

# **DIPLOMADOLGOZAT**

*Szappanos Veronika Diplomadolgozat*

**Szappanos Veronika**

**2023**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**

**Budai Campus**

**Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet**

**Élelmiszermérnök mesterképzési szak**

**Nagy hidrosztatikus nyomás hatása gyümölcspürék érzékszervi tulajdonságaira**

**Belső konzulens:** Dr. Dalmadi István  
egyetemi docens

**Belső konzulens  
intézete/tanszéke:** Állattermék és  
Élelmiszertartósítási  
Technológia Tanszék

**Készítette:** Szappanos Veronika

**Budapest**

**2023**

# Tartalomjegyzék

<b>1. Bevezetés</b> .....	<b>1</b>
<b>2. A munka célja</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Irodalmi áttekintés</b> .....	<b>4</b>
3.1. <i>A smoothie jelentősége</i> .....	4
3.1.1. Mi is az a smoothie? .....	4
3.1.2. A gyümölcsfogyasztás élettani jelentősége, egészségre gyakorolt hatása .....	4
3.1.3. Az alapanyagok táplálkozási értéke és kémiai összetétele .....	6
3.2. <i>Kíméletes tartósítóiipari technológiák</i> .....	9
3.2.1. Nagy hidrosztatikus nyomáskezelés .....	10
3.2.2. HHP hatása gyümölcsitalokra .....	12
3.2.3. A HHP-kezelés előnyei, hátrányai .....	13
3.2.4. Kombinált tartósítási módszerek, gátelmélet.....	14
3.2.5. Kíméletes hőkezelés kombinált alkalmazása .....	15
3.3. <i>Mesterséges érzékszervek</i> .....	15
3.3.1. Elektronikus nyelv.....	15
3.3.2. Az elektronikus nyelv gyakori típusai és működési elvei.....	17
3.3.3. Elektronikus orr .....	19
<b>4. Anyagok és módszerek</b> .....	<b>22</b>
4.1. <i>Felhasznált anyagok és a minta elkészítése</i> .....	22
4.2. <i>Smoothie-minták HHP-, valamint kíméletes hőkezelése</i> .....	22
4.3. <i>Smoothie-minták érzékszervi tulajdonságainak meghatározása</i> .....	24
4.3.1. Elektronikus nyelv.....	24
4.3.2. Elektronikus orr .....	26
4.3.3. Érzékszervi bírálat .....	28
4.3.3. Alkalmazott statisztikai módszerek ismertetése.....	30
<b>5. Eredmények és kiértékelésük</b> .....	<b>32</b>
5.1. <i>Mesterséges érzékszervek eredményei</i> .....	32
5.1.1. Elektronikus nyelv eredmények.....	32
5.1.2. Elektronikus orr eredmények .....	38
5.2. <i>Érzékszervi bírálat eredmények</i> .....	44

6. Következtetések .....	51
7. Összefoglalás .....	53
Irodalomjegyzék.....	55
Köszönetnyilvánítás.....	59

Szappanos Veronika Diplomadolgozat

# 1. Bevezetés

Manapság nagyon fontos szerepet kap az emberek mindennapjaiban az egészséges táplálkozás. Egyre több helyről lehet hallani, továbbá egyre jobban elfogadott tény az, hogy egészséges táplálkozással számos súlyos betegséget lehet megelőzni és elkerülni. Sajnos a rohanó életmódnak köszönhetően az emberek szervezete kifejezetten le van terhelve és sokkal jobban ki van téve különböző stresszhatásoknak, amelyek idővel betegségek kialakulásához vezethet. Rengeteg kutatás irányul manapság arra, hogy mennyire fontos a szervezet számára a megfelelő táplálék, továbbá számos eredmény bizonyítja, hogy nagy mennyiségű gyümölcs és zöldség fogyasztásával vissza lehet szorítani a betegségek kialakulásának az esélyét.

Az egészséges táplálkozás alapelve az élelmiszerek megfelelő mennyiségű és minőségű bevitele. Az egészséges étrendnek tartalmaznia kell a szervezet számára optimális mennyiségű fehérjét, szénhidrátot, zsírt, vitaminokat és ásványi anyagokat is. Az megfelelő táplálkozás része az is, hogy kerüljük a túlzott cukor, só és rossz zsírok fogyasztását, mivel ezek hosszú távon súlyos egészségügyi problémákhoz vezethetnek, például elhízáshoz, kardiovaszkuláris betegségek kialakulásához és cukorbetegséghez.

A gyümölcsfogyasztás különösen fontos az egészséges életmód fenntartásához. A gyümölcsök gazdagok vitaminokban, ásványi anyagokban, antioxidánsokban és rostokban, amelyek nélkülözhetetlenek a megfelelő egészség fenntartásához. Ezek az összetevők segítenek a sejtek megóvásában, az immunrendszer megerősítésében és a szív-érrendszeri problémák megelőzésében. Emellett a gyümölcsök rendkívül ízletesek és változatosak, így könnyen beilleszthetők az étrendünkbe.

