adó kókuszssírt majd az elegyet kiegészítettük a megfelelő mennyiségű vízzel és nyeles edényben gáztűzhelyen 80-90 Celsius fokig melegítettük melyet maghőmérővel ellenőriztünk. A maximális hőmérséklet elérését követően az edényzetet levettük a gáztűzhelyről és az elegyhez hozzáadtuk a lecitint mely erős emulgeálószer révén a kellemetlen zsírkiválásokat akadályozza meg.

A magas hőmérséklet alkalmazása azért indokolt, mert így a számunkra káros mikroorganizmusoktól mentesítjük a növényi italt és később az alkalmazott oltókultúra baktériumai nagy mennyiségben tudnak elszaporodni, mikrobiológiailag stabil termék állítható elő. A lecitin hozzáadását követően egyenletesen kavargatva visszahűtjük az elegyet beoltási hőmérsékletre 45 Celsius fokra. A fagyasztva szárított kultúrából a megadott inokulációs mennyiséget kimértük, kevés mennyiségű növényi italban elkevertük majd ezzel a szuszpenzióval beoltottuk a maradék növényi italt.

2.2.2 Fermentálás és szűrés

Az oltókultúrát tartalmazó növényi italt üvegből készült fermentorokba töltöttük és szigorúan szabályozott körülmények között 42 Celsius fokon termosztátban 8 órán át fermentáltuk. Megelőző kísérleteink során a pH értékek mérésével, a savtartalom változását illetve a fermentáció folyamatát követtük nyomon a fermentálási idő végéig. Ekkor megállapítottuk, hogy a 8 illetve a 10 órás fermentációs idő között nincs számottevő különbség

hiszen a fermentálás utolsó két órájában nincs jelentős pH változást. Ezen kísérlet szolgált alapjául annak, hogy a 8 órás fermentálási időt alkalmazzuk a minta termékek előállításánál.

Az inkubálási idő lejártá után hagytuk a mintákat szobahőmérsékleten kihűlni, majd zárt fermentorokban hűtőszekrényben tároltuk felhasználásukig. Az ily módon elkészült növényi fermentum számtalan módon ízesíthető, színezhető és dúsítható azonban önmagában is fogyasztásra alkalmas késztermék. Kísérleteink során feltérképeztük, hogy az előállított fermentum felhasználásának milyen további területei lehetnek, milyen lehetőségeket rejt magában.

A félkész terméket egy sűrű szövésű szűrőn átszűrve egy ivó típusú terméket kaptunk, míg a fennmaradó zagy magas szárazanyag tartalma révén kitűnő szárítási alapanyagnak bizonyult.

2.2.3 A termék szárítása

A leszűrt sűrű zab fermentumot szilikon tálcákba töltöttük, ügyelve arra, hogy minden tálcába azonos mennyiség kerüljön egyenletesen elosztatva, megegyező rétegvastagságban. Összesen 16 darab szilikon tálcát használtunk fel, melynek mindegyikében 450-460 g tömegű fermentumot töltöttünk.

A szárítás közel 3 órán át tartott mely során kombinált eljárással alacsony hőmérsékletet és vákuumot használtunk. A berendezésbe betáplált 11554 g tömegű fermentumból a szárítást követően 1892 g szárított köztes termék lesz mely 16,37%-os kihozatalt jelent. Ebből tehát következtethetünk, hogy a folyadék fázis döntő része eltávolításra került. Az **1. ábrán** a szárítás előtti és utáni zabfermentum látható. A szárítás módjáról illetve a speciális berendezés felépítéséről több technikai részletet nem áll módunkban közölni.



1. ábra A növényi fermentum szárítás előtt és a szárítást követően Forrás: saját kép

A szárítást követően a száraz fermentumot kondicionált környezetben nagy méretű aroma és vízgőz záró tasakba helyeztük és a további felhasználásig lezárva tároltuk. A megfelelő körülmények között tárolt szárítmányokat szabályozott légterű helyiségben 18 Celsius fokon és 20% páratartalom mellett ütökéses aprítóban a megfelelő szemcseméretig aprítottuk. Az így kapott natúr port átszitáltuk egy 0,500 mm szemcseméretű szitán. A kereskedelmi forgalomban kapható szárított zöldségek és gyümölcsök esetében megegyező módon jártunk el.

Az ízesítésre szánt szárított zöldségeket és gyümölcsöket ütökéses aprítóban homogén porrá őröltük majd a receptúrának megfelelő mennyiségeket kimértünk és a porkeverékeket elkészítettük. Az alacsony hőmérséklet és az alkalmazott alacsony páratartalom nélkülözhetetlen ugyanis ezek a por termékek rendkívül higroszkóposak. Normál összetételű légtérben a levegő nedvességtartalmát képesek összegyűjteni és megkötni, melynek hatására felborul a mikrobiológiai stabilitás a porban pedig csomók képződnek. Apró csomók így is megjelenhetnek a porkeverékekben a gyümölcsök kimagasló cukortartalma miatt, ám a visszaoldás során később ez már nem zavaró. A receptúrák szerint elkészült porkeverékeket aroma és párazáró fémgőzölt tasakban lezárva, megfelelő körülmények között tároltuk a

további vizsgálatokig. A **3. táblázat** az elkészült porkeverékek mennyiségi összetételét tartalmazza.

3. táblázat Az ízesített porkeverékek mennyiségi összetétele

	Összetevők
Paradicsomos	20g natúr por, 10 g szárított paradicsom por
Paprikás	20g natúr por, 10g szárított kápia paprika por
Őszibarackos	20g natúr por, 15 g szárított őszibarack por
Epres	20g natúr por, 10 g szárított eper por, 1 g ashwaganda por
Spirulinás	20g natúr por; 10 g szárított ananász por, 1 g spirulina por
Tzatzikis	20g natúr por, 2 g tzatzikis alap keverék

2.3 Alkalmazott módszerek

2.3.1 Mikrobiológiai vizsgálat

A minták elkészülését követően a még nedves, friss, zab bázisú fermentumot, a szárítást követő natúr, ízesítetlen port és az abból készülő három féle ízesítésű porkeverék összcsíraszámát és a penészgombák jelenlétét tanulmányoztuk.

