

ERDÉLYI TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA 2023

*SAPIENTIA EMTE - MAROSVÁSÁRHELYI KAR Sepsiszentgyörgyi
Tanulmányi Központ*

A feketeribizli-borban áztatott és érlelt kemény sajtok tulajdonságainak vizsgálata

Hallgatók: *Szabó Renáta*, élelmiszeripari mérnök szak, III. év.

Veres Erika, élelmiszeripari mérnök szak, III. év.

Témavezetők: *dr. Albert Csilla*, egyetemi docens

dr. Salamon Rozália-Veronika, egyetemi docens

Csíkszereda

2023

Kivonat

Feketeribizli borban áztatott és érlelt kemény sajtok tulajdonságainak vizsgálata

Szabó Renáta, Veres Erika

Sapientia EMTE, Csíkszeredai Kar, Élelmiszeripari mérnök Szak, 3. év

E-mail: szabolrenata@uni.sapientia.ro, veresgyerika@uni.sapientia.ro

Témavezetők:

dr. Albert Csilla, dr. Salamon Rozália-Veronika

Sapientia EMTE, Csíkszeredai Kar, Élelmiszertudományi Tanszék

E-mail: albertcsilla@uni.sapientia.ro, salamonrozalia@uni.sapientia.ro

Munkánk során célunk volt a sajtok és borok megannyi jótékony hatását ötvözve, előállítani egy új funkcionális élelmiszert, pontosabban feketeribizli-borban áztatott és érlelt kemény sajtot, amely eltér a hagyományos, hétköznapi és meghatározott ideig érlelt kemény sajtok érzékszervi és fizika-kémia tulajdonságaitól.

Sajtjainkat háromféle változatban készítettük el: elsőként feketeribizli-bor mentes alvadékot áztattunk feketeribizli-borban, majd érleltük; a következőkben feketeribizli borral kevert alvadékot érleltünk, végül feketeribizli-boros alvadékot áztattunk feketeribizli-borba, és érleltük. A feketeribizli-bor használata a különleges érzékszervi sajátságok mellett, mint jellegzetes vöröses-lila szín, karizmatikus, gyümölcsös íz, magas biológiai értéket, nevezetesen magas antioxidáns kapacitást biztosít.

A funkcionális élelmiszer előállításán kívül, célunk volt az előállított termék fizika-kémiai, mikrobiológiai és érzékszervi tulajdonságainak jellemzése, valamint az áztatás és érlelés során a szárazanyag-tartalom, antioxidáns kapacitás, mikrobiológiai tulajdonságok változásának követése.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	4
2. Célkitűzés.....	5
3. Irodalmi áttekintés.....	6
3.1. A sajt fogalma és összetétele.....	6
3.2. A kemény sajtok minőségi és érzékszervi jellemzői.....	6
3.3. Kémiai és mikrobiológiai összetételük.....	6
3.4. A sajtok gyártástechnológiája.....	9
3.5. A feketeribizli-bor fogalma és összetétele.....	9
3.5.1. Minőségi és érzékszervi jellemzői.....	9
3.5.2. Kémiai összetétele, élettani hatásai.....	10
3.6. A feketeribizli-bor gyártástechnológiája.....	12
3.7. Antioxidáns kapacitás jellemzésére használt kémiai módszerek.....	13
3.7.1. Össz-polifenol tartalom meghatározása Folin-Ciocalteu reagenssel.....	13
3.7.2. Vasredukáló képességen alapuló módszer (FRAP).....	14
3.7.3. DPPH gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitásmérés módszer.....	14
3.8. Nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiás eljárás.....	15
4. Anyag és módszer.....	16
4.1. A minták előállítására alkalmazott feketeribizli-bor.....	16
4.2. A sajtok gyártástechnológiája.....	16
4.2.1. Az alvadékba kevert feketeribizli-borral készült sajtminták előállítása (AKB).....	17
4.2.2. Az feketeribizli-borban áztatott, valamint feketeribizli-borral kevert alvadékból készült sajtminták előállítása (AKFBÁ).....	17
4.2.3. Az egyszerű alvadékból készült, és feketeribizli-borban áztatott sajtminták előállítása (FBÁ).....	17
4.2.4. Kontroll sajtminták előállítása (K).....	17
4.3. A sajtok mintavétele.....	18
4.4. A sajtok mikrobiológiai vizsgálata.....	19
4.4.1. A vizsgálat menete.....	19
4.5. A sajtok szárazanyag-tartalmának meghatározása.....	19

4.6. A minták fiziko-kémia vizsgálata.....	20
4.6.1. A minták előkészítése az analitikai vizsgálatokhoz.....	20
4.6.2. Össz-polifenol tartalom meghatározása Folin-Ciocalteu reagenssel.....	21
4.6.3. Vas-redukálóképességen alapuló módszer (FRAP).....	21
4.6.4. DPPH gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitásmérés módszer.....	22
4.6.5. Az alkoholtartalom meghatározása nagyhatékonyságú kromatográfiás módszerrel..	22
4.7. A sajtminák érzékszervi jellemzése.....	22
4.7.1. Az elemzések elvégzésére szolgáló helyiségek.....	23
4.7.2. Az érzékszervi vizsgálaton résztvevő személyek száma és jellemzése.....	23
4.7.3. Az érzékszervi vizsgálat menete.....	23
4.8. Statisztikai elemzés.....	24
5. Eredmények és értékelésük.....	25
5.1. A sajtok mikrobiológiai vizsgálatának eredményei.....	25
5.2. A szárazanyag-tartalom vizsgálatának eredményei.....	28
5.3. A minták fizika-kémiai vizsgálatainak eredményei.....	28
5.3.1. Össz-polifenol tartalom meghatározásának eredményei.....	28
5.3.2. Vas-redukáló képességen alapuló módszer (FRAP) eredményei.....	31
5.3.3. DPPH gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitásmérés módszer eredményei...	33
5.4. A sajtok alkoholtartalmának eredményei nagyhatékonyságú kromatográfiás módszerrel.	34
5.5. Érzékszervi vizsgálat kiértékelése.....	35
5.6. Gazdasági számítás a terméket illetően.....	37
6. További célkitűzések.....	38
7. Következtetések.....	39
8. Köszönetnyilvánítás.....	40
9. Irodalomjegyzék.....	41
10. Mellékletek.....	44

1. Bevezetés

A sajtok évszázadok óta az emberi étrend fontos részét képezik, amely hazánkban is az egyik legközkedveltebb terméknek számít. Románia legismertebb sajtgyártó cégei, a Hochland, a Covalact és a Delaco 2016-ban a sajt értékesítésében új fejleményekről számoltak be. Maria Tudose, a Delaco márka menedzsere így vélekedett:” A 2016-os évre jellemző fogyasztásnövekedés a sajt kategóriában is érezhető volt. A sajt és a telemea továbbra is a román fogyasztók kedvenc tejtermékei, ennek köszönhetően a pozitív tendencia itt is érezhető volt...”

A sajtok népszerűsége feltehetőleg a megannyi jótékony hatásnak köszönhető. Az utóbbi időkben számos kutatás és tanulmány arra mutatott rá, hogy a sajtok rendszeres fogyasztása megelőzi a csonttritkulást, erősíti a csontrendszert, valamint védi a fogakat a szuvasodástól, és a benne található különböző vegyületek megtapadva a fogzománcon, védőréteget képeznek, ezzel is ellenállva a különböző savaknak (*Beresford, 2023*). Magas fehérjetartalmú élelmiszer, a fehérje mintegy 25%-át teszi ki. A fokozott fehérjebevitel klinikailag bizonyítottan növeli a jóllakottság érzetét, és csökkenti az étel utáni sóvárgást. Az idősek számára pedig megfelelő fehérjeutánpótlást jelent, mivel az öregedéssel csökken a felszívódó fehérjék mennyisége. A sajtban lévő probiotikumok védelmet nyújtanak a bélben megtelepedő káros baktériumok ellen (*Plessas és mtsai., 2012*). Ilyen és ehhez hasonló tulajdonságai miatt előszeretettel fogyasztják.

Az Eurostat 2020-as statisztikája szerint az elhalálozások döntő többségéért a szív- és érrendszeri betegségek, valamint a daganatos megbetegedések felelősek (*Eurostat, 2020*). Ezért is fontos, hogy minél több antioxidánssal, és magas beltartalmi értékkel rendelkező zöldséget és gyümölcsöt fogyasszunk, annak érdekében, hogy ezeknek a betegségeknek a kialakulását csökkenthessük. A gyümölcsök körében a feketeribizli hordozza magával az egyik legnagyobb antioxidáns jelleget, ez alapján is választottuk a sajtok áztatásának céljából ebből a bogyós gyümölcsből készült bort. A feketeribizli-bor számos jótékony hatással rendelkezik a szervezetre nézve, fontos szerepet játszik a szív- és érrendszeri betegségek kialakulásának megelőzésében, valamint a bennük jelentős mennyiségben megtalálható polifenolos vegyületeknek köszönhetően csökkentik az oxidatív stresszt (*Rudrapal és mtsai., 2022*).

2. Célkritizés

Ismerve a sajtok és a vörösborkok megannyi jótékony hatását, célunk, hogy a két termék kedvező tulajdonságait ötvözve egy minőségi, és a hagyományostól eltérő tulajdonságokkal rendelkező sajtot állítsunk elő. A funkcionális élelmiszer előállítása mellett, amely jótékony hatást gyakorol a szervezetre, és egyfajta lehetőséget jelent főként a szív- és érrendszeri betegségek, valamint daganatos elváltozások megelőzésében, célunk megtalálni azt a módszert, amely segítségével a legtöbb antioxidáns hatású anyag átvihető a feketeribizli-borból a sajtokba.

Ennek érdekében a feketeribizli-bort felhasználva három eltérő módon állítottunk elő sajtokat: feketeribizli-boros, feketeribizli-borban áztatott, valamint feketeribizli-boros és áztatott sajtot készítettünk, amelyekben vizsgáltuk a szárazanyag-tartalom, az antioxidáns kapacitás, a polifenol tartalom, valamint az alkoholtartalom és a mikrobiológiai szennyezettségben bekövetkező változásokat.

Egy új termék esetében lényeges a kész termék fogyasztók általi elfogadhatóságának, valamint érzékszervi sajátosságainak jellemzése. Ahhoz, hogy erről egy összképet tudjunk kialakítani, szükséges, hogy egy kóstolás keretein belül, kérdőív formájában felmérjük ezeket a tulajdonságokat, és a további ezzel kapcsolatos igényeket.

A kutatásunk céljához tartozik az is, hogy megállapítsuk a termék előállítási árát, felmérve ezzel azt, hogy milyen pluszköltséggel számolhatunk a bor nyersanyagként való alkalmazása során.

3. Irodalmi áttekintés

3.1. A sajt fogalma és összetétele

A sajt egy olyan fehérjedús termék, amelyet a tejnek, tejszínnek vagy ezek keverékének savanyításával, vagy oltó hozzáadásával nyert alvadékból savóelvonással állítanak elő, mely frissen vagy rövidebb-hosszabb érlelés után fogyasztható (*Magda és Marselek, 2000*).

3.2. A kemény sajtok minőségi és érzékszervi jellemzői

A Codex Alimentarius 1-3/19-1 számú előírása magába foglalja a kemény sajtokkal szembeni elvárásokat is. A kemény és extra kemény sajtokat a szilárd, kemény sajttészta, általában a nagy méret és tömeg, szabályos alak és a több hónapos érési idő jellemzi. Egész tömegükben érnek, de egyes esetekben érésükben a kéregflórának is szerepe lehet.

A sajt állományát tekintve kemény, szemcsés, nehezen vágható, inkább törhető, reszelhető kell legyen. Színe egyenletes, csontfehér színű, ízesített termék esetén az ízesítő-, illetve a színezőanyagra jellemző. Íze és illata enyhén savanykás, kellemesen sós, telt, jellegzetesen aromás, tiszta, idegen szagtól és íztől mentes kell legyen (*Magyar Élelmiszerkönyv*).

3.3. Kémiai és mikrobiológiai összetételük

A sajtok összetétele kimondottan változatos tud lenni, mivel számos tényező befolyásolja. A 3.1. táblázat a sajtok leggyakrabban előforduló összetételét foglalja össze (*Csapó és mtsai.,2014*).

3.1. táblázat. A sajtok összetétele

Alkotórész	Százalékos mennyiség
Szárazanyag-tartalom	20-65
Fehérje	17-30
Zsír	1-30
Tejcukor	0-2
Ásványi sók	1,5-8
Konyhasó	1-5
Enzimek	oltó- és sajterlelő mikroorganizmusok

	enzimjei
Vitaminok	A, D, E, K, B
Színezőanyagok	karotin, riboflavin
Gázok	CO ₂

A sajt mikrobiótája lényegesen meghatározza a termék megjelenési textúráját, illatát, és ízvilágát. Ennek a tejterméknek a mikrobiális ökoszisztémája rendkívül változatos, különböző baktériumok, élesztők és penészgombák alkotják. Ezek leginkább a felszínen telepsznek meg, de a termék belsejében is számos mikroba megtalálható, amelyek lehetnek hasznosak - a sajt minőségét javító -, vagy romlást okozóak (György és Laslo, 2021; Montel és mtsai., 2014). Az érlelés során a mikrobák proteínázokat és lipázokat szabadítanak fel, amelyek részt vesznek a fehérjék és zsírok hidrolízisében, ennek eredményeként pedig aminosavak és zsírsavak jönnek létre, amelyek fontos szerepet játszanak az íz kialakításában.

Ahhoz, hogy a legvégén egy minőségi, és időben minél nagyobb eltarthatóságot élvező terméket kapjunk, két fontos szempontot kell szem előtt tartunk. Egyrészt biztosítani a hasznos mikroorganizmusok növekedéséhez és fejlődéséhez szükséges fizikai-, és kémiai paramétereket (vízaktivitás, pH, érlelési hőmérséklet, redox-potenciál), továbbá a kémiai összetételt (sótartalom és nitrátok jelenléte). Másrészt pedig törekednünk kell arra, hogy a patogén és romlást okozó mikrobák jelenléte a lehető legkisebb legyen. Fontos, hogy már a nyerstej beszerzésekor nagy figyelmet fordítsunk a higiéniára, hogy ne vigyünk be ártalmas mikroorganizmusokat a készítendő termékünkbe.