A smoothie-termékek manapság rendkívül népszerűek világszerte, mivel egészséges és tápláló ételek, amelyek friss gyümölcsökből és zöldségekből készülnek. A smoothie-termékek lehetőséget nyújtanak arra, hogy ebben a felgyorsult világban is könnyedén be tudjuk építeni a szervezet számára értékes tápanyagokat az étrendünkbe.

Ahhoz, hogy ezek a termékek a boltok polcain is megtalálhatóak legyenek és minőségük ne romoljon, valamilyen kezelésen kell átesniük. Manapság a fogyasztók számára előnyt jelent és rendkívül fontos szempont is, hogy a termékek, amelyeket fogyasztanak, ne tartósítószer hozzáadásával készüljenek. Így ennek az elvárásnak megfelelően egyre inkább a kíméletes tartósítási technológiák kezdenek elterjedni, amelyek alkalmazása során az élelmiszerekbe

nem kerülnek mesterséges anyagok. Így ennek köszönhetően az élelmiszerek vitamin- és tápanyagtartalma, továbbá komplex tulajdonságai kismértékben változnak csak.

A kíméletes kezelések alkalmazása a smoothie-termékekre jelentős előnyökkel járhat az élelmiszeriparban. Azonban az ilyen termékek minősége, íze és tápértéke nagyban függ a feldolgozási folyamatoktól.

A kíméletes kezelések közé tartozik a nagy hidrosztatikus nyomású kezelés is. Ez a kezelés lehetőséget kínál arra, hogy a smoothie-termékek nagy mennyiségben képesek legyenek megőrizni a friss összetevőknek az eredeti értékeit, azaz a tápanyagokat, vitaminokat, aromaanyagokat, színanyagokat és ízanyagokat, miközben az eltarthatóságukat növelik. A kezelés előnye, hogy az érzékszervi tulajdonságok nem változnak meg jelentősen.

Azonban ahhoz, hogy a technológia megfelelően biztonságos legyen, az élelmiszer előállítás területén még rengeteg kutatásnak kell lezajlania. A kezelést követő tárolási időszak alatt bekövetkező minőségi változások is további tanulmányozásokat igényelnek. Ennek okán dolgozatom céljából kitértem, hogy megfigyelem a nagy hidrosztatikus nyomás hatására bekövetkező változásokat a gyümölcspürék érzékszervi tulajdonságaiban.

Szappanos Veronika Diplománvizsgáló

## 2. A munka célja

Ebben a tanulmányban arra szeretnék összpontosítani, hogy hogyan befolyásolja a nagy hidrosztatikus nyomás, illetve kombinált kezelések a gyümölcspürék érzékszervi jellemzőit, és milyen következményekkel járhat ez a termék ízére, és élvezeti értékére.

Kutatásom során vizsgálni fogom, hogy a nagy hidrosztatikus nyomású kezelés és hőkezelés, azaz a kombinált kezelések sorrendjének változtatása milyen módon befolyásolják a gyümölcspürék érzékszervi tulajdonságait.

Továbbá célom megvizsgálni, hogy egy 14 napon át tartó hűtve tárolás hogyan hat a különbözőképpen kezelt minták érzékszervi minőségére.

Szappanos Veronika Diplomadolgozat

## 3. Irodalmi áttekintés

### 3.1. A smoothie jelentősége

#### 3.1.1. *Mi is az a smoothie?*

A smoothie egy sűrű, krémes ital, amelyet általában friss, vagy mélyhűtött gyümölcsök és/vagy zöldségek, valamint folyékony alapanyagok, például víz, tej, joghurt, vagy növényi italok összekeverésével készítenek. Gyakran adnak hozzá különböző édesítőket, például mézet, cukrot vagy édesítőszeret, illetve esetenként jég vagy jégkocka hozzáadásával készítik, hogy hűvös és frissítő legyen.

A smoothie egy egészséges és tápláló ital lehet, mivel a benne lévő gyümölcsök és zöldségek vitaminokkal, ásványi anyagokkal és antioxidánsokkal látják el a szervezetet.

Számos ízesítéssel és variációval lehet elkészíteni, így könnyen alkalmazkodhat az egyéni ízléshez és táplálkozási igényekhez. A smoothie-k népszerűek reggeliként vagy egészséges nassolási lehetőségként, mivel egyszerűen és gyorsan elkészíthetők, valamint lehetőséget nyújtanak az egészséges tápanyagok könnyű bevitelére.

Fontos azonban megjegyezni, hogy bár a smoothie-k táplálóak lehetnek, az abban található kalóriák mennyisége eltérő lehet a gyümölcsöktől és hozzávalóktól függően. Amennyiben a smoothie-hoz édesítőszeret vagy magas kalóriatartalmú hozzávalókat adnak, akkor az egészséges étrend részeként is figyelni kell az adagolásra, hogy ne lépje túl a napi kalóriaszükségletet. A mértékletesség és a változatos étrend mindig kulcsfontosságú az egészség fenntartásában.