Elsőként a vizsgálatokhoz nélkülözhetetlen szilárd táptalajokat és steril vizet készítettük el. A penészgombák vizsgálatához malátás agarra, míg az összcsíraszám meghatározásához TGE agarra volt szükségünk. Maguk a tápközegek olyan steril készítmények melyek tartalmazzák a mikroorganizmusok szaporodásához szükséges vizet, nitrogén,-és szén-forrást, ásványi anyagokat valamint biosz anyagokat az adott mikrobafajnak kedvező összetételben. Esetünkben mindhárom táptalaj alapja az agar-agar mely tengeri moszatból készül és poliszacharidból áll, mely 35-40 Celsius fok körül dermed. A recepttúra szerinti szilárd anyagokat bemértük és kevés mennyiségű desztillált vízzel feloldottuk. Ezt követően felöntöttük a kívánt mennyiségre és az Erlenmeyer lombikot a kuktafazék aljára helyeztük. Annak érdekében, hogy a külső szennyeződések elkerüljünk és biztosítsuk a vizsgálat pontosságát az oldatot nedves hővel túlnyomáson sterilizáltuk 121 Celsius fokon.

A steril és kézmelegre visszahűtött tápközeget lamináris áramlású elszívó fülke alatt tenyészedényekbe, műanyag Petri-csészékbe adagoltuk, majd vízszintes helyzetben hagytuk megdermedni anélkül, hogy a kondenzvíz a fedélről az táptalajra került volna.

A hűtőben tárolt már dermedt táptalajokat a megfelelő azonosíthatóság érdekében feliratoztuk, majd a vizsgálandó termékekből steril kanállal 10 g tömegű mennyiségeket 90 ml steril vízbe mértünk és a szuszpenziót homogenizáltuk. A por termékek esetében a 10g tömegű mintát steril homogenizáló zacskóba mértünk, majd a steril víz hozzáadását követően a zacskó tartalmát Stomacher-készülékkel fél percig homogenizáltuk. A zacskóban hosszanti irányban elhelyezkedik egy szűrő felület is, mely segíti a mintavételt azzal, hogy a felülúszó részeket

elkülöníti. A törzsoldatból steril víz használatával tizes léptékű hígítási sort készítünk, ügyelve a sterilitás megőrzésére és a pontos mennyiségek kimérésére. A lemezek felületére a hígítási sor adott tagjaiból 100 mikroliter mennyiségű mintát pipettáztunk majd steril szélesztő bot segítségével elkentük. Az ily módon beoltott lemezeket lefelé fordítva 40 Celsius fokos légfűtési termosztátba helyeztük majd a kifejtett telepeket megvizsgáltuk.

2.3.2 Hagyományos nedvesség mérés

Az élelmiszerek nedvességtartalma nem azonos a víztartalmukkal, hiszen nem csak a víz távozhat az adott mintából, hanem egyéb illékony komponensek is, mint például az alkohol, az illat vagy az aroma. A méréseket mindig három párhuzamos mintával végeztük, az MSZ 4420:1980-as szabvány szerint.

2.3.3 Vízáktivitás mérés

A mikroorganizmusok életfolyamataik fenntartásához a kémiaiilag szabad vizet képesek felhasználni. A számukra hozzáférhető víz arányát a vízáktivitással (a_w) tudjuk jellemezni, mely az élelmiszerben található vizes oldat gőzténziójának (p) és a tiszta víz gőzténziójának (p_0) hányadosa megadott hőmérsékleten. Összességében megállapítható, hogy a legtöbb mikroorganizmus szaporodása 0,7 vízáktivitás érték alatt leáll ezért kritikus vízáaktivitásnak is tekinthető ez az érték. Ez alatt bár szaporodni nem képesek a mikrobák nagyon hosszú ideig képesek alacsony vízáktivitás értéken is túlélni (Barcs, 2020).

A nedvességtartalom meghatározásával valamint a vízáktivitás vizsgálatával válaszokat kerestünk arra, hogy a porkeverékek milyen nedvességgel és milyen vízáktivitás értékekkel rendelkeznek, melyből következtetni lehet az eltarthatóságukra is adott körülmények között. A mérésekből az is kiderült, hogy a friss, natúr fermentből a nedvesség hányad része távolítható el a speciális szárítási művelettel.

2.3.4 Érzékszervi vizsgálat

Az elkészült minta termékek minőségi, objektív tulajdonságainak elemzését szenzoritikus analízissel azaz érzékszervi vizsgálattal végeztük. A bíráló bizottság tagjai nem szerint illetve kor szerint heterogén eloszlást mutattak és mindegyikük eleget tett a fiziológiai és mentális feltételeknek. Az analízist egy 13 tagú bírálói csoport végezte a minél objektívebb eredmény elérése érdekében. A vizsgálat során a közvetlen pontozásos bírálati módszert alkalmaztuk mely szerint a bíráló minden egyes mintát megvizsgált és pontszámot jegyzett fel a bírálati lapra.

3 EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A következőkben az alkalmazott vizsgálati módszerek eredményeit és azok értékelését mutatjuk be. A friss, zab bázisú fermentum szárítását követően megmértük a minták nedvesség tartalmát és vízaktivitását, majd elvégeztük az ismertetett mikrobiológiai vizsgálatokat. Végül a 13 főből álló érzékszervi bíráló bizottság végezte el a minták minőségi, objektív vizsgálatát.

Kutatásaink során az általunk meghatározott öt terméken végeztük el a méréseket, melyek a következők szerint alakultak: friss, natúr fermentum, ízesítetlen natúr por, paprikás ízesítésű italpor, őszibarack ízesítésű italpor, és a spirulinás-ananászos ízesítésű porkeverék.

3.1 Mikrobiológiai vizsgálat

A mikrobiológiai vizsgálat során az összcsíraszámot TGE táptalajon, a penész számot pedig malátás agaron vizsgáltuk. A penészvizsgálatot a törzsoldat szélesztésével végeztük el és az eredményeket a **4. táblázatban** foglaltuk össze. E szerint az összes mintára általánosan igaz, hogy kevesebb a sejtszám mint 10.

4. táblázat Penész vizsgálat malátás táptalajon

Malátás agar, penész vizsgálat					
	F (sejt/ml)	NP (sejt/ml)	2. (sejt/ml)	3. (sejt/ml)	5. (sejt/ml)
1. párh.	<10	<10	<10	<10	<10
2. párh.	<10	<10	<10	<10	<10

5. táblázat Összcsíraszám vizsgálata TGE táptalajon

TGE táptalaj, összcsíraszám					
	F (sejt/ml)	NP (sejt/ml)	2. (sejt/ml)	3. (sejt/ml)	5. (sejt/ml)
1. párh.	$5,9 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^5$	$4 \cdot 10^5$	$2,4 \cdot 10^5$	$9 \cdot 10^4$
2. párh.	$6,32 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^5$	$3,8 \cdot 10^5$	$1,2 \cdot 10^5$	$6 \cdot 10^4$

Az **5. táblázatból** megállapítható, hogy a friss fermentum nagyságrendekkel több mikroorganizmust tartalmazott, mint a szárított porkeverékek. Ez azt a felvetést támasztja alá, hogy a szárítás következtében történt csíraszám csökkenés, ugyanakkor a porkeverékek összmikróba száma így is jelentős. A négy porkeverék esetében az összcsíraszám értékek csak minimálisan különböznek.