A sajtok vízaktivitása 0,917-0,988 között mozog, amely kedvező körülményt biztosít a káros mikroorganizmusoknak, ezt az értéket viszont nagyobb sótartalom mellett lehet csökkenteni. Azonban ügyelni kell arra, hogy a sótartalom is bizonyos értékek között mozogjon, mivel a túlzott sótartalom negatívan befolyásolhatja az enzimatikus és mikrobiális aktivitást.

Az alvadék enyhe savtartalma (pH = 4,5 – 5,3) csak a baktériumok növekedését segíti elő, mivel a penészgombák és élesztők a 4,5-nél alacsonyabb pH-t kedvelik. Az érlelési hőmérséklet nagyban befolyásolja a tejsavbaktériumok tevékenységének intenzitását, amelyek optimális hőmérséklete 35-55 °C. Ezzel párhuzamosan pedig fontos szerepe van abban is, hogy a nemkívánatos romlást okozó és patogén mikroorganizmusok szaporodását megakadályozza.

A baktériumok életképességét a metabolitok befolyásolják, amelyek behatolva a baktériumok belsejébe, protonokat szabadítanak fel, amely savasodáshoz vezet. Ilyen metabolitok a szerves savak és az indító kultúrák által kibocsátott fehérjeszerű vegyületek (bakteriocinok). A sajtban leginkább előforduló szerves savak az ecetsav, tejsav és a propionsav. Az utóbbi antimikrobiális hatást fejt ki a penészgombák ellen.

A különféle sajtok redox-potenciálja szinte azonos, +250 mV és +350 mV tartományban van, amely az érlelési folyamatok során fokozatosan csökken. Ez az alacsony érték védelmet képez a probiotikumok számára (György és Laslo, 2021)

A tej pasztörözése során a patogén mikroorganizmusok többsége elpusztul, csupán a *Clostridium*, *Bacillus*, és *Geobacillus* nemzetséghez tartozó fajok spórái élnek túl, mint például a *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum*, és a *Clostridium perfringens* spórái. Az élesztőgombák a friss sajtok puffadását okozzák, de ezek is a pasztörözés által elpusztulnak, így a tejtermékekben való jelenlétük csak a reinfekció következménye lehet, akár csak a penészgombáké (Csapó és mtsai., 2014).

Az *Enterococcus* fajok széles körben elterjedtek a tejtermékekben, hidrolitikus folyamatok, proteolízis és peptidolízis eredményeként negatívan és pozitívan is képesek befolyásolni az íz kialakulását (György és Laslo, 2021). A 3.2. táblázat tartalmazza Magyar Élelmiszerkönyvben (1998) ajánlott mikrobiológiai határértékeket a sajtokra vonatkoztatva.

3.2. táblázat. A sajtok mikrobiológiai határértékei

Megnevezés	n*	c	m	M
<i>Salmonella</i>	5	-	-	0 TKE/25g
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	-	-	0 TKE /1g
<i>Coliform</i>	5	2	10 TKE/g	10 ² TKE/25 g
<i>Listeria monocytogenes</i>	5	-	-	0 TKE/25g
Szulf. red. clostridium	5	1	10 TKE/g	10 ² TKE/25 g
Penészgomba	5	1	10 TKE/g	10 ² TKE/25 g

*n - a vizsgálati minták száma, c - a tolerancia érték, m - a megfelelés, M - a visszautasítás határértéke, TKE-telepképző egység

A 3.3. táblázat pedig a BIZOTTSÁG 2073/2005/EK RENDELETE (2005. november 15.) kötelező határértékeit foglalja magába az *Escherichia coli*-ra vonatkozóan.

3.3. táblázat. *A hőkezelt tejsavóból vagy tejből készült sajt mikrobiológiai kritériumai*

Megnevezés	n*	c	m	M	Alkalmazott szabvány
<i>E. coli</i>	5	2	100 TKE/g	1 000 TKE/g	ISO 16649-1 vagy -2

*n - a vizsgálati minták száma, c - a tolerancia érték, m - a megfelelőség, M - a visszautasítás határértéke, TKE-telepképző egység

3.4. A sajtok gyártástechnológiája

A jó minőségű, gazdaságosan gyártott sajt készítése a megfelelő alapanyagtej kiválasztásával kezdődik, amely egészséges állattól kell származzon, minden idegen anyagtól mentes kell legyen, továbbá alacsony csíra- és sejtszámmal, valamint jó erjedési készséggel kell rendelkezzen (*Csapó és mtsai., 2014*). Első lépésben beállítják a tej zsírtartalmát, majd pasztörözik. Ez idő alatt különböző kémiai, fizikai és mikrobiológiai folyamatok mennek végbe. A készítendő sajtnak megfelelően vaj, illetve sajtkultúrával oltják be őket a mikróbák elszaporodásának érdekében. Az alvadékot felaprítják, és enyhén melegítik. Ezt követően az alvadékot formázzák, majd pedig sajtolják, hogy eltávolítsák belőle a maradék savót. A nyers sajtokat sós fürdőben való áztatással sózzák, ezáltal még több vizet vonnak ki, és a mikróbák tevékenységét is tudják szabályozni. A sófürdőnél három tényezőre kell odafigyelni: a hőmérsékletre, a sókoncentrációra, és a savfokra. Mivel a kiszivárgó savó sok tejsavat tartalmaz, a savfok megnövekszik, amely keserű ízt tud kölcsönözni a sajtoknak, ezért a sóoldatot gyakran cserélni kell. Ez mellett pedig a folyamatos csere ahhoz is hozzájárul, hogy megfelelő higiéniai körülményeket teremtsünk. A sólében való áztatást követően a sajtokat szikkasztják, majd két hónapon keresztül érlelik (*Csapó és mtsai., 2014*).

3.5. A feketeribizli-bor fogalma és összetétele

A Codex Alimentarius 1333/2008/EK rendelete szerint a ribizlibor friss, hűtött, vagy fagyasztott ribizliből, préselt, pasztörözött vagy sűrített ribizliléből, cukor és szükség esetén víz hozzáadásával erjesztett alkoholtartalmú ital. A késztermék tényleges alkoholtartalmának legalább 30%-a ribizliből kell származzon (*Magyar Élelmiszerkönyv*).

3.5.1. Minőségi és érzékszervi jellemzői

A ribizliborok alkoholtartalmukat tekintve 1,2-14 % (V/V) között változnak. A cukortartalomtól és az illósav-tartalomtól függően négyféle bort különböztetünk meg: száraz, félszáraz, félédes és édes. A cukortartalom a száraz boroknál 8 g/l-ig terjedhet, míg az édes boroknál 40 felett is lehet ez az érték. A cukormentes extrakt-tartalomnál 16 g/l az előírt érték. Az illósav-tartalom, ecetsavban kifejezve (g/l) legfeljebb 1,08 lehet a száraz borok esetén, a többi kategóriánál pedig 1,2. Az összes-savtartalom borkósavban kifejezve (g/l) különböző borok esetén 4 és 10 között mozog. Ezeket a paramétereket többféle szabvány által ellenőrzik (*Magyar Élelmiszerkönyv*).

A ribizlibor kifogástalan tisztasággal kell rendelkezzen. Általában tükrös, tiszta, üledéktől és zavarodástól mentes kell legyen (ez alul kivételt képeznek a szüretlen borok). Színe, íze és illata a ribizliborra jellemző, kellemes aromát kell hordozzon magával (*Magyar Élelmiszerkönyv*).

3.5.2. Kémiai összetétele, élettani hatásai

A feketeribizli-bor táplálkozás-élettani szempontból rendkívül értékes a többi alkoholos italhoz viszonyítva. A bogyós gyümölcsök antioxidáns hatása akár tízszer is nagyobb lehet a többi gyümölcsőhöz képest, ez a bennük található nagy mennyiségű vitaminoknak és flavonoidoknak köszönhető. Emellett pedig több élelmi rostot is tartalmaznak, amelyek serkentik az emésztő- és bélrendszer működését (*Rudrapal és mtsai., 2022*).

Számos kutatás bizonyítja, hogy a mértékletes vörösborfogyasztásnak megannyi jótékony hatása van az emberi szervezetre. Fontos szerepet játszik a szív-és érrendszeri betegségek, a magas vérnyomás, valamint a cukorbetegség megelőzésében, ugyanakkor nyugtató, altató és lázcsillapító hatással is rendelkezik. A vörösborban jelenlévő komponensek, főként az alkohol, a rezveratrol és más polifenolos vegyületek csökkenthetik az oxidatív stresszt, továbbá fokozhatják a koleszterin kiáramlását az érfalakból (*Lippi és mtsai., 2010*). A borban megtalálható polifenolos vegyületek felelősek a bor ízének a kialakításáért és annak eltarthatóságáért, és jelentős egészségvédő hatást is tulajdonítanak nekik (*Rudrapal és mtsai., 2022*).

3.4. táblázat. A feketeribizli átlagos beltartalmi értékei (Papp, 2004)

Megnevezés	Mennyiség	Mértékegység
Átlagos energia-tartalom	196	kJ/100g

	47	kcal/100g
Víz	81,3	g/100g
Fehérje	1,28	g/100g
Zsír	0,22	g/100g
Oldható szénhidrát	9,96	g/100g
Összes elemi rost	6,8	g/100g
Összes ásványi anyag	0,8	g/100g

A 3.5. táblázat adatai alapján elmondható, hogy a ribizliben a vitaminok közül a C-vitamin van jelen a legnagyobb koncentrációban, illetve a kolin mennyisége is jelentős. Az erjedés során a vitaminok mennyisége folyamatosan növekszik, mivel a jelenlévő mikroorganizmusok nemcsak fogyasztják, de termelik is őket (Makarov és Panasyuk, 2019).

Az ásványi anyagok közül pedig kiemelkedő többségben van jelen a kálium, a szilícium és a kalcium.

A szénhidrátokról elmondható, hogy az erjedés során a glükóz erjedése sokkal gyorsabban végbemegy, mint a fruktózé, ezért van az, hogy a csak részben kiejert mustok szignifikánsan több fruktózt fognak tartalmazni.

3.5. táblázat. *A fekete ribizli szénhidrát-, zsír-, vitamin és ásványi anyag tartalma (Calorie-content-black currant)*

Megnevezés	Mennyiség	Mértékegység
Szénhidrátok		
Keményítő és dextrinek	0,6	g/100g
Mono- és diszacharidok	7,3	g/100g
Glükóz	1,5	g/100g
Szacharóz	1	g/100g
Fruktóz	4,2	g/100g

Trigliceridek		
Telített zsírsavak	0,1	g/100g
Omega-3-zsírsav	0,072	g/100g
Omega-6-zsírsav	0,107	g/100g
Vitaminok		
C-vitamin	200	mg/100g
β-karotin	0,1	μg/100g
A-vitamin, RE	17	μg/100g
B ₁ -vitamin, tiamin	0,03	mg/100g
B ₂ -vitamin, riboflavin	0,04	mg/100g
B ₄ -vitamin, kolin	12,3	mg/100g
B ₅ -vitamin, pantotén	0,4	mg/100g
B ₆ -vitamin, piridoxin	0,13	mg/100g
B ₉ -vitamin, folát	5	μg/100g
E-vitamin, α-tokoferol, TE	0,7	mg/100g
H-vitamin, biotin	0,1	μg/100g
K-vitamin, filokinon	0,1	μg/100g
PP-vitamin, NO	0,4	μg/100g
Niacin	0,3	mg/100g
Ásványi anyagok		
Kálium	310	mg/100g
Magnézium	17	mg/100g
Kalcium	46	mg/100g
Szilícium	60,9	mg/100g

Nátrium	32	mg/100g
Foszfor	40	mg/100g
Kén	2	mg/100g
Klór	14	mg/100g
Vas	1,3	mg/100g
Mangán	0,18	mg/100g
Cink	0,13	mg/100g
Fluor	17	µg/100g

Egy tanulmány keretein belül összehasonlítást végeztek a különböző ribizlifajtákból (fekete-, piros- és fehér-ribizli) származó borok között. Céljuk a bioaktív vegyületek és az antioxidáns kapacitás vizsgálata volt. Az eredmények azt mutatták, hogy a feketeribizli-borban volt a legmagasabb az antioxidáns aktivitás, amelyekért főként a fenolos vegyületek voltak a felelősek, illetve jóval több bioaktív vegyületet is tartalmazott (*Punbusayakul, 2018*).

3.6. táblázat: A feketeribizli flavonoid tartalma (*Phenol-Explorer*)

Flavonoidok					
Antociánok (mg/100g)		Flavanolok (mg/100g)		Flavonolok (mg/100g)	
Megnevezés	Érték	Megnevezés	Érték	Megnevezés	Érték
Cianidin-3-O-(6''-kumaroil-glükózid)	1,49	(+)-Katechin	0,70	Kaempferol-3-O-glükózid	0,57
Cianidin-3-O-glükózid	25,07	(-)-Epikatechin	0,47	Myricetin-3-O-glükózid	2,71
Cianidin-3-O-rutinozid	160,78			Myricetin-3-O-rutinozid	3,14
Delfinidin-3-O-glükózid	86,68			Kvercetin-3-O-glükózid	2,61

Delfinidin-3-O-rutinozid	304, 91			Kvercetin-3-O-rutinozid	4,65
Pelargonidin-3-O-rutinozid	2,48				
Peonidin-3-O-rutinozid	1,27				
Petunidin-3-O-(6''-kumaroil-glükózid)	5,45				
Petunidin-3-O-rutinozid	4,09				

A 3.6. táblázat adataiból azt láthatjuk, hogy a feketeribizliben a flavonoidok csoportjai közül túlnyomó többségben az antociánok vannak jelen, azon belül is a delfinidin-3-O-rutinozid, a cianidin-3-O-rutinozid, és a delfinidin-3-O-glükózid rendelkezik a legnagyobb koncentrációkkal. Ezek adják a bor intenzív, vörös színét, és felelősek a szervezetben lévő szabad gyökök megkötéséért (*Punbusayakul, 2018*).

3.6. A feketeribizli-bor gyártástechnológiája

Miután a ribizli megfelelő tisztítást és előkészítést kapott, a zúzás, passzírozás és préselés által két szekcióra választják szét: szilárd anyagra és lére. Ezt derítik, fejtik, majd pedig leszűrik. A cukortartalmat a kívánt alkoholtartalom függvényében állítják be, ezt követően pedig vizet adagolnak az elkészült cefréhez, a savtartalom tompításának érdekében. Az erjesztés fajlesztővel való beoltással történik, zárt térben, hő- és szén-dioxid elvezetése mellett. A derítés, illetve a szűrés folyamata során, derítő- és szűrőanyagok segítségével választják el a szilárd anyagot a létől. A feldolgozást követően pedig a kész ribizli borokat palackozzák (*Kállai, 2010*).