#### 3.1.2. *A gyümölcsfogyasztás élettani jelentősége, egészségre gyakorolt hatása*

A gyümölcsök rendkívül fontos szerepet töltenek be szervezetünk megfelelő működésében. Magas vitamin-, ásványianyag- és antioxidáns-tartalmuknak köszönhetően hozzájárulnak számos betegség kockázatának csökkentéséhez, továbbá kedvezően hatnak a szervezet sav-bázis egyensúlyának fenntartására. A rendszeres gyümölcsfogyasztás számos szív- és érrendszeri betegség kockázatát csökkentheti, továbbá jelentős mértékben hozzájárul egyes rákos megbetegedések kialakulásának csökkentéséhez (World Cancer Research Fund, 2007).



A gyümölcsök esszenciális vitaminban gazdagok, mint például a C-vitamin, A-vitamin, K-vitamin és B-vitaminok. Ezek támogatják az immunrendszert és elősegítik a sejtek egészséges működését. Emellett a gyümölcsökben található ásványi anyagok is elengedhetetlenek a szervezet számára, a kálium például pozitív hatással van a szívritmusra (Nagy és munkatársai, 2017).

A gyümölcsökben található antioxidánsok védenek a szabadgyökök okozta károsító hatásoktól. A szabadgyökök olyan molekulák, amelyek károsíthatják a sejteket, valamint összefüggésben vannak az öregedéssel és a betegségek kialakulásával is. Az antioxidánsok továbbá egyre meghatározóbb szerepet kapnak a rákkutatásban is, hiszen számos kutatás bizonyította hatékonyságukat a rákos sejtek kialakulásának megelőzésében (Kaur és Kapoor, 2001).

A gyümölcsöknek a magas élelmirost-tartalma elősegíti a megfelelő bélműködést, valamint biztosítja a teltségérzetet, így hozzájárul a súlykontrollhoz. Ezen felül a rostok segítik a koleszterinszint csökkentését, a vérnyomás normalizálását, és javítják az érfalak állapotát.

Így jótékony hatással vannak a zsír- és szénhidrát anyagcserére is (Panyor és Hipszki, 2022).

A gyümölcsök víztartalma igen nagy, ezáltal segítenek szabályozni a szervezet folyadékháztartásának egyensúlyát. A megfelelő hidratáltság fontos szerepet játszik a test minden szervének és rendszerének megfelelő működésében.

Annak ellenére, hogy az előbb ismertetett számos pozitív tulajdonsággal rendelkeznek a gyümölcsök, sajnos hazánkban az ajánlott mennyiség bevitele problémát jelent. Az ajánlott napi 400 gramm zöldség/gyümölcsbevitel helyett 300 gramm körüli az egy fő által bevitt napi mennyiség. Azonban ez nem csak Magyarországon okoz gondot, hanem Európában és világszerte is. Sajnos az elérhető nemzetközi, illetve hazai ajánlások, sőt még a Covid-19 világjárvány sem volt képes az embereket arra ösztönözni, hogy több gyümölcsöt fogyasszanak (Szabó és munkatársai, 2022).

Összességében elmondható, hogy a gyümölcsök rendkívül lényegesek az egészségünk szempontjából. A rendszeres fogyasztásuk hozzájárulhat a betegségek megelőzéséhez és a testünk optimális állapotának fenntartásához. Ezért fontos, hogy ezeket az élelmiszereket beépítsük mindennapi étrendünkbe és váljunk tudatosabbá az egészséges táplálkozás fontosságával kapcsolatban.

### 3.1.3. Az alapanyagok táplálkozási értéke és kémiai összetétele

A következőkben az általam választott alapanyagok összetételét szeretném bemutatni. Az alapanyagok között szamóca, mandulaital, banán és avokadó szerepel, amelyek egy előzetes kísérletsorozat alapján lettek kiválasztva.

A bogyós gyümölcsök, esetemben a szamóca rendkívül jó beltartalmi értékekkel bír, így a modern és egészséges táplálkozásban fontos szerepet tölt be. Rendszeres fogyasztásával többek közt megelőzhetjük a szív- és érrendszeri megbetegedéseket.

A szárazanyag- és energiatartalma alacsony, viszont nagy mennyiségű C-vitamint, káliumot, kalciumot, vasat és foszfort tartalmaz. Továbbá a szamóca elősegíti a gyomor- és bélműködést, valamint étrendbe könnyedén és jól beépíthető magas szervessav- és élelmirost-tartalma miatt (Balogh, 2010). Gazdag tápanyagokban és antioxidánsokban is, mint például antocianin, flavonoidok és fenolos savak. Ezek az összetevők fontos szerepet játszanak az egészségkárosító szabadgyökök megkötésében, semlegesítésében. Az előbb említett tulajdonságait a szamócának jelentős mértékben befolyásolhatja a hőmérséklet, a növény növekedési hőmérséklete, a genotípus, a környezet széndioxid-tartalma, illetve a termesztés módja (Capocasa és munkatársai, 2008). Az alábbi táblázatban a szamóca fontosabb összetevői láthatóak 100 g friss gyümölcsben.