3.2 Nedvességtartalom

A nedvességtartalom meghatározását szárítószekrényes eljárással végeztük melyhez a szükséges műveleteket már ismertettük. A nedvességtartalmat 0,1% pontossággal számítottuk és a kapott eredményeket a **6. táblázatban** foglaltuk össze:

6. táblázat Az italporok nedvességtartalma

	Friss fermentum	Ízesítetlen italpor	Paprikás italpor	Őszibarackos italpor	Spirulinás italpor
1.	90,6	5,0	5,0	4,6	5,6
2.	91,8	4,8	5,0	4,9	5,6
3.	91,3	5,0	5,1	4,8	5,4
átlag	91,5	4,9	5,0	4,8	5,5
szórás	0,39	0,12	0,05	0,17	0,10

Vizsgálatunk során a párhuzamos minták közötti megengedett eltérés legfeljebb 0,5% lehetett ennek okán a friss fermentum első mérésének eredményét kizártuk. Az italporokat összehasonlítva megállapítható, hogy a spirulinás-ananászos ízesítésű termék nedvességtartalma kissé magasabb míg a többi közel azonos skálán mozog.

3.3 Vízáktivitás értékek

A vízáktivitás meghatározásához egy LabTouch-aw beépített fűtőegységű műszert vettünk igénybe melynek, érzékenységét a minta temperáltsága biztosítja. A mérések megkezdése előtt a berendezéshez tartozó vegytiszta kalibráló sókkal 6 ponton kalibráltuk a műszert a minél precízebb eredmények elérése érdekében. A vizsgálat során a mérőcella hőmérséklete 25 Celsius fok volt a stabilitási idő pedig 4 perc. A mintatartókat 2/3-ad részig töltöttük a mintával majd a fedél eltávolítását követően a csészét a mintatartó mélyedésbe helyeztük és a mérést elindítottuk. Minden terméket 3 párhuzamos méréssel vizsgáltunk és a kapott eredményeket az alábbi 5. táblázatban ismertetjük.

7. táblázat Az italporok vízaktivitása

	Friss fermentum	Izesítetlen por	Paprikás italpor	Oszibarackos italpor	Spirulinás italpor
1.	0,98	0,325	0,237	0,246	0,346
2.	0,982	0,326	0,239	0,246	0,339
3.	0,981	0,326	0,236	0,246	0,336
átlag	0,981	0,326	0,237	0,246	0,338
szórás	0,001	0,001	0,002	0,000	0,002

A mért értékeket a **7. táblázatban** tüntetjük fel, ahol a mérések között a megengedett minimálisan mérhető eltérés 0,005. A spirulinás italpor első eredménye kiugró volt, így azt az átlag illetve a szórás meghatározásakor figyelmen kívül hagytuk. Az értékeket vizsgálva megállapítható, hogy a friss, fermentum mely a kiindulási alapanyagként szolgált a porkeverékek fejlesztésekor igen magas szabadvíz tartalommal bír. A szárítást követően azonban (a szabad víz számottevő részének eltávolítását követően) jelentősen lecsökkentek az értékek. Ezek az alacsony mérési eredmények számos mikroorganizmus hozzávetőleges minimum szaporodási vízaktivitás értéke alatt található, ezért feltételezhető, hogy légmentesen, megfelelő körülmények között tárolt porkeverékek hosszú időn át megőrzik mikrobiológiai stabilitásukat.

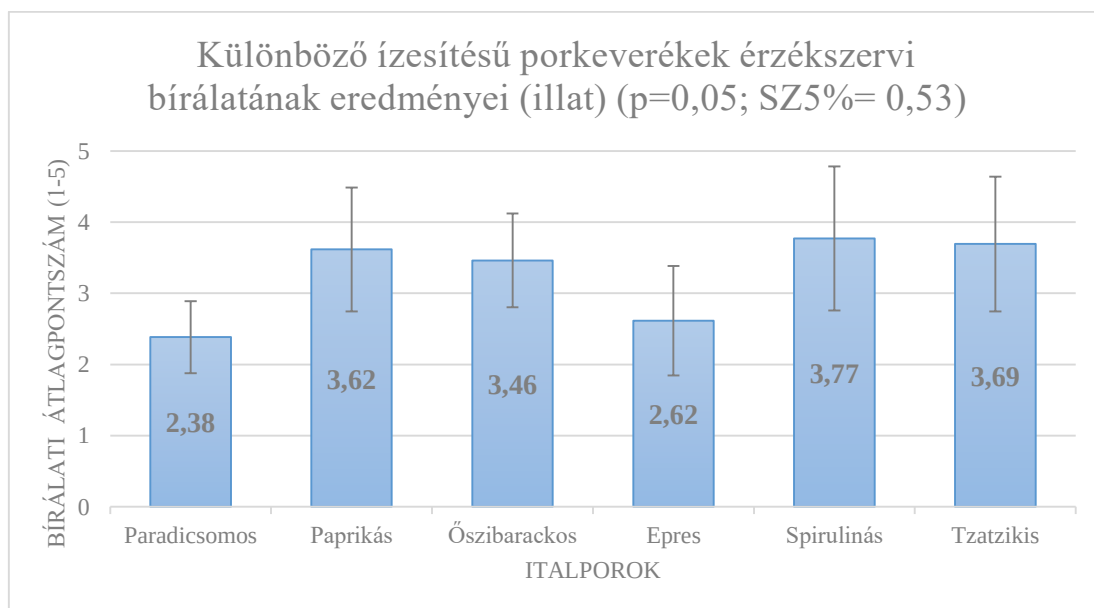
3.4 Érzékszervi vizsgálat

A bírálók az italporok külső megjelenését, színét, ízét, illatát és állományát vizsgálták. Az a termék mely 5 pontot kapott eleget tett a termék iránti kíváncsagságnak és pozitív tulajdonságain túl nincs felismerhető hibája, az összbenyomás harmonikus. Ezzel szemben a 4 pontos terméknek már van némi észrevehető hibája, míg a 3 pontot kapó termék már felismerhető hibákkal és csökkent pozitív tulajdonságokkal rendelkezik. Az a termék mely 2 vagy annál kevesebb pontot kapott nem rendelkezik pozitív tulajdonságokkal, erősen kifogásolható a tulajdonságok döntő csoportja. A minták közül egyik sem kapott 0 pontot mely romlottsága által emberi fogyasztásra alkalmatlannak bizonyult volna. A porkeverékek teljes tömegét 2 deciliter mennyiségű vízzel homogenizáltuk, majd a bírálók ezeket az italokat analizálták (**2. ábra**).