3.7. Antioxidáns kapacitás jellemzésére használt kémiai módszerek

Az elmúlt években egyre több olyan kutatás jelenik meg, amely a növényi anyagok antioxidáns kapacitását hivatott tanulmányozni különböző analitikai módszerek segítségével. A nagyszámú rendelkezésre álló módszer ellenére, még a mai napig nem sikerült egy olyan módszert kifejleszteni, amely képes lenne az összes antioxidáns vegyület kimutatására.

A jelenleg alkalmazott eljárásokat két nagy csoportba lehet besorolni, annak függvényében, hogy hogyan történik az adott folyamat gyöksemlegesítő reakcióinak átvitele a fenolos vegyületek OH-csoportjaiból. Míg a hidrogénatom átvitelen alapuló módszerek reakció kinetikán alapszanak, és a minta szabadgyök-semlegesítő hatékonyságának mértékét határozzák meg (például oxigéngyök abszorpciós kapacitás - ORAC), addig az elektronátmeneten alapuló módszerek az oldatok redukálóképességét mérik, azáltal, hogy a színváltozás intenzitásából következtetni lehet az adott minta antioxidáns-kapacitására (például vasredukáló képességen alapuló módszer - FRAP).

Az alábbiakban a kutatás során alkalmazott módszereket szeretnénk röviden összefoglalni, kiemelve azok célját, valamint a velük járó előnyöket és hátrányokat. Mindegyik eljárás az elektrontranszporton alapuló módszerek közé tartozik (Sik, 2021). Annak érdekében, hogy az értékek valóban reprezentatívak legyenek érdemes minden módszer esetén háromszoros ismétlést végezni.

3.7.1. Össz-polifenol tartalom meghatározása Folin-Ciocalteu reagenssel

Az össz-polifenol tartalmat a Singleton által módosított eljárással, Folin-Ciocalteu reagenssel határozzák meg, amely az antioxidánsok redukív képességét méri.

A módszer alapja, hogy a Folin-Ciocalteu reagensben lévő, sárga színű Mo(VI) ionok antioxidáns jelenlétében kék színű Mo(V) ionokká redukálódnak. A NaCO_3 biztosítja a lúgos közeget (pH=10) a polifenolok és az alkalmazott reagens számára, ezáltal megy végbe köztük a reakció, amely során a fenolos proton disszociációja útján keletkező fenolácion redukálja a Folin-Ciocalteu reagenst. A létrejövő kék szín intenzitását 700-760 nm hullámhossz tartományban követik nyomon, az eredményeket pedig galluszsavra vonatkoztatva adják meg (Sik, 2021).

Az eljárás fő hátránya, hogy nem képes a polifenol komponensek szelektálására, mivel a növényi kivonatokban lévő egyéb vegyületek (például: glükóz, fruktóz, L-aszkorbinsav) nagyobb mennyiség esetén a reagens redukációjához vezetnek, amelynek következtében az eredmények kevésbé lesznek pontosak (Sik, 2021).

3.7.2. Vasredukáló képességen alapuló módszer (FRAP)

A növényi anyagok kivonatának antioxidáns potenciálját a vasredukáló képességen alapuló módszer segítségével tudjuk kimutatni. Az egyik legolcsóbb, leggyorsabb és leggyakrabban használt laboratóriumi módszer, rutinvizsgálatokhoz is fel lehet használni, és nincs hozzá szükség drága felszerelésekhez.

A módszer elve, hogy a ferri (Fe^{3+}) - ionok az elektronleadó antioxidáns vegyületek hatására ferro (Fe^{2+}) -ionokká redukálódnak, amelyek alacsony pH-n a 2,4,6-tris(2-piridil) -s-triazinnal (TPTZ) komplexet képezve egy színes terméket hoznak létre (ferro-tipiridil-triazin). A reakció során a sárga színű oldat egy kék színű komplexé alakul át, amely spektrofotométeren detektálható. Az abszorbanciát $\lambda=593$ nm-en lehet leolvasni, az eredményeket pedig milligramm aszkorbinsav-egyenértékben (AAE) szokás megadni 100 g-ra vonatkoztatva meg (*Albert és mtsai., 2022*).

Hátrányként megemlíthetjük, hogy ezzel az eljárással a fiziológiai pH-nál alacsonyabb közeg miatt (pH=3,6) a tiol típusú antioxidánsokat és karotionidokat nem lehet kimutatni. Ez azzal magyarázható, hogy ez a módszer egyes tiol típusú vegyületekre (például a glutationra) nem érzékeny, a karotionidok pedig nem rendelkeznek vasredukáló képességgel. További nehézséget okozhat az is, hogy más vegyületek is bocsájthatnak ki interferenciát ugyanazon a hullámhosszon, emellett pedig olyan komponensek is szóba jöhetnek, amelyek 0,77 V-nál alacsonyabb redoxpotenciállal rendelkeznek, így szintén képesek redukálni a vas-iont, emiatt pedig nem csak az antioxidánsokat fogja detektálni a készülék (*Kun-Nemes és mtsai., 2015*).

3.7.3. DPPH gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitásmérés módszer

A 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) gyök megkötésén alapuló eljárást széles körben alkalmazzák a növényi anyagok antioxidáns aktivitásának mérésekor, annak köszönhetően, hogy a DPPH azon kevés stabil szabadgyökök egyikéhez tartozik, amely a kereskedelemről beszerezhető, kevésbé reakcióképes, ezenfelül pedig a módszer kivitelezése is meglehetősen gyors és egyszerű.

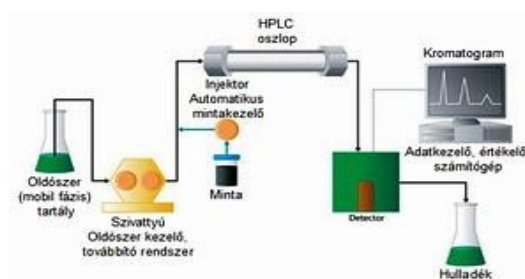
A módszer elve, hogy a párosítatlan elektronnal rendelkező, ibolyás-lila színnel rendelkező DPPH reakcióba lép az antioxidánsokkal, aminek következtében a DPPH redukálódik, amit a sárga szín jelez. A színváltozást $\lambda=517$ nm-en, a DPPH abszorpciós maximumán mérik, az eredményeket pedig általában gátlásszázalékban (%), antioxidáns vegyületekre (mint például: L-aszkorbinsav, BHT) vonatkoztatva adják meg.

Az eljárás legfőbb hátránya, hogy a DPPH nincs jelen az emberi szervezetben, melyből adódóan nehéz érzékelteni, hogy a minta antioxidánsai milyen mértékben reagálnak a biológiai gyökökkel szemben. További nehézséget jelent az is, hogy bizonyos vegyületek (például: antociánok) spektrális zavaró hatást okoznak az azonos hullámhossz tartományban történő abszorpció miatt (*Sik, 2021*).

3.8. Nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiás eljárás

A nagyhatékonyságú folyadékkromatográfia (angol rövidítése HPLC, azaz High Performance Liquid Chromatography) egy olyan fizikai elválasztási eljárás, melynek segítségével megoldódott azon vegyületek elválasztási problémája, amelyek nem voltak elég illékonyak, valamint származékképzéssel sem voltak átalakíthatók illékonyra. Megjelenése óta számos fejlesztésen esett keresztül, és ma már elmondhatjuk, hogy az elválasztás-technikai eljárások közül az egyik leggyakrabban alkalmazott analitikai módszerré vált. A fő hátránya viszont az, hogy működtetése meglehetősen költséges.

A módszer elve, hogy nagy nyomáson kényszerítjük át a mozgófázist a kis szemcséjű állófázison, ahol a mozgófázis komponensei különválnak. Az elválasztás hatékonyságát nagyban befolyásolja az álló- és mozgófázis minősége, valamint az oszlopon való nyomásesés (*Kondor Anett, 2015*). Az oszlopkromatográfiához képest a HPLC nagymértékben automatizált, és rendkívül érzékeny, a nagyobb nyomásnak köszönhetően (akár 400 atm) pedig sokkal gyorsabb is. Ez lehetővé teszi, hogy sokkal kisebb részecskéket használjanak az oszloptöltő anyaghoz. A kisebb részecskék sokkal nagyobb felülettel rendelkeznek az állófázis és a rajta átviramló molekulák közötti kölcsönhatásokhoz, ez pedig a keverék összetevőinek sokkal jobb elválasztását eredményezi (*Koester, 2016*).



3.1. ábra. HPLC berendezés felépítése

4. Anyag és módszer

4.1. A minták előállítására alkalmazott feketeribizli-bor

A felhasznált feketeribizli-bort egy helyi termelőtől szereztük be, amelyet különböző fajtájú ribizliből készítettek (Fertőd, Tiben, Tisel és Ruben). A feketeribizli-bor szárazanyag tartalma 9,74 % és alkohol tartalma 13,7% (V/V) volt.

4.2. A sajtok gyártástechnológiája

A sajtajainkat mindenképp ipari körülmények között szeretnénk volna előállítani, ezért a Csengő Szövetkezet Csíkszépvízi tejfeldolgozójában végeztük kísérleteinket. A tejgyár vezetősége és munkatársai minden szakmai tudást átadtak, ahhoz, hogy a követelményeknek eleget tevő sajtokat tudjunk készíteni, továbbá végig figyelemmel követték, és segítették munkánkat.

Nyersanyagként a környező települések termelőitől begyűjtött (Gyimes, Madéfalva, Csíkcsicsó, Rákos, Borzsova) elegytejet használtuk. Ezt az antibiotikum próba után mechanikai, majd finom szűrésnek vetettük alá. A szűrt tejet 74 °C-on, lemezes hőcserélőn pasztörizáltuk, majd feljavítottuk 23 g/100 L CaCl_2 -dal (Solvay Chemicals International). Ezt követően 300 egységnyi "Próbát 222" típusú sajt kultúrával (100 DCU) oltottuk be, és másfél órán keresztül kavartattuk. Ahhoz, hogy a megfelelő alvadást elérjük, szintetikus előállított kimozin oltót (Ideal ultra 1000, 10 mL/100 L) is adagoltunk, majd 32 °C-on, 40-45 percig alvadni hagytuk. Az alvadékot sajt kádba való kiöntés közben leszűrtük, majd szűrőformákba nyomkodtuk, és 30 percen át 80 kg súly alatt préseltük.

A préselést követte a szikkasztás folyamata, amely 3 órát tartott, majd két napon keresztül 20%-os, 10,5 °C hőmérsékletű és 5,8-as pH-val rendelkező sólébe áztattuk, utána három napot szikkasztottuk, majd ezt követte a változó idejű feketeribizli-borban való áztatás 12 °C-on, illetve a szintén változó idejű vákuumfóliás érlelés 12 °C-on.

A sajtokat háromféle változatban készítettük el: elsőként bort kevertünk az alvadékba (AKFB), a második esetben a boros alvadékot még borban érleltük (AKFBÁ), valamint a bort nem tartalmazó alvadékot szintén borban áztattuk (FBÁ). Ezenkívül kontroll sajt mintát is készítettünk, ami egyáltalán nem tartalmazott feketeribizli-bort (K). Az általunk előállított sajtok 8 cm-es átmérővel és 4 cm-es magassággal rendelkeztek.

4.2.1. Az alvadékba kevert feketeribizli-borral készült sajt minták előállítása (AKB)

Mivel a szakirodalomban nem találtunk hasonló termék előállítási leírást, ezért nem tudtuk pontosan meghatározni, hogy milyen alvadék:bor aránnyal kellene dolgozzunk, ahhoz, hogy az a sajt állagát és ízét pozitívan befolyásolja. Az optimális feketeribizli-bor és alvadékarány megtalálásának érdekében kétféle arányt próbáltunk ki.

Az első adag sajtok **alvadékához 1,5:1 feketeribizli-bor** (1488g alvadékba 990g bor került) alkalmaztunk. A 3,4 pH-val rendelkező feketeribizli-bort 44 °C-ra melegítettük fel, és a hasonló hőmérsékletű alvadékhoz adagolva jól elkavartuk, majd formákba öntöttük. Azt tapasztaltuk, hogy az adagolt bormennyiség következtében az alvadékunk nehezen állt össze, és a sajtok intenzív lilás-vöröses színnel rendelkeztek.

A második adag sajtok esetében az **alvadék arányt 3,36:1** értékre növeltük (3331g alvadékba 990g feketeribizli-bor került) melynek következtében a boros alvadék jobban összeállt és a sajtok halványabb színintenzitásúak lettek.

A sajtminiókból csak érlelő fóliában érlelt sajtok, illetve feketeribizli-borban érlelt változatok is készültek.

4.2.2. Az feketeribizli-borban áztatott, valamint feketeribizli-borral kevert alvadékból készült sajtminiók előállítása (AKFBÁ)

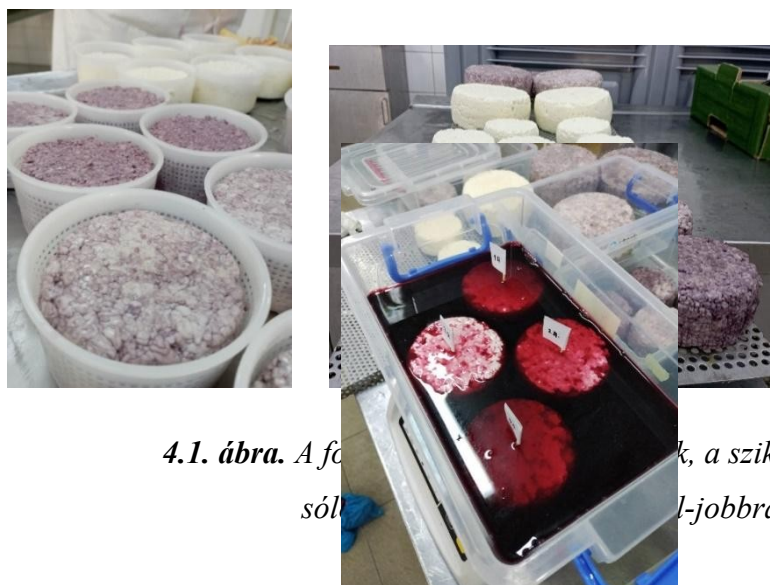
Az előzőekben leírt módon előkészített, az alvadékban különböző arányokban feketeribizli-bort tartalmazó sajtminiókat, feketeribizli-borban is áztattuk. Az áztatás előtt mindenik sajtot külön lemértünk, majd csoportosítva műanyagdobozba helyeztük, és feltöltöttük feketeribizli-borral, vigyázva arra, hogy a sajt és feketeribizli-bor tömegaránya 1:1 legyen.