**1. táblázat:** Szamóca fontosabb összetevői 100 g friss gyümölcsben (Forrás: Fineli ®- Finnish Food Composition Database)

Ásványi anyagok		Vitaminok	
Kalcium	21,0 mg	A vitamin	0,9 µg
Vas (összes)	0,5 mg	D vitamin	0 µg
Jodid	1,0 µg	E vitamin	0,6 mg
Kálium	190,0 mg	K vitamin	5,50 µg
Magnézium	15,0 mg	C vitamin	45,6 mg
Nátrium	2,0 mg	B <sub>9</sub> vitamin	29,9 µg
Konyhasó	5,1 mg	B <sub>3</sub> vitamin	0,6 mg
Foszfor	30,0 mg	B <sub>2</sub> vitamin	0,02 mg
Szelén (összes)	0,1 µg	B <sub>1</sub> vitamin	0,03 mg
Cink	0,1 mg	B <sub>12</sub> vitamin	0 µg
		Karotinoidok (összes)	44,5 µg

A mandulaital egy mandulából készült növényi alapú tejalternatíva, amely a vegánok, laktózérzékenyek és tejfehérje-allergiában szenvedők számára magas kalciumtartalma miatt megfelelő lehetőséget biztosít a tej pótlására. A mandulaital jelentős mennyiségben tartalmaz rostokat, ásványi anyagokat, antioxidánsokat, valamint E-vitamint (Al Tamimi, 2016). Alacsony kalóriatartalma miatt a fogyókúrázók bizalommal fogyaszthatják. A tehéntejhez képest a zsír- és fehérjetartalmuk kisebb, azonban a szénhidrát-tartalmuk magasabb.

A mandulaital fő összetevője, a mandula gazdag fehérjében, egészséges zsírokban, rostokban, vitaminokban és ásványi anyagokban is. A mandula kiemelkedő forrása az alfa-tokoferolnak, amely kulcsfontosságú szerepet játszik a szabadgyökökkel szembeni harcban és így az oxidatív stressz megelőzésében (Kundu és munkatársai, 2018). Ennek köszönhetően a mandulaital rendkívül egészséges ital, amelynek számos előnye van. Csökkenti a magas vérnyomást és koleszterinszintet, támogatja a megfelelő bélműködést és védi a sejteket az öregedéstől. A következő táblázatban ismertetem 100 g mandulaital ásványianyag- és vitamintartalmát.

**2. táblázat:** Mandulaital fontosabb összetevői 100 g termékben (Forrás: Fineli®-Finnish Food Composition Database)

Ásványi anyagok		Vitaminok	
Kalcium	120,0 mg	A vitamin	< 0,1 µg
Vas (összes)	0,1 mg	D vitamin	0,8 µg
Jodid	0,3 µg	E vitamin	1,8 mg
Kálium	14,9 mg	K vitamin	< 0,01 µg
Magnézium	5,6 mg	C vitamin	< 0,1 mg
Nátrium	49,9 mg	B <sub>9</sub> vitamin	1,0 µg
Konyhasó	127,0 mg	B <sub>3</sub> vitamin	< 0,1 mg
Foszfor	9,8 mg	B <sub>2</sub> vitamin	0,21 mg
Szelén (összes)	0,1 µg	B <sub>1</sub> vitamin	< 0,01 mg
Cink	< 0,1 mg	B <sub>12</sub> vitamin	0,4 µg
		Karotinoidok (összes)	< 0,1 µg

A banán egy rendkívül tápláló gyümölcs, magas kalóriatartalommal rendelkezik, azonban zsírtartalma alacsony. Megfelelő energiaforrás, emellett számos fontos nyomelem, ásványi anyag, antioxidáns és fitonutriens megtalálható benne (Kothawade, 2019). A banánban található A-, C-, E-, K-vitaminok mellett megtalálható majdnem az összes B-vitamin is. A gyümölcs magas rosttartalmának köszönhetően támogatja a bélműködést. A banán jelentős mennyiségű káliumot és magnéziumot tartalmaz, így fogyasztása segíthet a magas vérnyomás mérséklésében és a szív-érrendszeri betegségek megelőzésében.

A banán nagy mennyiségben tartalmaz bioaktív vegyületeket, például karotinoidekat, flavonoidokat és a biogén aminokat, amelyeknek köszönhetően a gyümölcs magas antioxidáns-kapacitással rendelkezik (Singh és munkatársai, 2016). A következő táblázatban 100 g banán vitamin- és ásványianyag-tartalma látható.