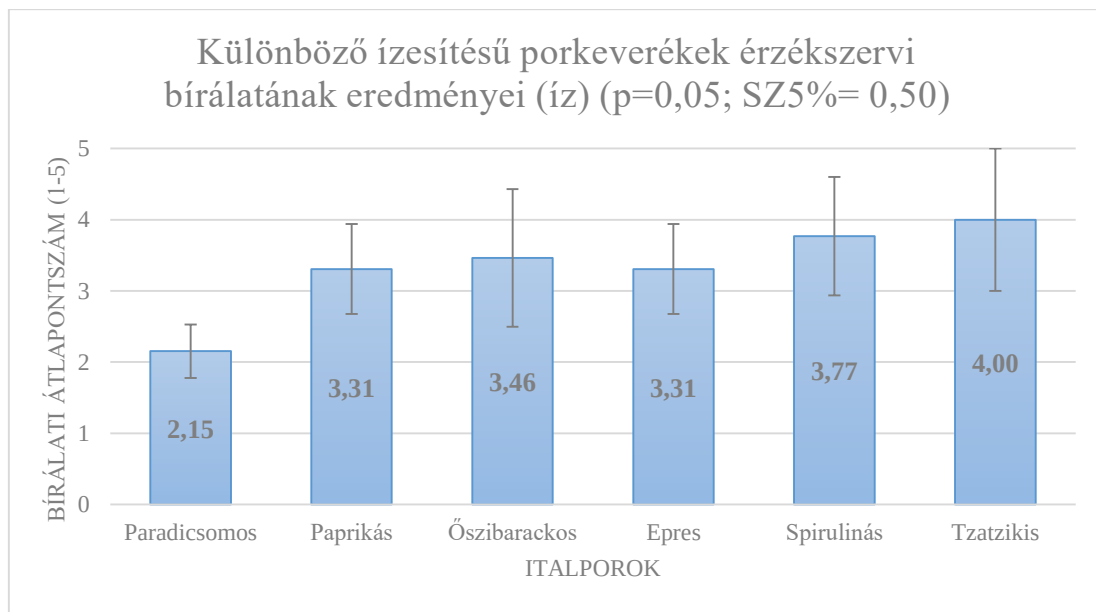
2. ábra Az elkészült italporok oldott formában Forrás: saját kép

A kapott eredményeket tulajdonságonkénti egytényezős varianciaanalízis segítségével vizsgáltuk, hogy az adott tulajdonság tekintetében vannak-e olyan minták amelyek szignifikánsan különböznek egymástól. Az analízis elvégzését követően megállapítottuk a szignifikáns differencia módszerével, hogy a tulajdonságokon belül az egyes termékek értékelése 95%-os valószínűségi szinten szignifikánsan eltérnek-e egymástól. Az eredményeket grafikusán ábrázoltuk, majd a különböző vizsgált paraméterek szerint felállítottuk a termékek közötti rangátlagot.



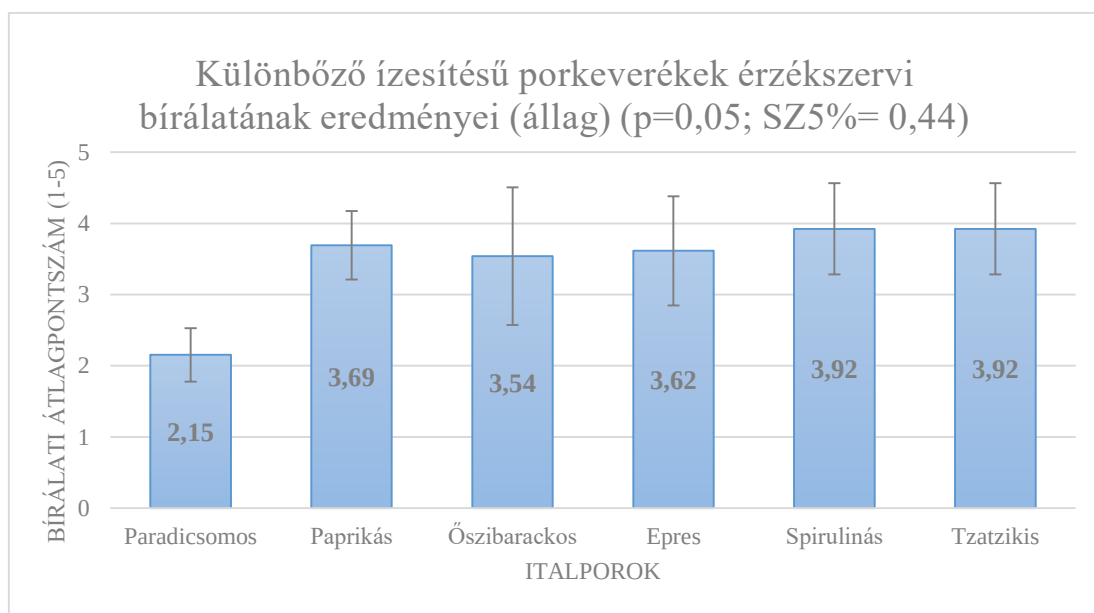
3. ábra Különböző ízesítésű porkeverékek érzékszervi bírálatainak eredményei (illat)

Az „illat” paraméter szerinti vizsgálat során megállapítható, hogy a legkedveltebb termék a tzatzikis volt, míg a legkevesebb pontszámot a paradicsomos ízesítésű termék kapta (3. ábra). Az epres illetve a paradicsomos ízű keverékek között nincs szignifikáns különbség, viszont a többi termékhez képest jóval kevesebb pontot értek el. A vizsgálat alkalmával a bírálók a fermentálásra utaló savanykás, kellemes, aromás illatokat és a gyümölcsökre, zöldségekre jellemző domináns illatokat vélték felfedezni.