4.2.3. Az egyszerű alvadékból készült, és feketeribizli-borban áztatott sajtminiók előállítása (FBÁ)

A bormentes alvadékok formázás, sóleben való áztatás és szikkasztás után feketeribizli-bort tartalmazó műanyagdobozba helyeztük (4.2. ábra), figyelve arra, hogy a sajtok és a feketeribizli-bor tömegaránya 1:1 legyen.

4.2.4. Kontroll sajtminiók előállítása (K)

A kontroll sajtminiók a fent leírt gyártási paraméterek betartásával készültek, egyáltalán nem tartalmaztak feketeribizli-bort, és az érlelésük 12 °C-on vákuumfóliákba csomagolva, érlelőkamrában történt.



4.1. ábra. A fűszerezett alvadék, a szikkasztott sajtok, és a sóleben való áztatás (balra) és a feketeribizli-borban való áztatás (jobb)

4.2. ábra. A sajtok borban való áztatása

4.3. A sajtok mintavétele

A sajtok mintavétele négy héten keresztül zajlott. Minden egyes hét elején kivettünk minden típusú sajtmintából egy-egy sajtot, lemérve azok tömegét.

A kivett sajtminták feléből rögtön elvégeztük a mikrobiológiai vizsgálatokat, a maradékot pedig vákuumfóliáztuk és fagyasztottuk a fiziko-kémiai vizsgálatok megkezdéséig, a sajtminták másik felét hűtőkamrába (12 °C-on) érleltük az érzékszervi vizsgálatok megkezdéséig. A minták minden esetben háromszoros ismétléssel készültek.

A feketeribizli-borban való áztatás során minden héten bormintákat is vettünk mindegyik dobozból a kémia vizsgálatokhoz.

4.4. A sajtok mikrobiológiai vizsgálata

A mikrobiológiai vizsgálatok során a mintáink mikrobiális szennyezettségét vizsgáltuk tenyésztéses módszerrel.

Különböző szelektív táptalajokon (Chromocult® Tryptone Bile-X-glucuronide agar (TBX), Mannitol Salt Agar, Czapek Dox Agar, MRS Agar) határoztuk meg a sajtok felületén potenciálisan előforduló patogén, megbetegedést okozó baktériumok (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*), penész- és élesztőgombák, valamint a tejsavbaktériumok számát (Laslo & György, 2018)

4.4.1. A vizsgálat menete

A vizsgálandó mintákból alapsuszpenziót készítettünk, amelyekből majd később egy 10^{-3} -ig tartó hígítási sort állítottunk fel. Ezt követően az alapsuszpenzióból, és a megfelelő hígításokból 0,1 mL mennyiségeket pipettáztunk a sterilen előkészített, Petri-csészékben lévő tápagarak felületére. Ezt steril, hajlított üvegbottal szélesztettük szét a táptalajok egész felületén. Két napon

keresztül, 37 °C-on termosztátba inkubáltuk őket, ezután pedig leszámoltuk a kifejlődött telepeket, és feldolgoztuk a kapott eredményeket.

4.3. ábra: Tápagarok

4.5. A sajtok szárazanyag-tartalmának meghatározása

A sajtok szárazanyag-tartalmát a 4.9. ábrán látható termomérleg segítségével határoztuk meg. Minden sajtmintából egy szeletet turmixoltunk, és a keverékből kb. 1 g mennyiséget mértünk be a szárazanyag mérleg alumínium tálcájára, majd elindítottuk a szárítási programot, a borminták esetében szintén ugyanezzel a mennyiséggel dolgoztunk. (Kowalska et al., 2018)



4.4. ábra. KERN termomérleg

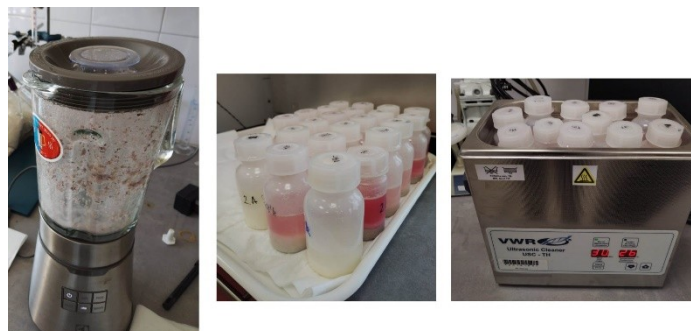
4.6. A minták fiziko-kémia vizsgálata

A sajtfeleségeink antioxidáns tartalmának meghatározására három különböző módszert is alkalmaztunk: meghatároztuk az össz-polifenol tartalmat Folin-Ciocalteu reagenssel, a vas-redukálóképességet FRAP módszerrel, és a DPPH gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitást.

A sajtminták alkoholtartalmát is meghatároztuk annak érdekében, hogy meg tudjuk állapítani, hogy a bennük lévő alkoholtartalom miatt biztonságosan elfogyasztható-e.

4.6.1. A minták előkészítése az analitikai vizsgálatokhoz

A sajtmintákat 70 % -os metanol oldat jelenlétében homogenizáltuk egy turmixgép segítségével, figyelve arra, hogy minden egyes sajtminta tömegéhez arányosan kétszer annyi metanolt adagoljunk.



4.5. ábra. A sajtok és a metanol homogenizálása, a kémiai vizsgálatokhoz előkészített sajtminták, a sajtminták szonikálása (balról-jobbra)

Az így kapott keverék savanyítása érdekében 2 mL, 37%-os sósav oldatot adagoltunk. A metanolos sajtmintákat a hatóanyagok jobb kioldódása érdekében 10 percen keresztül szonikáltuk.

A szonikálást követően a minták felülúszóját átpipettáztuk egy kisebb üvegcskébe, majd a fázisok elválasztása érdekében 10 percen keresztül 6000 ford/perc sebességen centrifugáltuk.

A feketeribizli-bor minták esetében 3 mL borhoz hozzáadtunk 7 mL tiszta metanolt és a továbbiakban ugyanúgy jártunk el, mint a többi mintával. A további analitikai vizsgálatokhoz a minták felülúszóját használtuk.



4.6. ábra. Centrifugált sajt- és borminták

4.6.2. Össz-polifenol tartalom meghatározása Folin-Ciocalteu reagenssel

Az össz-polifenol-tartalmat a Folin-Ciocalteu reagens segítségével határoztuk meg. Első körben elkészítettük a vakoldatot, amihez később a mintáinkat viszonyítottuk, utána pedig elkészítettük a vizsgálandó mintákat is. A minták elkészítése a következő lépésekből állott: 100 μL mintához hozzáadtunk 250 μL Folin – Ciocalteu reagenst, 200 μL 4:1 arányú metanolos oldatot, majd 1 perc elteltével 1 mL 0,7 M-os nátrium-karbonát oldatot és 5 mL desztillált vizet. A vakoldat hasonlóképpen készült, csak abba a minta helyet desztillált vizet adagoltunk. Az így kapott elegyeket több, mint egy órán keresztül hagytuk reagáltatni, majd $\lambda = 740 \text{ nm}$ -en mértük az abszorbancia értékeiket. Standardként galluszsavat használtunk, és az eredményeket milligramm/galluszsav (mg/GAE) egyenértékben fejeztük ki 100 g szárazanyagra vonatkoztatva (Albert et al., 2022).

4.6.3. Vas-redukálóképességen alapuló módszer (FRAP)

A FRAP oldat elkészítéséhez a következő oldatokra volt szükségünk:

- Acetát puffer: 0,31 g nátrium-acetát + 1,6 mL ecetsav + 100 ml desztillált víz
- TPTZ oldat: 0,312 g 2,4,6 tripiridil-s-triazin + 100 mL desztillált víz + 336 μL tömény sósav
- Vas-klorid oldat: 0,54 g FeCl_3 + 100 mL desztillált víz

A FRAP oldathoz összemértünk 25 mL acetát puffert, 2,5 mL TPTZ oldatot és 2,5 mL vas-klorid oldatot, majd a mintaelegyek elkészítéséhez 1,8 mL FRAP oldathoz hozzáadtunk 100 μL mintát és 1,1 mL desztillált vizet.

C-vitamin standardokat készítettünk 10, 20, 30, 40, 50 µg/mL koncentrációban, majd ezeket a sajt- és bor- mintaelegyekkel együtt $\lambda=593$ nm hullámhosszon mértük le. Az eredményeket mg aszkorbinsav/100 g szárazanyagban adtuk meg (Albert és mtsai., 2022).

4.6.4. DPPH gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitásmérés módszer

A méréshez elkészítettünk egy metanos DPPH oldatot (100 mL metanol + 9 mL DPPH), majd 1 mL DPPH oldathoz 50 µL mintát (+ 950 µL desztillált víz) adtunk hozzá a sajtok esetében, a bormintákból pedig 20 µL-t (+ 980 µL víz). Egy kis idő elteltével, amikor már színváltozás lépett fel, a mintaelegyeket $\lambda = 517$ nm hullámhosszon lemértük, és az eredményeket gátlás %-ban adtuk meg a következő képlet alapján:

$$E \% = \frac{A_{vak} - A_{minta}}{A_{vak}}$$

ahol: E - gyökmegkötő aktivitás, A – abszorbancia (Albert és mtsai., 2022).

4.6.5. Az alkoholtartalom meghatározása nagyhatékonyságú kromatográfiás módszerrel

A kromatográfiás méréshez Agilent 1260 Infinity Series HPLC berendezést használtunk. A vizsgálandó mintákat 0,45 µm pórusátmérőjű fecskendőfejes szűrőn átszűrtük, majd az elválasztás során Coragel87 H3 oszlopot alkalmaztunk. A mozgó fázis 0,016 mólos kénsavoldat volt, detektorként RID detektort alkalmaztunk 50 °C hőmérsékleten. A vizsgálat során 20 µL mintát injektáltunk be a HPLC berendezésbe 0,6 mL/perc áramlási térfogat és 50 °C-os oszlophőmérséklet mellett. A kalibrációs egyenes: $A = 221540,642 \cdot c + 15067,829$ (A-csúcs alatti terület, c-koncentráció (g/L)) Korrelációs koefficiens: $R^2 = 0.9869$.

4.7. A sajtminták érzékszervi jellemzése

Annak megállapítása érdekében, hogy a fogyasztók miként látják, és ítélik meg az elkészített sajtminták érzékszervi tulajdonságait, mintáinkat kóstolásnak vettettük alá.

4.7.1. Az elemzések elvégzésére szolgáló helyiségek

A sajtok értékelése két helyszínen zajlott: a Sapientia EMTE csíkszeredai Karának Élelmiszertechnológiai laboratóriumában, valamint a Csíkszépvízi tejfeldolgozó üzem laboratóriumában. Mindkettő megfelelt a SR 6345:1995 román szabvány, illetve a ISO 22935-2:2009/ IDF 99-2:2009 előírásainak. A helyiségek idegen szagoktól mentesek, a falak fehérek, a bútorok pedig világosak voltak. A kóstolás alatt végig természetes fény állt a rendelkezésünkre, ami a sajtok színének helyes megítélését tette lehetővé.

4.7.2. Az érzékszervi vizsgálaton résztvevő személyek száma és jellemzése

Az érzékszervi vizsgálaton 60 személy vett részt, akik az életkorukat tekintve 20 és 63 év közöttiek voltak. Szerettük volna, hogy az értékelés egységes és átfogó képet adjon a sajtjaink minőségéről, így tudatosan figyeltünk arra, hogy az érzékszervi vizsgálaton részt vegyenek olyan személyek, akik ugyan szerették a sajtokat, de nem volt különösebb kóstolói tapasztalatuk, illetve olyan emberek is, akik a tejfeldolgozás és főképpen a sajtkészítés szakmájában dolgoztak.

4.7.3. Az érzékszervi vizsgálat menete

A sajtokat vékony szeletekre vágtuk, és elhelyeztük azokat az előre megszámozott tányérokra, majd az összevágott alma darabokat ízlésesen a tányérok közepére igazítottuk. A 4.1. táblázat tartalmazza a négy különböző sajtunkat, betartva a kóstolási sorrendet.

4.1. táblázat. A kóstolásra szánt sajtok tányérok szerinti elhelyezése

Tányér azonosító	Sajtminták
1	Kontroll sajt (K)
2	Az egyszerű alvadékból készült és feketeribizli-borban áztatott sajtminták (FBÁ)
3	Az alvadékba kevert feketeribizli-borral készült sajtminták (AKB)
4	Az feketeribizli-borban áztatott, valamint feketeribizli-borral kevert alvadékból készült sajtminták előállítása (AKFBA)

Az

4.7. ábra. 1. tányér - Kontrol sajt (K)



4.9. ábra. 3. tányér - Belül boros sajt

4.8. ábra. 2. tányér - Az egyszerű alvadékból készült és feketeribizli-borban áztatott sajtminták (FBÁ)



4.10. ábra. 4. tányér - Kívül-belül boros sajt

érzékszervi tulajdonságok értékeléséhez egy 0-tól 10-ig terjedő pontozási skálát (4.2. táblázat) alkalmaztunk.

4.2. táblázat. Pontozási skála

Értékelés	Pontszám	Az értékelés általános leírása
Nagyon jó	9-10	Kitűnő, ideális tulajdonságok
Jó	7-8	Megfelelő minőség
Elégséges	6-5	Enyhe hibák
Nem kielégítő	4-3	Nyilvánvaló hibák
Rossz	2-1	Rossz minőség, súlyos hibák
Fogyasztásra alkalmatlan	0	Ehetetlen

A sajtok értékelésére egy kóstolási kérdőívet állítottunk össze, amelyben próbáltunk minden, a sajtokra jellemző, tulajdonságot számszerűsíteni. A minták érzékszervi jellemzőit a következő sorrendben kellett megállapítani: külső megjelenés, szín, állomány/textúra, illat/szag és íz/aroma. Az űrlap végén pedig az összbenyomás alapján hasonlíthatták össze a kóstolók a négy különböző sajtot. A sajtókóstolási űrlapot az **1. számú melléklet** tartalmazza.