**3. táblázat:** Banán fontosabb összetevői 100 g gyümölcsben (Forrás: Fineli ®-Finnish Food Composition Database)

<b>Ásványi anyagok</b>		<b>Vitaminok</b>	
Kalcium	6,2 mg	A vitamin	1,7 µg
Vas (összes)	1,0 mg	D vitamin	0 µg
Jodid	1,0 µg	E vitamin	0,2 mg
Kálium	358,4 mg	K vitamin	0,50 µg
Magnézium	31,3 mg	C vitamin	10,0 mg
Nátrium	5,0 mg	B <sub>9</sub> vitamin	12,5 µg
Konyhasó	12,7 mg	B <sub>3</sub> vitamin	0,8 mg
Foszfor	24,9 mg	B <sub>2</sub> vitamin	0,06 mg
Szelén (összes)	0,3 µg	B <sub>1</sub> vitamin	0,04 mg
Cink	0,2 mg	B <sub>12</sub> vitamin	0 µg
		Karotinoidek (összes)	29,7 µg

Az utolsó általam használt alapanyag az avokádó volt, amely úgyszintén magas tápanyagtartalmáról, illetve egészségügyi előnyeiről ismert.

Más gyümölcsökhöz viszonyítva az avokádó magas zsírtartalommal rendelkezik, többek között gazdag glikolipidekben és foszfolipidekben, amelyek fontos szereppel bírnak a sejtmembránban lejátszó különböző sejtfolyamatokban. Továbbá gazdag egyszeresen

telítetlen zsírsavakban is, amelyek hatékonyan csökkentik a nemkívánatos (LDL) koleszterinszintet és növelik a jótékony (HDL) koleszterinszintet. Az avokádóban lévő zsírok egészségesnek nevezhetők, mert segítenek a szívbetegségek kialakulásának esélyét visszaszorítani, illetve fogyasztásukkal elérik, hogy hosszabb ideig érezzük jóllakottnak magunkat. Az avokádó továbbá nagy mennyiségben tartalmaz káliumot, foszfort, magnéziumot, kalciumot, nátriumot, vasat és cinket, amelyek úgyszintén fontos szerepet játszanak a szív- és érrendszeri betegségek elkerülésében. Emellett megtalálható benne rengeteg vitamin is, mint például a  $\beta$ -karotin, E-vitamin, retinol, C- vitamin, tiamin, riboflavin, niacin, piridoxin és folsav, amelyek úgyszintén nagy jelentőséggel bírnak az általános egészség és jólét szempontjából (Araújo és munkatársai, 2018). Az alábbi táblázatban ismertetem az avokádó fontosabb ásványianyag- és vitamintartalmát.

**4. táblázat:** Avokádó fontosabb összetevői 100 g gyümölcsben (Forrás: Fineli ®-Finnish Food Composition Database)

Ásványi anyagok		Vitaminok	
Kalcium	15,0 mg	A vitamin	5,2 $\mu$ g
Vas (összes)	0,5 mg	D vitamin	0 $\mu$ g
Jodid	1,0 $\mu$ g	E vitamin	2,1 mg
Kálium	400 mg	K vitamin	20,00 $\mu$ g
Magnézium	29,0 mg	C vitamin	10,2 mg
Nátrium	6,0 mg	B <sub>9</sub> vitamin	11,0 $\mu$ g
Konyhasó	15,3 mg	B <sub>3</sub> vitamin	1,3 mg
Foszfor	31,0 mg	B <sub>2</sub> vitamin	0,16 mg
Szelén (összes)	0,4 $\mu$ g	B <sub>1</sub> vitamin	0,07 mg
Cink	0 mg	B <sub>12</sub> vitamin	0 $\mu$ g
		Karotinoidok (összes)	406,5 $\mu$ g

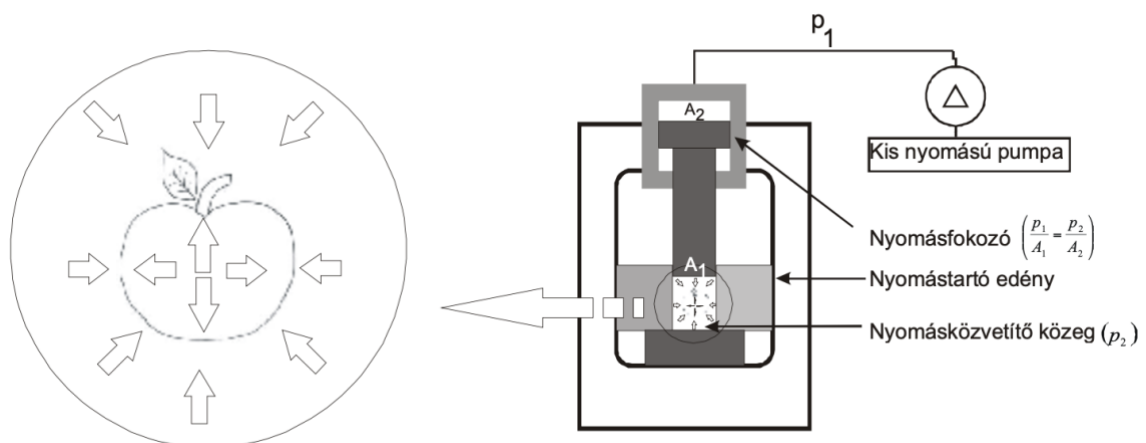
### 3.2. Kíméletes tartósítóiipari technológiák