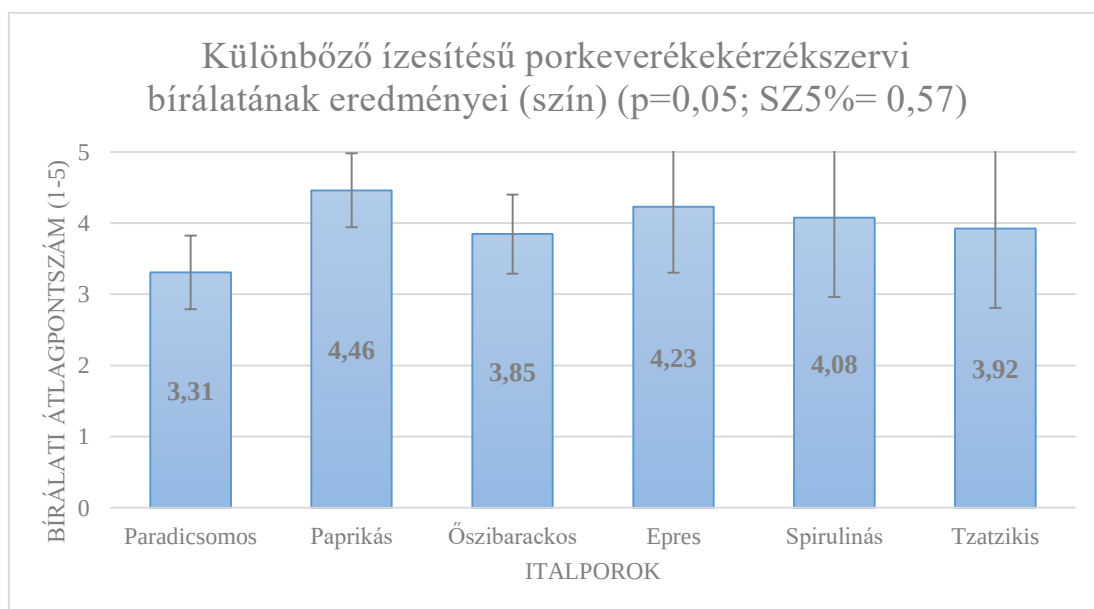
4. ábra Különböző ízesítésű porkeverékek érzékszervi bírálatának eredményei (íz)

A bírálók az íz pontozásakor a tzatzikis ízvilágú termékre adták a legmagasabb pontszámot ugyanakkor ezen termék bizonyult a legmegosztóbbnak is (4. ábra). A legszignifikánsabb különbség ebben az esetben is a paradicsomos illetve a tzatzikis ízek között mutatkozik, míg a paprikás és az epres ízvariációk megegyező pontszámot értek el. Az epres termék ashwagandát is tartalmazott mely kesernyész ízvilágú ugyan, de a termékben ez nem volt kifogásolható. A spirulinás ízesítésű italporban az ananász jellemvonásait vélték felfedezni a bírálók és egyikük sem érzékelt kellemetlen „algás” ízt.



5. ábra Különböző ízesítésű porkeverékek érzékszervi bírálatának eredményei (állag)

A bírálók zöme tett olyan észrevételt az állag vizsgálata során, hogy a porkeverék vízben történő oldása során a termék darabos vagy túl sűrűnek bizonyult, mely a finomabb szemcseméretre történő aprítással illetve hígítási arányok megváltoztatásával kiküszöbölhető. Ezen tulajdonság esetében is konstátálható, hogy a paradicsomos ízesítésű termék szignifikánsan eltér a többi terméktől (5. ábra).



6. ábra Különböző ízesítésű porkeverékek érzékszervi bírálatának eredményei (szín)

A várt eredményekhez képest a jellegzetesen zöld színű spirulinás-ananászos termék nem mutatott teljes visszautasítást, a legmagasabb pontszámot mégis a szárított kápia paprika ízesítésű termék kapta, minimális szórással (6. ábra).

8. táblázat Az érzékszervi bírálat összesített eredményei

Termék	Rangsor				Rangátlag
	Illat	Íz	Állag	Szín	
Spir.	1	2	2	3	2
Tzat.	2	1	1	4	2
Pap.	3	4	3	1	3
Epres	5	5	4	2	4
Őszib.	4	3	5	5	4
Par.	6	6	6	6	6

Az átlagok segítségével létrehoztunk egy rangátlagot melyből megtudható, hogy a vizsgált tulajdonságokat összevetve mely termék bizonyult a legjobbnak (**8. táblázat**). E szerint a spirulinás-ananászos illetve a tzatzikis ízesítésű termékek végeztek az első helyen, míg az abszolút legkevesebb pontot kapó termék a paradicsomos ízesítésű italpor volt.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az emberek és az állatok legősibb tápláléka a gabona melynek kultikus tiszteletét már az ősi egyiptomi civilizációból származó síremlékek is megörökítik. A gabona termesztésének misztikus története szorosan összefonódott az emberiség fejlődésével csakúgy mint, az egyes mikroorganizmusok szerepének felismerése és tudatos alkalmazása a tradicionális élelmiszer előállítási folyamatokban. A fogyasztók permanensen növekvő egészségtudatosságának köszönhetően napjainkban egyre nagyobb teret hódítanak a gabona alapú fermentált élelmiszerek. Ezen innovatív fermentált gabonakészítmények alkalmasak laktózérzékenyek, tejallergiások, alacsony lipidtartalmú valamint a teljes értékű növényi étrendet követők számára is. A gabona bázisú fermentált termékek pro-, és prebiotikus hordozóként is szolgálnak, rendszeres fogyasztással hozzájárulnak az egészséges bélmikrobióta támogatásához ezáltal immunrendszer erősítéséhez.

A TDK dolgozatomban célkitűzése, olyan kizárólag gabona bázisú, ízesített, tejsavasan fermentált por alapú termékek fejlesztése melyek élelmi rostokban és antioxidánsokban gazdagok, minőségüket hosszan megőrzik és természetazonosak azaz nem tartalmazzak különféle adalékanyagokat. A natúr, friss fermentumot egy sűrű szövésű szűrűn átszűrve kaptuk azt a zagyot melyet később egy speciális, kéméletes technológiával megszáritottunk.

A szárított terméket és az ízesítésre szánt szárított zöldségeket és gyümölcsöket apró szemcseméretig daráltuk és homogenizáltuk. Összességében hat féle termék született melyek a következők: paradicsomos ízesítésű, kápia paprika ízesítésű, őszibarack ízesítésű, epres-ashwaganda ízesítésű, spirulina-ananász ízesítésű, és tzatzikis ízesítésű. A késztermékek nedvesség és vízaktivitás értékeit meghatároztuk, majd vízzel történő feloldásukat követően érzékszervi bírálat és mikrobiológiai vizsgálat alá vetettük.