4.8. Statisztikai elemzés

Az átlagot és a szórást a Microsoft Excel segítségével számoltuk ki, illetve a diagramokat is Excelben ábrázoltuk.

5. Eredmények és értékelésük

5.1. A sajtok mikrobiológiai vizsgálatának eredményei

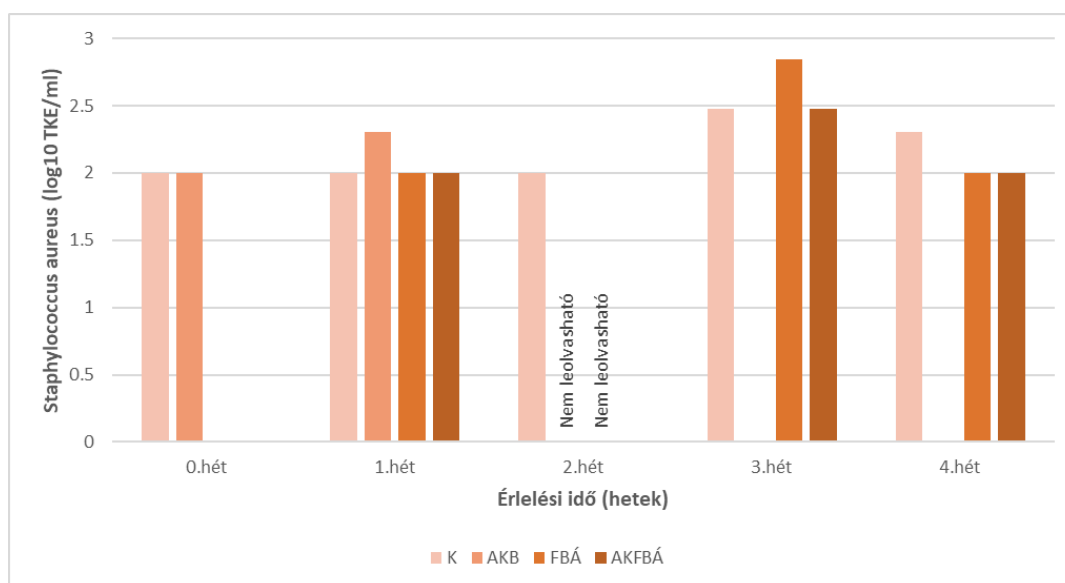
A mintáink mikrobiológiai vizsgálatának eredményeit az 5.1 ábrán a *Staphylococcus aureus* baktériumok számának változása az 5.2. ábrán az élesztőgombák számának változása látható a sajtféleségekben és az érlelési idő függvényében.

Escherichia coli-t és penészgombát nem észleltünk egyik mintában sem, viszont a Mannitol táptalajon a második héttől kezdődően megjelentek más szennyeződések is a *Staphylococcus aureus* telepek mellett. Arra gondoltunk, hogy ezek a szennyeződések az érlelő fóliából származhatnak, amit az üzemből szereztünk be, így harmadik héten a fóliát is

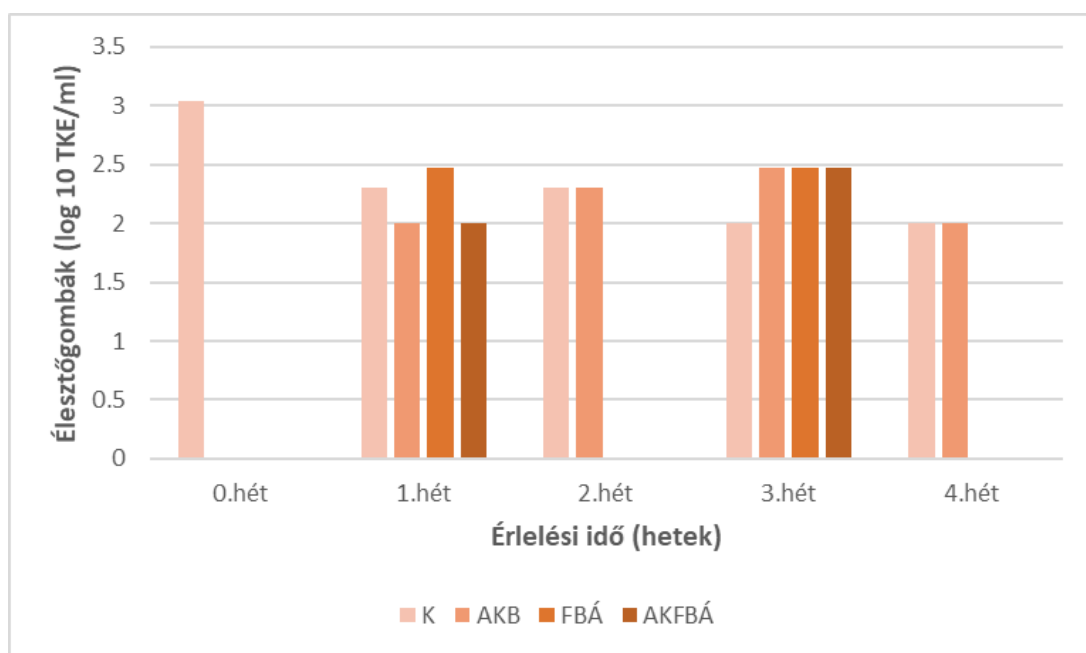
mikrobiológiai vizsgálatnak vetettük alá, amely a hipotézisünk beigazolódását eredményezte. A fóliából készített vizsgálati mintánk Mannitol táptalaján 40 TKE jelent meg.

A további vizsgálataink során, ezt figyelembe véve, az érlelésre csak előzetesen UV fény alatt sterilizált fóliát alkalmaztunk. A negyedik héten a *Staphylococcus aureus* baktériumok száma az első heti értékekkel közel azonos volt (5.1. ábra).

A mikrobiológiai vizsgálatok során fellépő szennyeződés az eredmények értékelését megnehezítette, ezért nem lehet egyértelmű következtetést levonni a feketeribizli-bor antibakteriális hatását illetően.

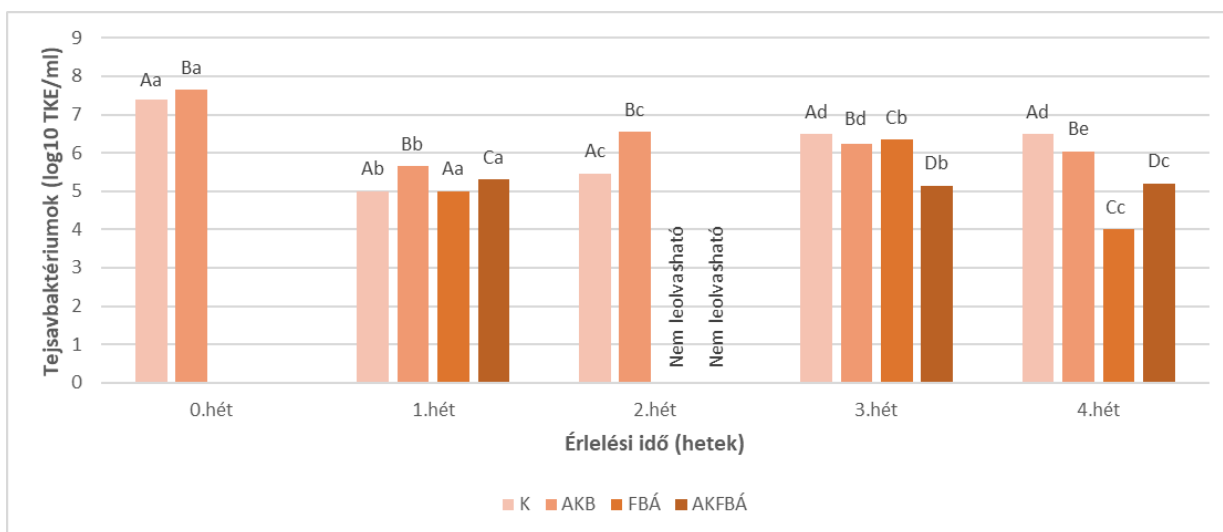


5.1.ábra A *Staphylococcus aureus* baktériumok számának változása az áztatás és érlelés során

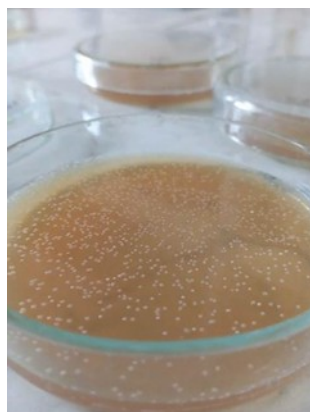


5.2.ábra Az élesztőgombák számának változása az áztatás és érlelés során

Choi és mtsai. (2020)(Choi et al., 2020) azt tapasztalták, hogy az almaborban áztatott sajtoknál, a tejsavbaktériumok jól képesek szaporodni. A mi esetünkben azt tapasztaltuk (5.3. ábra), hogy az első héten az összes sajtminta esetében a tejsavbaktériumok száma jelentősen csökkent. A harmadik héten az alvadékba kevert és feketelibizli borba érlelt (ÁKFBÉ) minta kivételével a tejsavbaktériumok száma közel azonos értékre növekedtek. A negyedik érlelési hétre a feketelibizli-borban áztatott sajtok esetében a tejsavbaktériumok számában csökkenés volt észlelhető. Tehát elmondható, hogy a feketelibizli-borban van gátló hatása a tejsavbaktériumok szaporodását illetően, a hosszas áztatási idő gátolhatja a sajtok érlelési folyamatát, ami az érzékszervi tulajdonságok gyengülését eredményezi. A pontosabb következtetések levonása érdekében a mikrobiológiai vizsgálatokat a továbbiakban meg fogjuk ismételni.



5.3.ábra A tejsavbaktériumok számának változása az áztatás és érlelés során

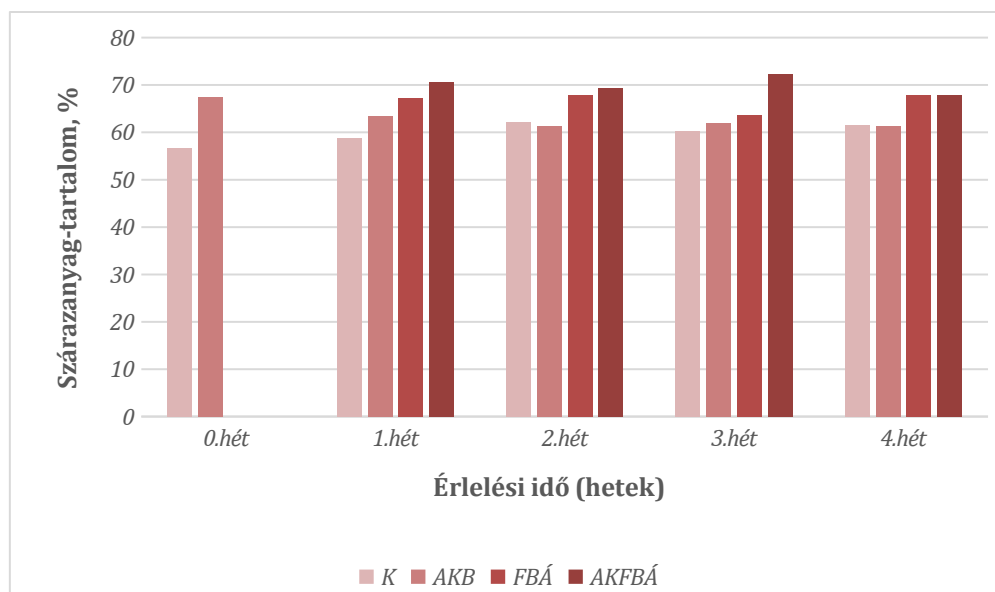


5.4 ábra Tejsavbaktériumok a táptalajon

5.2. A szárazanyag-tartalom vizsgálatának eredményei

A szárazanyag-tartalmat annak érdekében vizsgáltuk hétről hétre, hogy fel tudjuk mérni milyen mértékben befolyásolja az érlelési idő eltelté a sajtjaink ezen paraméterét. Ez mellett a szárazanyag-tartalom vizsgálata azért is nagyon fontos volt, mivel a további vizsgálataink eredményeit a szárazanyag-tartalomra vonatkoztatva adtuk meg. A 5.12. ábrán jól látható, hogy a kontroll sajtok szárazanyag tartalma 60% körül ingadozik, az első heti és negyedik heti adatok között közel 5%-os szárazanyag-tartalom növekedést mértünk, ami a sajtok enyhe száradásának tulajdonítunk. Az alvadékba kevert boros sajtok esetében (AKB) az érlelési idő elteltével 6,24%-os szárazanyag csökkenést tapasztaltuk, ezt a sajtokból kiszivárgó bornak tulajdonítjuk. Az AKFBÁ minták szárazanyag tartalma lett a legmagasabb 67,89% és ennek a mintának változott a legkevesebbet a szárazanyag-tartalma (0,39%). A feketeteribizli-borban négy hétig áztatott (FBÁ)

mintánk esetében tapasztaltuk a legnagyobb növekedést a szárazanyag-tartalomban (11,15%).