Kíméletes élelmiszer-tartósítási eljárásoknak, más néven minimal processingnek, azokat a kezeléseket nevezzük, amelyek csökkentik a hagyományos tartósítás érzékszervi és táplálkozási tulajdonságaira gyakorolt károsító hatásait. Többek között csökkentik a

hőkezelés okozta negatív hatásokat. A hagyományos hőkezeléses tartósítás kedvezőtlen hatásai közé sorolhatjuk például a termék friss jellegének a megszűnését, a légzési lánc megszakadását. Továbbá hőkezelés hatására változik az állomány, az íz, illetve az aromaanyagok átalakulhatnak vagy elveszhetnek. Hő hatására új komponensek jelenhetnek meg a termékekben és egyes komponensek irreverzibilisen meg is változhatnak, például fehérjedenaturáció vagy vitaminbomlás is bekövetkezhet. A kíméletes tartósítóiipari eljárásoknak a lényege, hogy az élelmiszerek lehető legnagyobb mértékben megőrizzék a táplálkozási értékeiket és a tulajdonságaikat, mindemellett biztonságossá tegyék azoknak a fogyasztását. Célja továbbá, hogy egy tartósítószermentes, kényelmesebb, frissebb terméket kapjanak a fogyasztók. Két csoportra lehet bontani ezeket az eljárásokat, termikus és nem termikus folyamatra.

### 3.2.1. Nagy hidrosztatikus nyomáskezelés

A nem termikus folyamatok közé soroljuk a nagy hidrosztatikus nyomású (high hydrostatic pressure, HHP) kezelést is. Ez egy olyan tartósítási eljárás, amely során az élelmiszerek 100 és 1000 MPa közötti hidrosztatikus nyomásnak vannak kitéve. Légmentesen lezárt, flexibilis csomagolásban lévő élelmiszert egy közvetítőfolyadékba kell helyezni, az eljárással folyadékok, illetve szilárd élelmiszerek egyaránt kezelhetőek. A kezelésnek az előnye az, hogy a hidrosztatikus nyomás rögtön és az élelmiszer egész tömegében egyenletesen érvényesül, azaz izosztatikusan és pillanatszerűen, így a nyomáskezelés hatása nem függ az élelmiszer alakjától, méretétől (1. ábra) (Knorr, 1993).



1.ábra: HHP-kezelés működési elve (Dalmadi és Farkas, 2006)

Hite (1899) számolt be elsőként a HHP élelmiszer eredetű mikroorganizmusokra gyakorolt hatásáról azáltal, hogy a tejet 650 MPa nyomásnak vetette alá, és ezzel jelentősen csökkentette az életképes mikrobák számát. Az ötlet, hogy élelmiszer-feldolgozás során nyomást alkalmazzanak, nem egy új fejlesztésű technológia, azonban majdnem egy évszázadnak kellett eltelnie, mielőtt ezen a területen kiterjedt kutatások folytatódtak. A nagy hidrosztatikus nyomáskezelést eredetileg sok más termék gyártásánál is alkalmazták, mint például kerámia termékek előállítására, azonban a technológia élelmiszer-ipari alkalmazása egyre több területre kiterjedt a közelmúltban (San Martin és munkatársai, 2002).

Napjainkban már számos élelmiszer-ipari terméknel alkalmazzák a technológiát, mint például lekvároknál, gyümölcsleveknél és paradicsomleveknél (Mohácsi-Farkas és munkatársai, 2002). Továbbá hús, osztriga, sonka, gyümölcszelé, salátaöntet, salsa és baromfi termékeknel is használják a HHP-kezelést (Chawla és munkatársai, 2011).

A HHP iránti érdeklődés abból fakad, hogy tartósítószer hozzáadása nélkül az élelmiszerek képesek a friss ízüket és megjelenésüket megtartani, továbbá a mikroorganizmusok teljes vagy részleges inaktiválódása miatt minőségüket tovább megőrizhetik. A technológia alkalmazása során az élelmiszerekben előfordul vegetatív baktériumok jelentős része elpusztul 400 MPa feletti nyomás hatására (Chawla és munkatársai, 2011). A vegetatív sejteket tanulmányozva megállapítható, hogy a Gram-pozitív baktériumok sokkal ellenállóbbak a környezeti stresszel szemben, mint a Gram-negatív baktériumok. A baktériumspórák jelentős mértékben csak 1000 MPa nyomás felett pusztíthatóak el, viszont ez a nyomásszint már az élelmiszerben is jelentősebb változásokat okoz. Azonban kisebb nyomás (100-200 MPa) alkalmazása elősegítheti a csírázásukat és így a már kicsírázott spórák nyomás-, illetve hőérzékenyek lesznek. Fontos továbbá, hogy nagy hidrosztatikus nyomás hatására a sejtmembrán tulajdonságai megváltoznak, például megnövekszik a sejtfalláterestítőképesége, illetve a citoplazma membrántól elválhat a sejtfallal. 300 MPa-nál nagyobb nyomás a fehérjék szerkezetének változásához, denaturálásához vezethet, továbbá az enzimek inaktiválódásához és a riboszómák széteséséhez és sérüléséhez (Aganovic és munkatársai, 2021).