Az elkészült termékeket mikrobiológiai vizsgálat alá vetettük melynek eredményeképpen megállapítható, hogy a friss fermentum nagyságrendekkel több mikroorganizmust tartalmazott, mint a szárított keverékek. Nem meglepő módon, bár a szárítás következtében a kiindulási csíraszám csökken, a portermékek összmikróba száma így is jelentős.

Megvizsgáltuk a különböző porkeverékek nedvességtartalmát melyből kiderült, hogy kiindulási zab alapú natúr fermentum nedvességtartalma közel 90% volt míg a szárítást követően összeállított porkeverékek nedvességtartalma csupán 4 és 5% közé tehető. A kapott értékek jól prezentálják, hogy az alkalmazott kéméletes, speciális szárítási eljárás eredményesnek bizonyult, a nedvesség számottevő része eltávolításra került.

A nedvességtartalom mellett az italporok vízáktívítást is meghatároztuk. A mérési eredmények azt mutatják, hogy a szárított porok esetében a vízáktívítást igen alacsony 0,23 és 0,33 közötti mely hozzájárul a hosszú eltarthatósághoz. Az alacsony nedvességtartalom és vízáktívítást együttes értékeiből feltételezhető, hogy a légmentesen, megfelelő körülmények között tárolt porkeverékek hosszú időn át megőrzik minőségüket és mikrobiológiai stabilitásukat.

Az érzékszervi bírálat során kapott eredményeket tulajdonságonkénti egytényezős varianciaanalízis segítségével vizsgáltuk, hogy az adott tulajdonság tekintetében vannak-e olyan minták, amelyek szignifikánsan különböznek egymástól 95%-os valószínűségi szinten.

Az eredmények kiválóan tükrözik a termékek innovatív mivoltát és a fogyasztók nyitottságát ezen új termékek irányába. A termékek leginkább egy bizonyos fogyasztói réteget céloznak, akik számára fontos az egészségtudat, a környezet és a tápláló termékek fogyasztása. Az „illat” paraméter szerinti vizsgálat során megállapítható, hogy a legkedveltebb termék a tzatzikis volt, míg a legkevesebb pontszámot a paradicsomos ízesítésű termék kapta. A bírálók zöme tett olyan észrevételt az állag vizsgálata során, hogy a porkeverék vízben történő oldása során a termék darabos vagy túl sűrűnek bizonyult, mely a finomabb szemcseméretre történő aprítással illetve a hígítási arányok megváltoztatásával kiküszöbölhető.

A kapott értékek átlagainak segítségével létrehoztunk egy rangátlagot melyből megtudható, hogy a vizsgált tulajdonságokat összevetve mely termék bizonyult a legjobbnak. E szerint a spirulinás-ananászos illetve a tzatzikis ízesítésű termékek végeztek az első helyen, míg az abszolút legkevesebb pontot kapó termék a paradicsomos ízesítésű italpor volt.

IRODALOMJEGYZÉK

- Abedi, E., & Hashemi, S. M. (2020). Lactis acid production - producing microorganisms and substrates sources-state of art. *Heliyon*, e04974. doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04974>
- Ábrahám, É. B., Csajbók, J., Dóka, L. F., Kutasy, E., Pepó, P., Sárvári, M., . . . Szabó, É. (2019). *Alternatív növények*. (P. Pepó, Szerk.) Budapest: Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó.
- Ádám, É., Béládi, I., Gergely, L., Kétyi, I., Nász, I., Pusztai, R., & Szabó, B. (1998). *Orvosi mikrobiológia*. Budapest: Semmelweis Kiadó.
- Antal, M., Bényi, M., Gulyás, M., Kocsis, S., Köteles, G., Major, P., . . . Zajkás, G. (2005). *Élelmezés- és táplálkozás egészségtan*. (I. Rodler, Szerk.) Budapest: Medicina Könyvkiadó Rt.
- Bajkai, T., Barla, R., Jenei, B., & Róth, Z. (2016). *Sörfőzés otthon, egyszerűen*. Budapest: Első Magyar Házisörfőző egyesület.
- Balikó, S., Bódis, L., & Kralovánszky U., P. (2005). *A szója termesztése*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Balikó, S., Bódis, L., & Kralovánszky U., P. (2007). *A szója feldolgozása, felhasználása*. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 104-121.
- Balogh, S. (2017). *Alternatív táplálkozás- választható táplálékaink*. Budapest: Oriold és Társai Kiadó és Szolgáltató Kft., 21-22, 270-271.
- Balogh, S., Beszédes, S., Csanádi, J., Eszes, F., Fenyvessy, J., Gyimes, E., . . . Vincze-Lendvai, E. (2010). *Élelmiszer-tchnológia mérnököknek*. Szeged: Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar.
- Bamforth, C. (2022). Nutritional aspects of beer - a review. *Nutrition Research*, 227-237. doi:[https://doi.org/10.1016/S0271-5317\(01\)00360-8](https://doi.org/10.1016/S0271-5317(01)00360-8)
- Barcs, I. (Szerk.). (2020). *Egészségügyi mikrobiológia 3*. Akadémia Kiadó. Forrás: <https://mersz.hu/barcs-egeszsegugyi-mikrobiologia-3//>
- Bazzara, F. (2004). *The espresso coffe production system*. Gorizia: Edizioni 2000.
- Beddows, C. (1998). Fermented fish and fish products. In B. Wood, *Microbiology of Fermented Foods* (old.: 416-440.). Springer. doi:https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0309-1_13