5.4. ábra A sajtok szárazanyag-tartalmának változása az áztatás és érlelés során

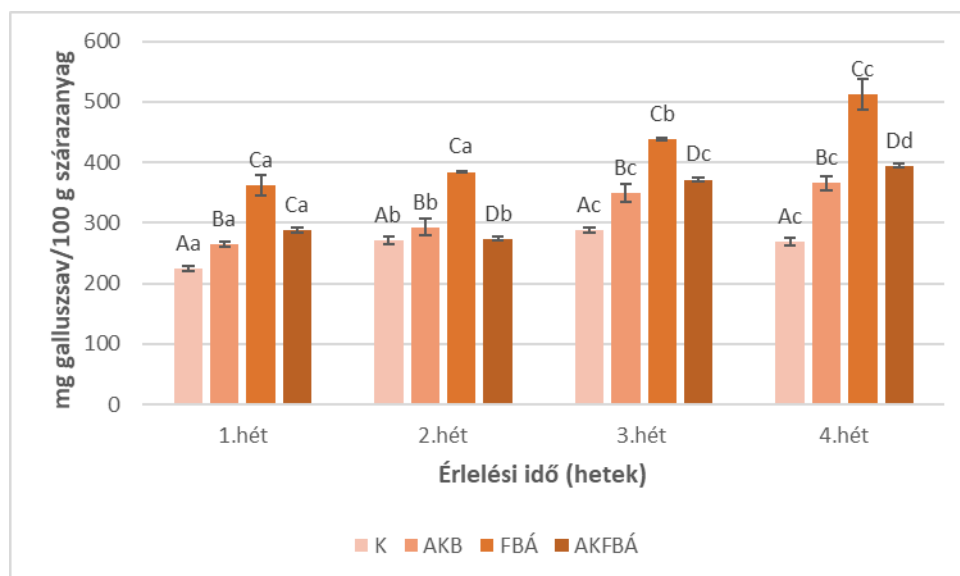
5.3. A minták fizika-kémiai vizsgálatainak eredményei

5.3.1. Össz-polifenol tartalom meghatározásának eredményei

Az össz-polifenol tartalom vizsgálatakor három mérést végeztünk, amelyek eredményeit Microsoft Excelbe vezettük be, ahol kiszámoltuk a három mérés átlagát és szórását. Az 5.5. ábrán található diagramm ezeket az eredményeket szemlélteti. A vizsgálat elvégzéséhez a Folin-Ciocalteu reagenst alkalmaztuk és eredményként elmondhatjuk, hogy a kontroll sajtok esetében az össz-polifenol tartalom 0,19 g GAE/100 g és 0,26 g GAE/100 g értékek között változott az érlelési idő elteltével, tehát az érlelési idő hossza, nem befolyásolta számottevően a kontroll sajtok polifenol tartalmát (5.5.ábra). A feketeribizli borral kevert és áztatott sajtok esetében viszont már jelentősebb változással számolhatunk a hetek folyamán.

Az FKÁ minták polifenol tartalma hétről hétre folyamatosan növekedett. Hétről hétre több mint 3 mg GAE/100 g-al növekedett a sajtok össz-polifenol koncentrációja az érlelési idő során, így egy egyenletes, lineáris növekedést figyelhattunk meg. Első héten még csak 360 mg GAE/100 g volt a sajtok össz-polifenol koncentrációja, ami 512 mg GAE/100 g-ra növekedett a negyedik hétre végére.

Az AKFKÁ sajtminák esetében is a 2. hét kivételével koncentráció növekedést mértünk az össz-polifenol tartalomban, viszont ennél a mintánál a maximális érték csak az 394 mg GAE/100 g értéket érte el.



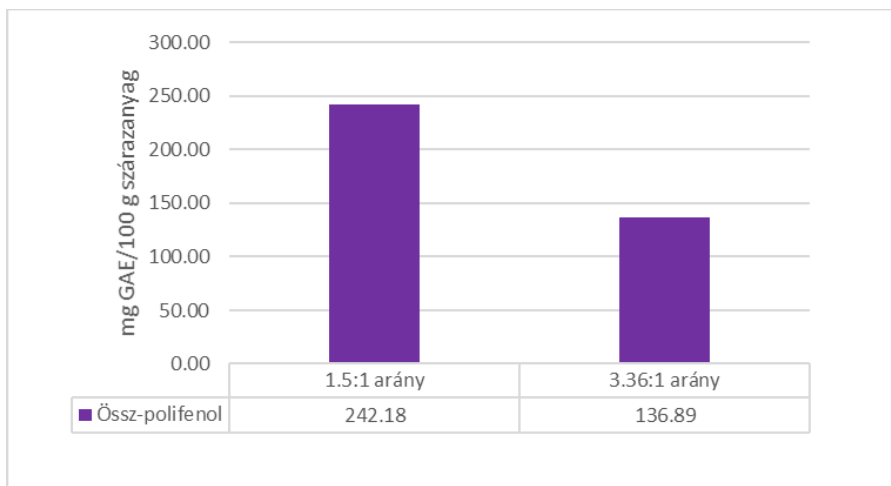
5.5. ábra: A sajtok össz-polifenol tartalma mg GAE/100 g szárazanyaghoz viszonyítva

A polifenolok meghatározása során azt észleltük, hogy az általunk előállított sajtok össz-polifenol tartalma jóval nagyobb volt, mint a szakirodalomban talált értékek (137 mg GAE/100 g sajt). Ez azzal magyarázható, hogy mi a sajtokat feketeribizli-borban áztattuk, míg a szakirodalomban fellelt adatok esetében a sajtok szőlőborban voltak áztatva. Sajtjainkról elmondhatjuk, hogy a feketeribizli-bornak köszönhetően kimagaslóan több polifenolos vegyületet tartalmaznak, mint minden más borral való áztatási kísérletből származó sajt (Choi et al., 2020; Garofalo et al., 2022)

Meglepő módon az AKFBÁ minta nem hozta a maximálisnak várt össz-polifenol tartalmat, ami arra ad következtetni, hogy a sajt belsejében zajlanak olyan folyamatok amelyek a feketeribizli-borban található polifenolokat elhasználják vagy átalakítják.

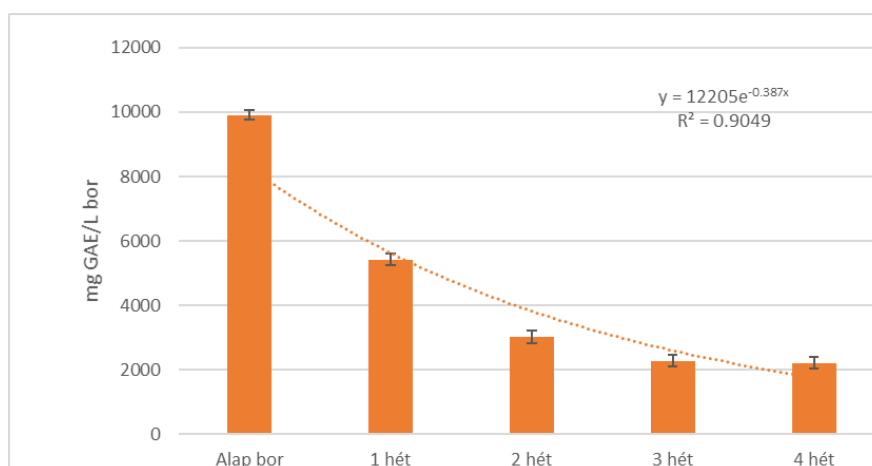
Ha csak a fenti adatok alapján kellene eldönteni, hogy melyik módszerrel kerül be a sajtokba a legtöbb polifenolos vegyület akkor azt mondhatnánk, hogy a feketeribizli-borban való áztatás és az áztatási idő növelésével, növelni lehet az össz-polifenol tartalmat a sajtokban, viszont ahogy ezt később látni fogjuk az áztatási idő, negatívan befolyásolja a sajtok érzékszervi tulajdonságait.

Megvizsgáltuk azt is, hogy az alvadékhoz adott a bor mennyisége befolyásolja-e az össz-polifenol tartalmat. Az 1,5:1 alvadék bor arány esetében az össz-polifenol tartalom 242,18 mg GAE/100 g szárazanyag volt, míg a 3,36:1 alvadék: bor 136,89 mg GAE/100 g szárazanyagra csökkent. A nagyobb mennyiségű bor adagolása az alvadékot gyakorlatilag gyúrhatatlanná tette, morzsálódott, nehezen állt össze, ezért a technológiai szempontok miatt az alvadékba való nagyobb mennyiségű bor bevitele gyakorlatilag nem ajánlott.



5.6. ábra A különböző alvadék és bor arányok hatása az össz-polifenol tartalomra

Az áztatásra felhasznált feketebizli-bor össz-polifenol tartalom változását is megvizsgáltuk, elemeztük, hogy az áztatási idő során, hogyan változik az eredeti bor össz-polifenol tartalma. Az áztatásra alkalmazott bor össz-polifenol tartalmának változását az 5.7 ábrán mutatjuk be.

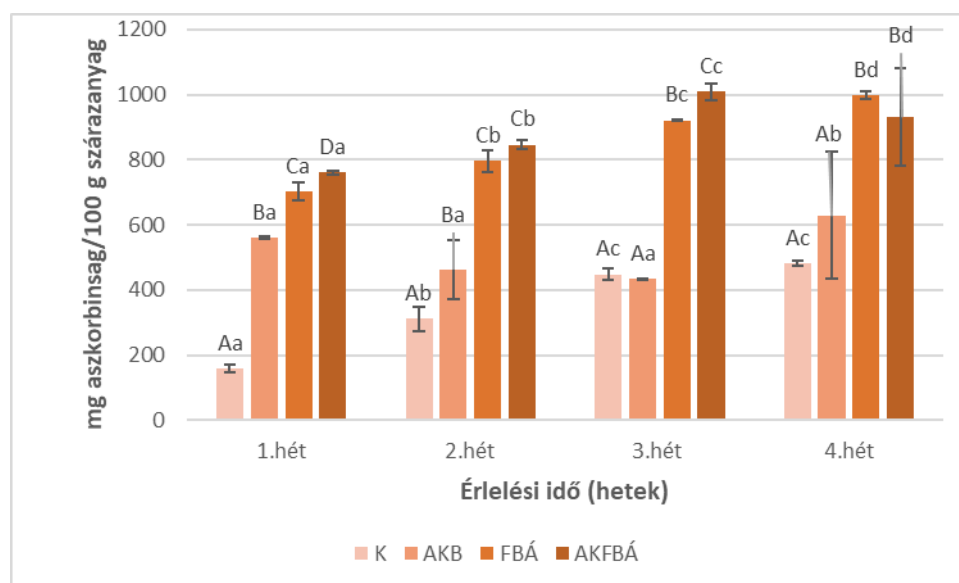


5.7. ábra: A borok össz-polifenol tartalma mg GAE/L borra nézve

A borok össz-polifenol tartalmának csökkenése annak tulajdonítható be, hogy a benne lévő polifenol vegyületek átvándorolnak a sajtokba. Ugyanakkor azt is láthatjuk, hogy ez a csökkenés exponenciális. Ha összevetjük a sajtok maximális össz-polifenol tartalmát az áztatásra alkalmazott bor össz-polifenol tartalmával elmondhatjuk, hogy az áztatás végére a bor eredeti össz-polifenol tartalma 88,7%-ot csökken (9905 mg GAE/L borról 2215 mg GAE/L borra), viszont a maximális össz-polifenol tartalmú sajtba beoldódott össz-polifenol tartalom 512 mg GAE/100 g szárazanyag sajtot éri csak el. Ezek alapján elmondható, hogy az áztatás során jelentős a bor össz-polifenol tartalmának a csökkenése, és hiába, hogy a kezdeti bor nagy mennyiségű polifenolokat tartalmaz, nem valószínű, hogy egy következő adag sajt áztatására már alkalmas lesz.

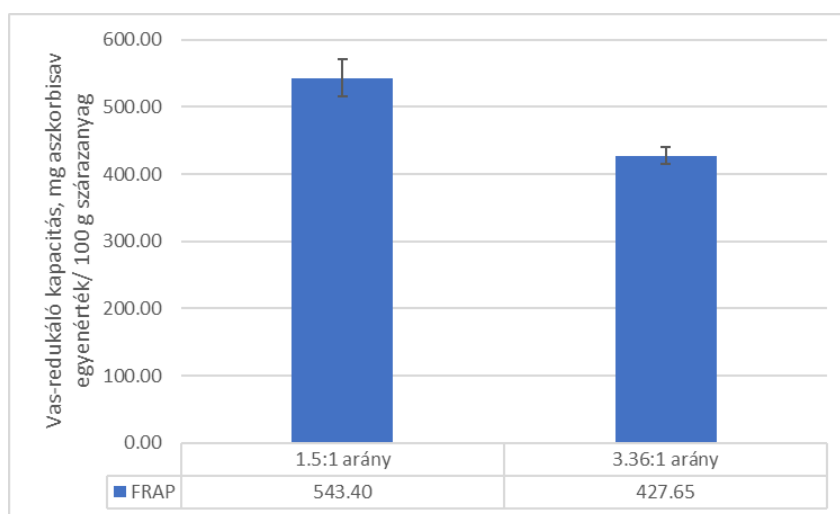
5.3.2. Vas-redukáló képességen alapuló módszer (FRAP) eredményei

Az 5.8. ábrán jól kirajzolódik, hogy a kontroll sajtunk aszkorbinsav egyenértéke jóval kisebb, mint a többi sajtmintáé (117,96 mg aszkorbinsav-egyenérték/100 g szárazanyag). Az érlelés során a kontroll sajtminták vas-redukáló képessége folyamatosan növekedett és elérte a 481,98 mg aszkorbinsav-egyenérték/100 g szárazanyag értéket. Ennek a magyarázata, hogy a sajtok érése során aromás peptidek és kén tartalmú aminosavak szabadulnak fel, amelyek antioxidáns kapacitással rendelkeznek (Gil et al., 2022). A sajtok vas-redukáló képessége az áztatási és érési idő során folyamatosan növekedett mind az összes sajt típus esetében. A legnagyobb értékeket, az FBÁ minta -a negyedik héten (998,57 mg aszkorbinsav-egyenérték/100 g szárazanyag)- és a AKFBÁ minta -a harmadik héten (1008,74 mg aszkorbinsav-egyenérték/100 g szárazanyag)- érték el.



5.8. ábra: Sajtok vas-redukáló képessége mg aszkorbinsav-egyenérték/100 g szárazanyagra

Ebben az esetben is megvizsgáltuk azt is, hogy az alvadékhoz adott bor mennyisége befolyásolja-e vas-redukáló kapacitást (5.9. ábra). Az 1,5:1 alvadék bor arány esetében a vas-redukáló kapacitás az 543,40 mg aszkorbinsav-egyenérték /100 g szárazanyag volt, míg a 3,36:1 alvadék: bor 427,65 mg aszkorbinsav-egyenérték /100 g szárazanyagra növekedett. Azt is megfigyelhetjük, hogy az FBÁ és a AKFBÁ sajtok esetében az első heti áztatási eredmények esetében észlelhetjük a legnagyobb növekedést a vas-redukáló képességet illetően (közel hatszoros) míg a további két hétben csak 1,13 szoros növekedéssel számolhatunk.