Általánosságban elmondható, hogy a mikrobák ellenálló képessége függ a nyomáskezelésnek a körülményeitől, a mikroorganizmusok fiziológiai állapotától, az élelmiszer jellemzőitől, és a kezelés paramétereitől.

Maga a nyomáskezelés hatékonyságát befolyásolja az alkalmazott nyomás nagysága, a kezelési hőmérséklet, ami 0 és 100 °C között alakulhat, illetve a kezelés ideje, ami néhány másodperctől kezdve akár 20 perces időtartam is lehet. A hatékonyság függ továbbá a

nyomásnövelés és nyomáscsökkentés sebességétől, a termék kiindulási hőmérsékletétől, a termék összetételétől, pH-jától, vízaktivitásától és egyéb jellemzőitől (Kálmánné Tuboly, 2009).

### **3.2.2. HHP hatása gyümölcsitalokra**

A gyümölcsitalok kedvező táplálkozási és élvezeti értékei rendkívül fontos szerepet játszanak a fogyasztók számára, így a cél az, hogy ezeket a lehető legnagyobb mértékben megőrizze a termék. Fontos, hogy a termékek friss jellege megmaradjon, miközben egy biztonságos és piacképes élelmiszer kerül előállításra. Mivel a HHP-kezelés képes a termékek eredeti frissességét, ízét, aromáját megtartani, illetve a színét csak kismértékben befolyásolni, továbbá a mikroorganizmusokat inaktiválni és az enzimaktivitást nagymértékben csökkenteni, így gyümölcs termékek kezelése során egy megfelelő alternatívának bizonyul. Azonban a nagy hidrosztatikus nyomáskezelés módosíthatja a növényi szöveteket, továbbá azoknak a szerkezetében és textúrájában is okozhat változásokat. Ennek okán a legtöbb HHP-technológiával kezelt gyümölcs és/vagy zöldség alapú termék gyümölcslé vagy püré formájában kerül értékesítésre (Salamon, 2021).

Tóth és munkatársai (2016) magas táplálkozási értékekkel rendelkező, frissen préselt zöldség- és gyümölcslevek beltartalmi értékeinek a változását vizsgálták HHP-kezelés hatására. A kutatásaikban különböző összetételű zöldség- és gyümölcslevet használtak fel, az összetevők között alma, citrom, gyömbér, narancs, sárgarépa, zöldalma, ananász, római saláta, menta, spenót, uborka és cékla szerepelt. HHP-kezelés 500 és 600 MPa-on történt 2, valamint 3 perces kezelési idővel. A kezelést követően a mintákat tíz héten át tárolták 5 °C-on, a termékek érzékszervi tulajdonságait, C-vitamin-tartalmát, antioxidáns-kapacitását, pH-értékét és savtartalmát pedig kéthetente történő mintavételezéssel ellenőrizték. A kísérletekből megállapították, hogy az alacsonyabb savtartalmú, nagyobb pH-értékkel rendelkező termékeknel a tárolási idő végére pH-növekedés és savcsökkenés történt, ezzel ellenben a kisebb pH-val rendelkező levek nem mutattak szignifikáns változást. A C-vitamin- tartalmat vizsgálva megállapították, hogy a kezelést követően minimálisan csökkent a termékekben, a tárolás első hat hetében pedig nem mutatott változást. Az antioxidáns-kapacitás vizsgálata során megállapították, hogy a kezelés hatására nem változott a termékekben, azonban a hatodik héttől csökkenést tapasztaltak. Vizsgálataikból kiderült, hogy a termékek érzékszervi tulajdonságai a kezelés hatására nem változtak. Eredményeik azt igazolták, hogy a HHP-kezelés nem befolyásolja a zöldség- és



gyümölcslevek beltartalmi értékeit és megfelelő alternatívát nyújt a technológia ezeknek a termékeknek a tartósítására (Tóth és munkatársai, 2016).