- Bengmark, S. (2000. January). Colonic food: pre- and probiotics. *The American Journal of Gastroenterology*, S5-S7. doi:[https://doi.org/10.1016/S0002-9270\(99\)00807-2](https://doi.org/10.1016/S0002-9270(99)00807-2)
- Benkerroum, N. (2013). Traditional Fermented Foods of North African Countries: Technology and Food Safety Challenges With Regard to Microbiological Risks. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2012.00215.x>
- Bíró, S., Maráz, A., Kevei, F., Kucsera, J., Hornok, L., & Pesti, M. (2001). *Általános mikrobiológia*. Budapest-Pécs: Dialógus Campus Kiadó.
- Bogdán, J., Gasztonyi, K., & Gábor, M. (1992). *Élelmiszer-kémia I.* (K. Gasztonyi, & R. Lásztity, szerk.) Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Chandrasekaran, S., Ramanathan, S., & Basak, T. (2013). Microwave food processing-A review. *Food Research International*, 243-261. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.02.033>
- Cinar, Z. Ö., Atanassova, M., Tumer, T. B., Caruso, G., Antika, G., Sharma, S., . . . Pezzani, R. (2021. October). Cocoa and cocoa bean shells rla in human health : An updated review. *Journal of Food Composition and Analysis*, 104115. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104115>
- Deák, T., Kiskó, G., Maráz, A., & Mohácsiné Farkas, C. (2006). *Élelmiszer- mikrobiológia*. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 152-171.
- Demirgul, F., Simsek, O., & Sagdic, O. (2022). Amino acid, mineral, vitamin B contents and bioactivities of extracts of yeast isolated from sourdough. *Food Bioscience*, 50, 102040. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.102040>
- Desbonnet, L., Clarke, G., Traplin, A., O'Sullivan, O., Crispie, F., Moloney, R., . . . Cryan, J. (2015). Gut microbiota depletion from early adolescence in mice: mice: Implications for brain and behaviour. *Brain Behav Immun*, 165-173. doi:<https://doi.org/10.1016/j.bbi.2015.04.004>
- Diez-Ozaeta, I., & Astiazaran, O. J. (2022. June). Fermented foods: An update on evidence-based health benefits and future perspectives. *Food Research International*, 111133. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111133>

- Ebrahimi Pure, A., Ghods Mofidi, S., Keyghobadi, F., & Ebrahimi Pure, M. (2017). Chemical composition of garlic fermented in red grape vinegar and kombucha. *Journal of Functional Foods*, 347-355. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.05.018>
- Eiser, E., Miles, C., Geerts, N., Verschuren, P., & MacPhee, C. (2009). Molecular cooking: physical transformations in Chinese 'century' eggs. *Soft Matter*, 2725-2730. doi:<https://doi.org/10.1039/b902575h>
- Eperjesi, I. (2014). *Borászati technológia*. Budapest: Mezőgazda Lap -és Könyvkiadó.
- FD-DVS YF-L812 Termofil joghurtkultúra. (2023. október). Forrás: <https://xn--mtkiwebruh-z-q7ad.hu/hu/tejtermek-gyartasa/kulturak/joghurt-kesziteshez/hagyomanyos-joghurt-keszitesehz/fd-dvs-yf-l812-50u>
- Febrianto, N. A., & Zhu, F. (2023). Coffee bean processig: Emerging methods and their effect on chemical, biological and sensory properties. *Food Chemistry*, 135489. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.135489>
- Fenyvessy, J., Csanádi, J., Csapó, J., & Csapóné-Kiss, Z. (2014). *Tejipari technológia*. Kolozsvár: Scientia Kiadó, 13-15.
- Foster, J., Lyte, M., Meyer, E., & Cyran, J. (2016). Gut Microbiota and Brain Function: An Evolving Field in Neuroscience. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, pyv114. doi:<https://doi.org/10.1093/ijnp/pyv114>
- Gautier, A. (2014). *Encyclopedia of Food Microbiology (Second Ediction)*. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00280-9>
- Goehler, L., Gaykema, R., Opitz, N., Raddaway, R., Badr, N., & Lyte, M. (2005). Activation in vagal afferents and central autonomic pathways: early responses to intestinal infectio with Campylobacter jejuni. *Brain Behav Immun*, 334-344. doi:<https://doi.org/10.1016/j.bbi.2004.09.002>.
- Gutiérrez-Salmeán, G., Fabila-Castillo, L., & Chamorro-Cevallos, G. (2015). Nutritional and toxicological aspects of Spirulina (Arthrospira). *Nutrición Hospitalaria*, 34-40. doi:10.3305/nh.2015.32.1.9001.
- György, É. (2021). *Általános mikrobiológia*. Kolozsvár: Scientia Kiadó.

- Hailu, S., Admassu, S., & Jha, Y. (2012). Vinegar Production Technology – An Overview. *BEVERAGE & FOOD WORLD*, 29-32.
- Hajdú, M., Flanek, A., Bikfalvi, I., Szűcs, Z., Mráv, G., & Pándi, F. (2000). *Erjedésipari technológia II*. Budapest: Agrárszakoktatási Intézet.
- Hashemi, S., Khaneghah, A., Barba, F., Nemati, Z., Shokofti, S., & Alizadeh, F. (2017). Fermented sweet lemon juice (Citrus limetta) using *Lactobacillus plantarum* LS5: Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities. *Journal of Functional Foods*, 409-414. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.09.040>
- Heidböhmer, E. (2021). *A gabonák titkai*. (V. Szaszákné Sebők, Ford.) Budapest: Sziget Könyvkiadó.
- Hippe, H., Andreesen, J. R., & Gottschalk, G. (1992). *The genius Clostridium- Nonmedical In: The Prokaryotes 2nd Edition*. New York: Springer.
- Jayawardena, R., Swarnamali, H., Ranasinghe, P., & Misra, A. (2021). Health effects of coconut oil: Summary of evidence from systematic reviews and meta-analysis of interventional studies. *Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews*(Volume 15, Issue 2), 549-555. doi:<https://doi.org/10.1016/j.dsx.2021.02.032>.
- Juhász, K. (2000). *Húsipari technológia II*. Budapest: Agrárszakoktatási Intézet.
- Kanyó, T., & Kasza, J. (2000). *Tartósítóipari Technológiai II*. Budapest : Agrárokttatási Intézet.
- Kelesidis, T., & Pothoulakis, C. (2012). Efficacy and safety of the probiotic *Saccharomyces boulardii* for the prevention and therapy of gastrointestinal disorders. *Therap Adv Gastroenterol*, 111-125. doi:<https://doi.org/10.1177/1756283X11428502>
- Kenechukwu, A. (2019). Review: Beer Production. *SSRN Electronic Journal*, 1-15. doi:<https://doi.org/10.2139/ssrn.3458983>
- Khabiya, R., Choudhary, G., Jnanesha, A., Kumar, A., & Lal, R. (2023). An insight into the potential varieties of Ashwagandha (Indian ginseng) for better therapeutic efficacy. *Acta Ecologica Sinica*, 56-60. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2023.06.009>
- Lafarga, T., Fernández-Sevilla, J., González-López, C., & Acién-Fernández, F. (2020). Spirulina for the food and functional food industries. *Food Research International*, 109356. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109356>