5.9. ábra A különböző alvadék és bor arányok hatása a sajtok vas-redukáló kapacitására

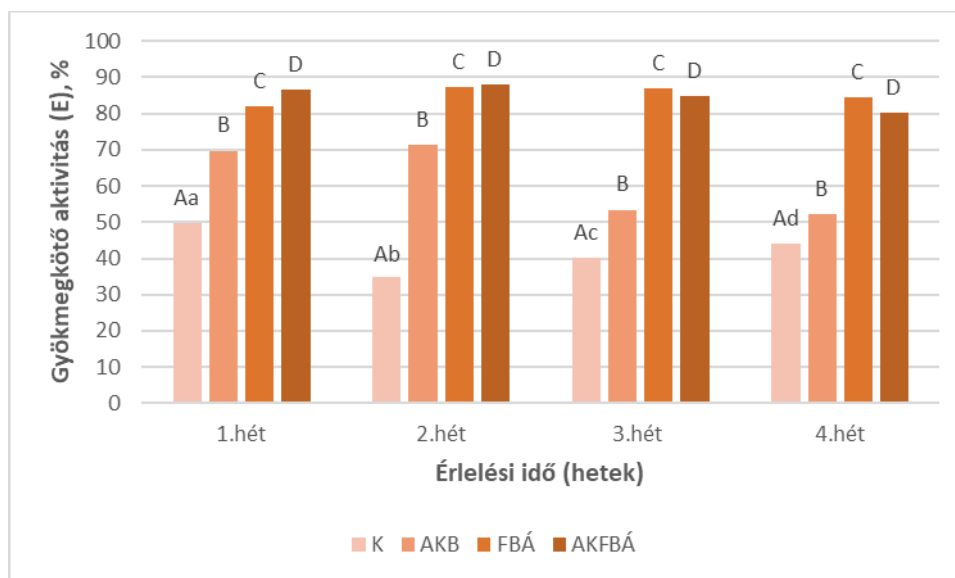
A polifenolok esetében jelentősnek volt tekinthető a különbség a két alvadék arány alkalmazása, a vas-redukáló kapacitás esetében amint az 5.9 ábrán is látszik a nagyobb mennyiségű bor adagolása az alvadékba nem indokolt.

Ha a sajtok a vas-redukáló kapacitása alapján kellene eldönteni, hogy melyik módszer a legalkalmasabb a sajtok antioxidáns hatású anyagainak a növelésére akkor azt mondhatnánk, hogy úgy a feketebizli-borban való áztatás, mint az alvadékba való bor keverés jelentős vas-redukáló kapacitás növekedést eredményez. Az egy hétnél további áztatási idő ugyan növeli az antioxidáns hatású anyagok mennyiségét a sajtokban, de jóval kisebb mértékben, mint az első héten.

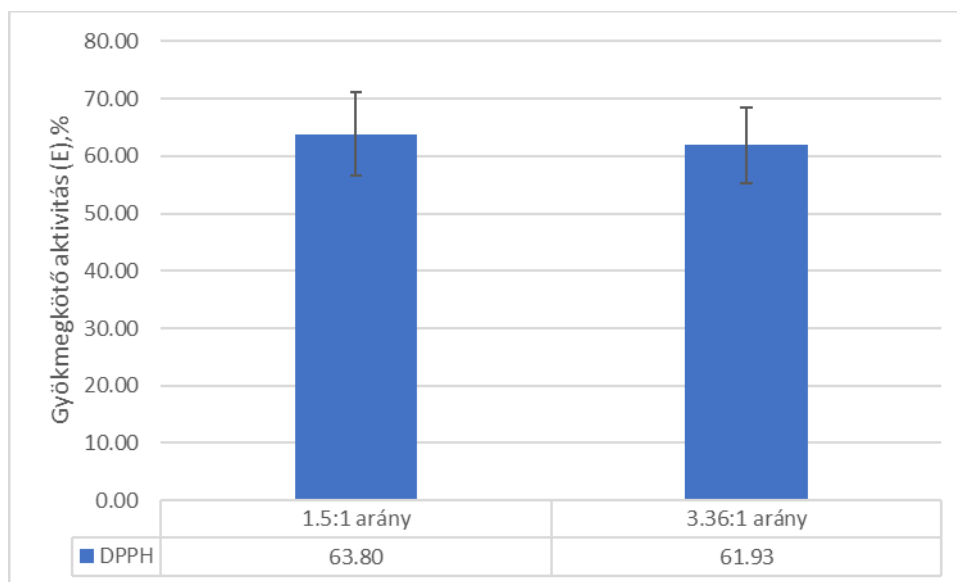
5.3.3. DPPH gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitásmérés módszer eredményei

A DPPH gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitásmérés eredményeit (5.9. ábra) elemezve, nagyon jól észrevehető, hogy a K sajtok esetén, már első héten a gyökmegkötő

képesség eléri a maximális értéket (49,74%), addig az AKB (69,76%), FBÁ (87,39%) és AKFBÁ (87,99%) sajtminták csak a második héten érik el a maximális értékeket. Ezekből az adatokból az tűnik ki, hogy a borban érlelt sajtok esetén is elegendő lenne a két hét áztatási idő, ahhoz, hogy a DPPH gyökmegkötő antioxidáns kapacitásnak maximum értéken maradjon.



5.10. ábra: A sajtok DPPH gyökmegkötő antioxidáns kapacitása %-ban kifejezve



5.11. ábra A különböző alvadék és bor arányok hatása a sajtok gyökmegkötő aktivitására

A különböző alvadék:bor arányok esetében nem tapasztaltunk különbséget a sajtok gyökmegkötő aktivitását illetően (5.10 ábra). Ezek az eredmények is azt igazolják, hogy a nagyobb mennyiségű bor adagolása az alvadékba nem indokolt.

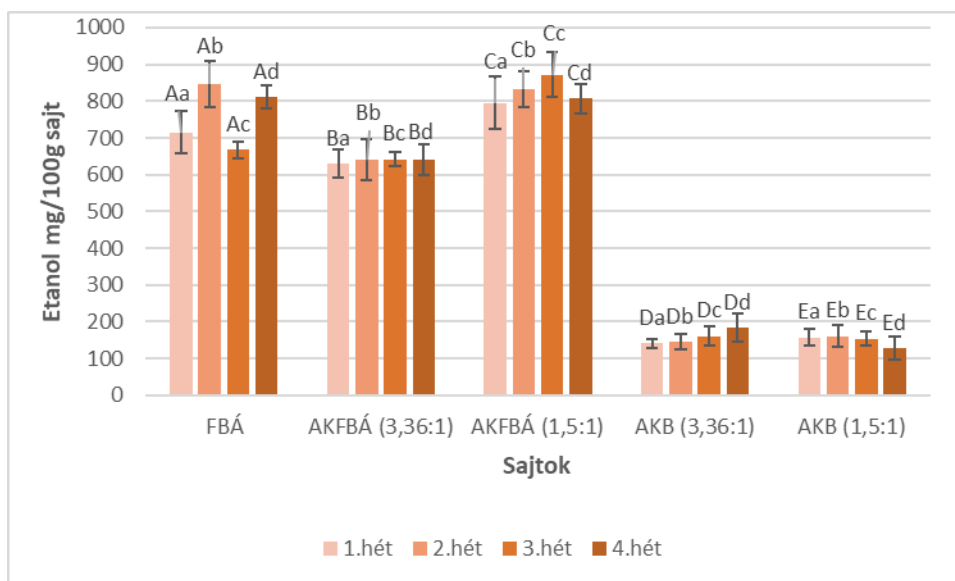
5.4. A sajtok alkoholtartalmának eredményei nagyhatékonyságú kromatográfiás módszerrel

A sajtok alkohol tartalmát is meghatároztuk az érlelési idő függvényében, az eredményeket az 5.11. ábrán mutatjuk be. Mivel itt az elfogyasztott sajt alkoholtartalmára voltunk kíváncsiak, ezért az eredményeket nem szárazanyagra, hanem a sajt tömegére számoltuk ki.

Az eredmények az elvártaknak megfelelően alakultak, míg az alvadékba kevert boros AKB sajtok etanol-tartalma volt a legalacsonyabb 0,128 mg/100 g sajt, addig az AKFBÁ sajtok esetében ez az érték 871,89 mg etanol/100 g sajt értékre emelkedik.

A sajtminták etanol tartalmát illetően azt is elmondhatjuk, hogy az alvadékba kevert nagyobb mennyiségű bor a sajtok alkohol tartalmát nem befolyásolja jelentősen.

Az érlelési idő nem befolyásolta az AKFBÁ (3,6:1 alvadék arány) valamint az AKB minták alkohol tartalmát, ezen minták esetében nagyon kis ingadozást észlelhetünk az etanoltartalommal illetően. Az áztatott minták esetében FBÁ, valamint a nagyobb mennyiségű feketeribizli-bor tartalmú alvadéknál (1,5:1) az érlelési idő során az alkohol tartalom növekedett. Következtetésképpen elmondhatjuk, hogy az általunk előállított feketeribizli borban érlelt sajt fogyasztásával óvatosak kell legyünk, viszont a minimális alkohol jelenléte miatt, semmilyen káros hatással nincs a szervezetre, így bátran fogyasztható.

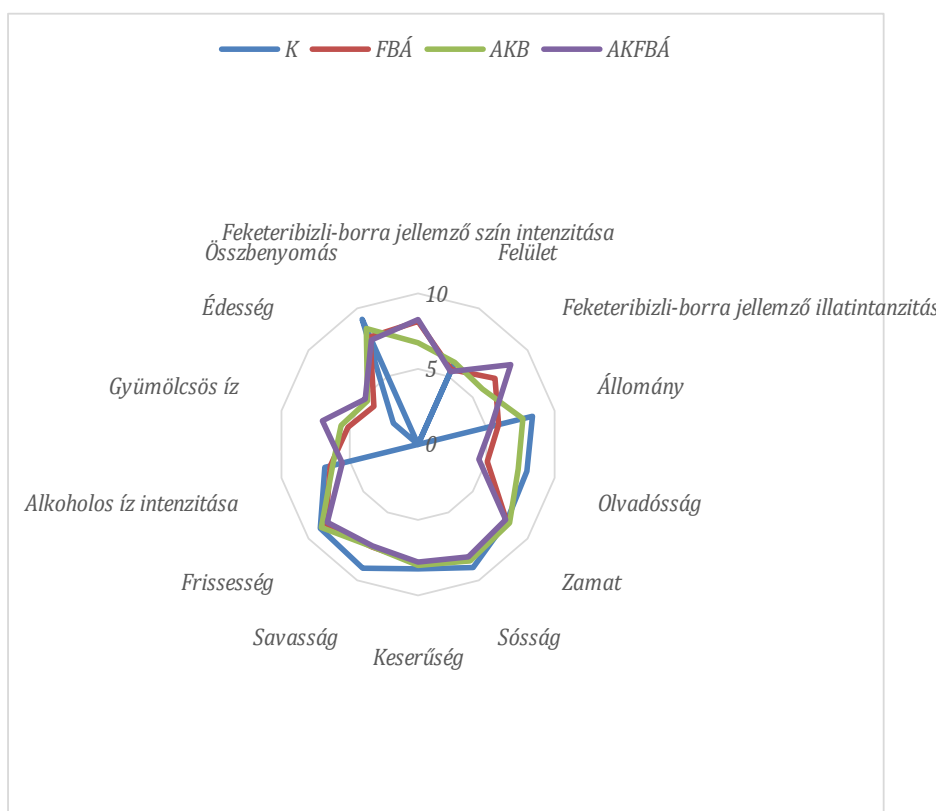


5.12. ábra: A sajtminták etanol tartalma

Tehát ha azt szeretnénk, hogy minél kevesebb etanol maradjon a sajtokban akkor az egy hetes áztatási idő az ideális választás.

5.5. Érzékszervi vizsgálat kiértékelése

Az érzékszervi vizsgálat során 60 személy pontozta sajtjainkat 0-tól 10-ig terjedő skálán. A nemek szerinti eloszlás 55% nőből és 45% férfiból állt. A kérdőívek kitöltésével kiderült az is, hogy az értékelésen résztvevők a sajtokat 1-től 10-es skálán átlagosan 8,92 értékben szeretik. Szépen körvonalazódott az is, hogy a 60 emberből 85% kóstolt már ízesített vagy hosszabb ideig érlelt sajtot, míg a maradék 15% nem. A sajtminták különböző érzékszervi jellemzőinek a 60 személy értékelési átlagpontoszámai, az alábbi diagrammon láthatóak:



5.13. ábra: Az érzékszervi vizsgálat átlagpontoszámainak pókhálódigrammja

Az átlagpontszámok alapján a kontroll sajtunk azért kapott kevesebb pontszámot minden olyan szempontnál, ahol a feketeribizli-borra jellemző tulajdonságok voltak (illat, szín, gyümölcsös és alkoholos íz), mert nem tartalmazott semmilyen mértékben bort. Ha a sajtok felületét vizsgáljuk, akkor az AKFBÁ kapta a legtöbb pontot, tehát az tekinthető a legfényesebbnek, míg a AKB sajt kapta a legkevesebb pontot, tehát erre kevésbé jellemző a fényesség, inkább mattos felületűnek tekinthető. A feketeribizli-borra jellemző illatintenzitás az AKFBÁ sajt esetében volt a legintenzívebb, ezt a FBÁ sajt követte és végül a boros sajtok közül az AKB sajtban érződött legkevésbé. A feketeribizli-borra jellemző szín erősségénél is ugyan ez a sorrend, hiszen a kívül-belül boros sajt (AKFBÁ) esetében a legintenzívebb, és az alvadékában bort tartalmazó sajt nál (AKB) kevésbé intenzív. Ha az állományt és az olvadásságot nézzük, akkor a legtöbb pontszámot a kontroll sajt kapta, míg a legkevesebbet a kívül-belül boros sajt, tehát az AKFBÁ. Zamatában az összes sajt megfelelő minőségű pontszámot kapott. Az érzékszervi vizsgálaton résztvevők közül a sósságot tekintve, a legtöbben a kontroll sajtot (K) mondták a legkellemesebbnek, a keserűséget nézve a legkeserűbb és savasságot tekintve a legsavasabb sajt volt. A frissesség szempontjából mindenik sajtot megfelelő frissességűnek tekinthetjük az átlagpontszámok alapján. A legnagyobb meglepetést okozta számunkra, hogy a kontroll sajtunk, amely sem alvadékában, sem áztatásában nem érintkezett borral, néhány embertől mégis érkezett pontszám, miszerint alkoholos ízt éreztek a sajtban. Ez természetesen nem lehetséges, ezért ezt a tévedést a kérdőívet kitöltők figyelmetlenségének könyveltük el, akik nem értelmezték jól a pontozási skálát. Arra számítottunk, hogy az alkoholos íz, ha érezhető, az maximum az AKFBÁ sajt esetén érződik, de az átlagpontszámok azt mutatják, hogy az FBÁ esetében intenzívebbnek érezték a kóstoló emberek az alkoholos ízt. Ha az alkoholos íz intenzitásának szempontját vizsgáljuk, ki kell térnünk arra is, hogy feltehetőleg a legtöbb ember az alkoholos ízt keverte a bor ízével, és az alapján pontozott. A gyümölcsös íz az alkoholos ízhez képest fordítva változott, hiszen a legtöbb pontszámot az AKFBÁ sajt kapta, tehát ezen érződött a legintenzívebben a ribizli íze, míg az AKB sajtban a legkevésbé. Sajtjainkban a kóstoló személyek nem igazán éreztek édeskés ízt, a kívül-belül boros sajt (AKFBÁ) esetén adott pontszámok szerint ebben a sajtban érződött az édes íz intenzívebben, de ez sem jelentős.