- Lahue, C., Madden, A., Dunn, R., & Heil, C. (2020). History and Domestication of *Saccharomyces cerevisiae* in Bread Baking. *Frontier in genetics*. doi:<https://doi.org/10.3389/fgene.2020.584718>
- Lásztity, R., & Törley, D. (1993). *Élelmiszer-kémia 2.* (K. Gasztonyi, & R. Lásztity, szerk.) Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Li, Y., Cao, Z., Yu, Z., Zhu, Y., & Zhao, K. (2023. January). Effect of inoculating mixed starter cultures of *Lactobacillus* and *Staphylococcus* on bacterial communities and volatile flavor in fermented sausages. *Food Science and Human Wellness*, 200-211. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fshw.2022.07.010>
- Lin, T., Durance, T., & Scaman, C. (1998). Characterization of vacuum microwave, air and freeze dried carrot slices. *Food Research International (Ottawa, Ont.)*, 111-117. doi:[https://doi.org/10.1016/s0963-9969\(98\)00070-2](https://doi.org/10.1016/s0963-9969(98)00070-2)
- Magyar, I. (2010). *Borászati mikrobiológia*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Mandlik Ingawale, D., & Namdeo, A. (2021). Pharmacological evaluation of Ashwagandha highlighting its healthcare claims, safety, and toxicity aspects. *Journal of Dietary Supplements*, 183-226. doi:<https://doi.org/10.1080/19390211.2020.1741484>
- Mohajeri, M., La Fata, G., Steinert, R., & Weber, P. (2018). Relationship between the gut microbiome and brain function. *Nutrition Reviews*, 481-496. doi:<https://doi.org/10.1093/nutrit/nuy009>
- Mohos, F. (1975). *Általános édesipari műveletek és a kakaó feldolgozása*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó.
- MSZ 4420:1980- Tartósított élelmiszerek nedvességtartalmának meghatározása. (2023).
- Ohkubo, T., Tsuda, M., Tamura, M., & Yamamura, M. (1990). Impaired superoxide production in peripheral blood neutrophils of germ-free rats. *Scandinavian journal of immunology*, 727-729. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-3083.1990.tb03216.x>
- Oláh, C., Némethy, S., Varga, L., Godó, Z., & Molnár, P. (2023). Borfogyasztás hatása a humán mikrobiomra - legújabb bizonyítékon, kutatási perspektívák. In Z. Bene (Szerk.), *THE Eszencia- Bor és Tudomány* (old.: 66-73.). Sárospatak: Tokaj-Hegyalja Egyetem.

- Ortutay, G. (Szerk.). (1977-1982.). *Magyar néprajzi lexikon* (1. kötet). Budapest: Akadémia Kiadó.
- Pál, T. (2013). *Az orvosi mikrobiológia tankönyve*. Budapest: Medicina Könyvkiadó Zrt.
- Pan, Y., Tikekar, R. V., & Nitin, N. (2013). Effect of antioxidant properties of lecithin emulsifier on oxidative stability of encapsulated bioactive compounds. *International Journal of Pharmaceutics*(Volume 450, Issues 1–2), 129-137. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2013.04.038>
- Pepó, P., & Sárvári, M. (2011). *Gabonanövények termesztése. Az Agrármérnök MSc szak tananyagfejlesztése TÁMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0010 projekt*. Debrecen: Debreceni Egyetem.
- Preedy, V. (2008). *Beer in Health and Disease Prevention*. Academic Press. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373891-2.X0001-6>
- Sarkar, A., Lehto, S., Harty, S., Dinan, T., Cryan, J., & Burnet, P. (2016. November). Psychobiotics and the Manipulation of Bacteria-Gut-Brain Signals. *Trend in Neurociences*, 763-781. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tins.2016.09.002>
- Shahinfar, H., Amini, M., Payandeh, N., Torabynasab, K., Pourreza, S., & Jazayeri, S. (2022). Dose-dependent effect of vinegar on blood pressure: A GRADE-assessed systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Complementary Therapies in Medicine*, 71,102887. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ctim.2022.102887>
- Skåra, T., Axelsson, L., Stefánsson, G., Ekstand, B., & Hagen, H. (2015). Fermented and ripened fish products in the northern European countries. *Journal of Ethnic Foods*, 18-24. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jef.2015.02.004>
- Su, H.-K., Tsai, M.-H., Chao, H.-R., Wu, M.-L., & Lu, J.-H. (2021). Data on effect of Tempeh Fermentation on patients with type II diabetes. *Data in Brief*, 38,107310. doi:<https://doi.org/10.1016/j.dib.2021.107310>
- Sun, Y.-P., Chou, C.-C., & Yu, R.-C. (2009). Antioxidant activity of lactic-fermented Chinese cabbage. *Food Chemistry*, 912-917. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.12.097>
- Tamés, H., Sabater, C., Margolles, A., Ruiz, L., & Ruas-Madiedo, P. (2023. June). Production of GABA in milk fermented by *Bifidobacterium adolescentis* strains selected on the

- bases of the technological and gastrointestinal performance. *Food Research International*, 113009. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113009>
- Tsafrakidou, P., Michaelidou, A.-M., & Biliaderis, C. (2020. Jun). Fermented Cereal-based Product: Nutritional Aspects, Possible Impact on Gut Microbiota and Health Implication. *Foods*, 734. doi:<https://doi.org/10.3390/foods9060734>
- Velotto, S., & Ferranti, P. (2023). Coconut and Oil Palm Based Ingredients. *Sustainable Food Science - A Comprehensive Approach*, 229-241. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823960-5.00053-6>
- Wan, D., Wu, Q., & Kuča, K. (2016). Chapter 42 - Spirulina. In R. Gupta, *Nutraceuticals: Efficacy, Safety and Toxicity* (old.: 569-583). London: Academic Press. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802147-7.00042-5>
- Wu, H.-J., & Wu, E. (2012. January). The role of gut microbiota in immune homeostasis and autoimmunity. *Gut Microbes*, 4-14. doi:<https://doi.org/10.4161/gmic.19320>
- Xia, T., Zhang, B., Duan, W., Zhang, J., & Wang, M. (2020). Nutrients and bioactive components from vinegar: A fermented and functional food. *Journal of Functional Foods*, 64, 103681. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103681>
- Xia, Y., Zha, M., Feng, C., Li, Y., Chen, Y., & Shuang, Q. (2023). Effect of co-fermentation system with high-GABA-yielding strains on soymilk properties: microbiological, physicochemical, and aromatic characterisations. *Food Chemistry*, 136245.
- Yuliana, N., Nurainy, F., W. Sari, G., Sumardi, & Widiastuti, E. (2023). Total microbe, physicochemical property, and antioxidative activity during fermentation of cocoa honey into kombucha functional drink. *Applied Food Research*, 100297. doi:<https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100297>