Összességében elmondható, hogy az általunk érzékszervi vizsgálatokra előállított és készített sajtjaink pontszámai megfelelnek az ISO 22935-2:2009/IDF 99-2:2009 szabványban szereplő optimális értékeknek, amelyek által emberi fogyasztásra alkalmas élelmiszerként tekinthetünk sajtjainkra. Ha az összbenyomásra fókuszálunk, jól látható, hogy a legjobban a

kontroll sajtunk (K) nyerte el az emberek tetszését, de ugyanakkor a boros sajtok közül a legkedveltebb az alvadékába kevert feketeribizli-borral készült (AKB) sajt volt, amelyet nem érleltünk borban.

5.6. Gazdasági számítás a terméket illetően

Kíváncsiak voltunk, hogy ha sajtjaink eladásra kerülnének, mennyi lenne az eladási árak. Számításainkhoz a Csíkszépvízi Csengő Szövetkezet adatait használtuk fel. A sajtmester elmondása szerint 1kg sajt eladási ára 40 lejbe kerül, amelynek az előállítási ára 28 lej. A feketeribizli-bort literenként 30 lejbe szereztük be. A kísérleteink során alkalmazott sajt: bor arányokat figyelembe véve kiszámoltuk a saját sajtjaink eladási árát, amelyet az 5.1-es táblázatban foglaltuk össze:

5.1 táblázat: A sajtok eladási ára

Sajt	Eladási ár (lej/kg)
K	40,00
FBÁ	70,00
AKFBÁ (1,5:1)	86,00
AKFBÁ (3,36:1)	77,71
AKB	57,71

Összességében elmondhatjuk, hogy ezek a sajtok, ha az eladási árát nézzük, egy magasabb kategóriájú termékcsaládhoz illenek be, és nagy valószínűséggel csak azon személyek fognak rá áldozni, akik szeretik a különlegességeket és figyelembe veszik egy termék minőségét és élettani hatását is a fogyasztandó sajtféleségek kiválasztásánál.

6. További célkitűzések

- Megvizsgálni, hogy a tárolás során hogyan alakul át az antioxidáns kapacitás.
- Más alvadék:bor arányok kipróbálása és megvizsgálása
- Olyan sajtot áztatni borban, amely már előzetesen érlelt, majd annak a vizsgálata

7. Következtetések

- A feketeribizli-borban áztatott és érlelt sajtok, az érzékszervi és fizika-kémiai tulajdonságainak eredményei alapján emberi fogyasztásra alkalmasak.
- Sikerült meghatározni, hogy az alvadékba kevert bor mennyiségének optimális aránya úgy az antioxidáns tulajdonságokat, mint az érzékszervi és technológiai sajátságokat figyelembe véve 3,36:1.
- Az áztatásra alkalmazott alapbor többszöri alkalmazása korlátolt.
- A kísérletünk során előállított sajtminta féleségekről elmondható, hogy össz-polifenol tartalmuk, vas-redukálóképességük és gyökmegkötő képességük alapján jelentős antioxidáns forrásként szolgálhatnak.
- A feketeribizli-borral készült sajtváltozatok mindegyike tartalmaz alkoholt, de ennek mennyisége elenyésző, az alkoholtartalmat illetően 100 g sajt teljesen biztonságosan fogyasztható.
- A legkedveltebb sajt érzékszervi szempontból az alvadékba kevert feketeribizli-boros.

8.Köszönetnyilvánítás

Ezúton köszönetet szeretnénk mondani első sorban témavezetőinknek, dr. Albert Csilla és dr. Salamon Rozália-Veronika egyetemi docenseknek támogatásukért, munkánk elkészítésében nyújtott rengeteg segítségükért, türelmükért és kitartásukért. Másodszor köszönjük a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem Csíkszeredai Karának, ezen belül is az Élelmiszertudományi Tanszéknek és oktatóinak, hogy biztosították a kutatásunkhoz szükséges eszközöket és anyagokat, illetve, hogy a főbb vizsgálatainkat a Csíkszeredai Kar laborjaiban végezhattük el.

Hálával tartozunk a Csengő Szövetkezet Szépvízi tejfeldolgozójának, illetve az itt dolgozó személyeknek, amiért egy megfelelő környezetet biztosítottak a sajtjaink elkészítéséhez. Köszönjük a sok magyarázatot Ferencz Szilárd sajtmeisternek, továbbá a türelmét és lelkesedését.

Továbbá köszönettel tartozunk dr. Laslo Éva egyetemi docensnek a sok segítséget a mikrobiológiai vizsgálatainkhoz és hogy mindig fordulhattunk hozzá, ha kérdésünk volt.

Köszönjük családtagjainknak, amiért kitartottak mellettünk és bíztattak.

Végül, de nem utolsósorban köszönetet mondunk az érzékszervi vizsgálaton résztvevőknek, és mindenkinek, aki hozzájárult munkák kivitelezéséhez. A sok tapasztalat mellett rengeteg élménnyel gazdagodtunk, amit soha nem feledünk!

9. Irodalomjegyzék

- Albert, C., Codină, G. G., Héjja, M., András, C. D., Chetrariu, A., & Dabija, A. (2022). Study of Antioxidant Activity of Garden Blackberries (*Rubus fruticosus* L.) Extracts Obtained with Different Extraction Solvents. *Applied Sciences*, 12(8), 4004.
<https://doi.org/10.3390/app12084004>
- Beresford, T. (2023). Cheese and cardiovascular diseases. In *Functional Foods and Their Implications for Health Promotion* (pp. 235–257). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823811-0.00014-6>
- Choi, J., Lee, S. I., Rackerby, B., Goddik, L., Frojen, R., Ha, S.-D., Kim, J. H., & Park, S. H. (2020). Microbial communities of a variety of cheeses and comparison between core and rind region of cheeses. *Journal of Dairy Science*, 103(5), 4026–4042.
<https://doi.org/10.3168/jds.2019-17455>
- Csapó J., Fennyvesy J., Csanádi J., Csapó-Kiss Zs. (2014). *Tejipari technológia*. Kolozsvár: Scientia Kiadó.
- Garofalo, G., Busetta, G., Alfonzo, A., Francesca, N., Moschetti, G., Settanni, L., & Gaglio, R. (2022). Effect of red wine soaking on the microbiological profile, total phenolic content and sensory aspects of an ovine pressed cheese. *Scienza e Tecnica Lattiero Casearia*, 72(02), 56. <https://doi.org/10.36138/STLC.02.2022.02>
- Gil, K. A., Jerković, I., Marijanović, Z., Manca, M. L., Caddeo, C., & Tuberoso, C. I. G. (2022). Evaluation of an innovative sheep cheese with antioxidant activity enriched with different thyme essential oil lecithin liposomes. *LWT*, 154, 112808.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112808>
- György, É., & Laslo, É. (2021a). Microbial Diversity of Traditionally Processed Cheese from Northeastern Region of Transylvania (Romania). In *Fermentation - Processes, Benefits and Risks*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.97591>
- György, É., & Laslo, É. (2021b). Microbial Diversity of Traditionally Processed Cheese from Northeastern Region of Transylvania (Romania). In *Fermentation - Processes, Benefits and Risks*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.97591>

- Kállai, M. (2010). Borászati kémia - Borászat 2. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Kun-Nemes, A., Stefanovits-Bányai, É., Gálné Remenyik, J. (2015). Új mérési eljárások fejlesztése a növényi antioxidáns státusz meghatározására. *Agrártud. Közl.* 63 105-112.
- Kowalska, M., Janas, S., & Woźniak, M. (2018). Innovative application of the moisture analyzer for determination of dry mass content of processed cheese. *Heat and Mass Transfer*, 54(10), 3071–3080. <https://doi.org/10.1007/s00231-018-2358-7>
- Laslo, É., & György, É. (2018). Evaluation of the microbiological quality of some dairy products. *Acta Universitatis Sapientiae, Alimentaria*, 11(1), 27–44. <https://doi.org/10.2478/ausal-2018-0002>
- Lippi, G., Franchini, M., Favalaro, E., & Targher, G. (2010). Moderate Red Wine Consumption and Cardiovascular Disease Risk: Beyond the “French Paradox.” *Seminars in Thrombosis and Hemostasis*, 36(01), 059–070. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248725>
- Magda S, Marselek S. (2000). A mezőgazdasági és élelmiszer-ipari technológia alapjai - Élelmiszeripar. Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó.
- Makarov, S., & Panasyuk, A. (2019). Influence of Various Technological Factors on the Composition of Anthocyanins in Black Currant Wine Production. *Food Processing: Techniques and Technology*, 48(3), 72–80. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-3-72-80>
- Montel, M.-C., Buchin, S., Mallet, A., Delbes-Paus, C., Vuitton, D. A., Desmasures, N., & Berthier, F. (2014). Traditional cheeses: Rich and diverse microbiota with associated benefits. *International Journal of Food Microbiology*, 177, 136–154. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.02.019>
- Papp, J. (2004). A gyümölcsök termesztése. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Plessas, S., Bosnea, L., Alexopoulos, A., & Bezirtzoglou, E. (2012). Potential effects of probiotics in cheese and yogurt production: A review. *Engineering in Life Sciences*, 12(4), 433–440. <https://doi.org/10.1002/elsc.201100122>

Punbusayakul, N. (2018). Bioactive compounds and antioxidant activity of wines from different currant cultivars. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 22(2), 27–30. <https://doi.org/10.5937/JPEA1801027P>

Rudrapal, M., Khairnar, S. J., Khan, J., Dukhyil, A. Bin, Ansari, M. A., Alomary, M. N., Alshabrmi, F. M., Palai, S., Deb, P. K., & Devi, R. (2022a). Dietary Polyphenols and Their Role in Oxidative Stress-Induced Human Diseases: Insights Into Protective Effects, Antioxidant Potentials and Mechanism(s) of Action. *Frontiers in Pharmacology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.806470>

Rudrapal, M., Khairnar, S. J., Khan, J., Dukhyil, A. Bin, Ansari, M. A., Alomary, M. N., Alshabrmi, F. M., Palai, S., Deb, P. K., & Devi, R. (2022b). Dietary Polyphenols and Their Role in Oxidative Stress-Induced Human Diseases: Insights Into Protective Effects, Antioxidant Potentials and Mechanism(s) of Action. *Frontiers in Pharmacology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.806470>

Sik B. (2021). Rozmaringsav-tartalmú gyógynövénykivonatok előállítása és táplálékkiegészítőként, valamint funkcionális élelmiszerként való felhasználása. Doktori (PhD) értekezés

Internetes források:

Magyar Élelmiszerkönyv: <https://elelmiszerlanc.kormany.hu/magyar-elelmiszerkonyv>

Calorie-content-black currant, chemical composition and nutritional value, <https://hu.healthy-food-near-me.com/calorie-content-black-currant-chemical-composition-and-nutritional-value/>

Milk and milk products - Sensory Analysis - Part 2: Recommended methods for sensory evaluation, (2009-04), <https://www.iso.org/standard/41217.html>, megnyitva: 2023.03.27.

Phenol-Explorer, Forrás: <http://phenol-explorer.eu/contents/food/148>, megnyitva: 2023.04.12.

Koester V. (2016). https://www.chemistryviews.org/details/education/9464911/What_is_HPLC/

10. Mellékletek

1. számú melléklet

Feketeribizli-borban áztatott és érlelt kemény sajtok érzékszervi minősítése

Tisztelt Bíráló! Kérem válaszoljon az alábbi általános kérdésekre!

- 1) **Neme:** a) Nő b) Férfi
- 2) **Életkora:**
- 3) **1-10 skálán mennyire szereti a tejtermékek közül a sajtokat?**
- 4) **Kóstolt már bármilyen ízesített vagy hosszabb ideig érlelt sajtot?**
a) Igen b) Nem

Kérem értékelje a számkódokkal megjelölt sajtmintákat a felsorolt szempontok alapján, 0-tól 10-ig tartó pontozással!

Szempontok	Minták pontszámai			
	1	2	3	4
Feketeribizli borra jellemző szín intenzitása (0-színtelen, 10-intenzív vöröses szín)				
Felület (0-tompa fényű, matt, 10-fényes)				
Feketeribizli borra jellemző illatintenzitás (0- nem érezhető, 10-feketeribizlire jellemző)				
Állomány (0-törős, száraz, 10-rugalmas)				

Olvadósság (0- kemény, 10-krémes)				
Zamat (0-íztelen, 10-zamatos, telt)				
Sósság (0-nagyon sós, 10-kellemesen, enyhén sós)				
Keserűség (0-keserű, 10- nem keserű)				
Savasság (0-savas, 10-nem savas)				
Frissesség (0- állott ízű, 10-friss)				
Alkoholos íz intenzitása (0-érezhető, 10-nem érezhető)				
Gyümölcsös íz (0-nem érezhető, 10-intenzív gyümölcsíz)				
Édes (0-nem érezhető, 10-édeskés)				
Összbenyomás (0-nem tetszik, 10-tetszik)				