Keenan és munkatársai (2010) gyümölcs smoothie-minták antioxidáns-aktivitását, fentoltartalmát és színváltozását vizsgálták hőkezelés és nagy hidrosztatikus nyomáskezelés hatására. 450 MPa-on 5 perces kezelési idővel kezelt minták esetében antioxidáns-aktivitás és fenoltartalom-csökkenést figyelték meg. Méréseikből kiderült, hogy a HHP-vel kezelt minták színe pirosabb a friss mintákhoz képest, azonban a színváltozást a tárolás is befolyásolta. Keenan és munkatársai (2010) megállapították, hogy nagy hidrosztatikus nyomáskezelés alkalmazása előtt fontos a folyamatok optimalizálása annak érdekében, hogy a smoothie-minták minőségére gyakorolt negatív hatásait csökkenteni tudják.

Sampedro és munkatársai (2010) is a gyümölcslevek és smoothie-termékek HHP-kezelésével foglalkoztak, és a kezelés hatására bekövetkező változásokkal. Megállapították, hogy a HHP-kezeléssel innovatív, természetes forrásból származó termékeket lehet létrehozni anélkül, hogy a biológiailag aktív vegyületek sérülnének. Továbbá megállapították azt is, hogy a HHP-kezelés képes az élelmiszerek eltarthatóságát meghosszabbítani hőkezelés, illetve tartósítószer alkalmazása nélkül is. Sampedro és munkatársai (2010) írásukban hangsúlyozzák, hogy a nagy hidrosztatikus nyomáskezelés egy megfelelő lehetőséget kínál a gyümölcslevek és smoothie-k minőségének javítására és a tápanyagok megőrzésére.

### ***3.2.3. A HHP-kezelés előnyei, hátrányai***

A nagy hidrosztatikus nyomáskezelés előnyei közé sorolható, hogy piacképes termékeket lehet vele előállítani, miközben a termékek képesek a friss jellegüket megőrizni és táplálkozási és élvezeti értékeiket megtartani. A HHP továbbá csírapusztító és enzim-inaktiváló hatással bír és képes az élelmiszerek eltarthatóságát növelni. Előnye még, hogy a kezelés során az íz-, szín- és tápanyagok nem, vagy minimális mértékben károsodnak, illetve fontos, hogy az adalékanyagok mennyiségét csökkenteni lehet a termékekben, vagy teljesen el is lehet hagyni. A technológia egyik legfontosabb előnye, hogy a nyomáskezelés hatása nem függ az élelmiszer alakjától és méretétől, továbbá a hidrosztatikus nyomás pillanatszerűen és az élelmiszer egész tömegében egyenletesen érvényesül (Knorr, 1993).

Hátrányaként megemlíthető, hogy a beruházása drága, flexibilis csomagolóanyagot igényel, továbbá a folytonos technológia nehezen valósítható meg. A kezeléssel az enzimeket nem

lehet kellőképpen inaktiválni, valamint a spórapusztítás kombinált kezelést igényel (Hartyáni, 2012).

### **3.2.4. Kombinált tartósítási módszerek, gátelmélet**

A kombinált tartósítási módszereknek a gátelmélet szolgál alapul, mely során a cél az, hogy oly módon minimalizálják az élelmiszerekre gyakorolt káros hatásokat, hogy egy-egy tartósító kezelés kártékony mértékben való alkalmazása helyett több, egyenként kisebb negatív hatással rendelkező módszert kombinálnak (Dalmadi és Kenesei, 2017).

Azaz a módszer során több környezeti tényező önmagában mikrobagátláshoz eredménytelen szintje együttesen, szinergens módon érvényesül. Ezeket az eljárásokat aszerint kombinálják, hogy összehangolt hatást érjenek el a mikrobiális szennyezettség csökkentésére és az élelmiszerek frissességének megőrzésére. A kombinált tartósítási módszerek alkalmazásának az előnyei és fontossága közé sorolható a hatékonyság növelése, azaz az egyes eljárások kombinálásával hatékonyabb mikrobiális inaktiválás érhető el, mint a módszerek külön-külön alkalmazásával. Ezáltal a tartósítási hatás megnövekszik. Továbbá fontos szempont a tápanyagmegőrzés, a hőkezelés hosszú távon negatív hatással lehet az élelmiszerek tápértékére, azonban a kombinált módszerek lehetővé teszik a hőkezelés időtartamának és hőmérsékletének csökkentését, így a tápanyagok jobban megőrizhetőek. Mindemellett az egyes módszerek összekapcsolása lehetővé teszi a termék minőségének és ízének megőrzését is. Például a nagy hidrosztatikus nyomás és hőkezelés kombinációja csökkenti az enzimaktivitást és a mikrobiális terhelést anélkül, hogy extrém hőhatás érné az élelmiszert. Ezeken felül a kombinált eljárások alkalmazása lehetővé teszi a tartósítószer-használat csökkentését vagy akár teljes elhagyását, ami a fogyasztók számára vonzó lehet. Új termékek fejlesztésére is lehetőséget nyújtanak a kombinált kezelések, mert korszerűbb alternatívákat teremthetnek az olyan élelmiszerek fejlesztésére, amelyek a hagyományos eljárásokkal nehezen tartósíthatók lennének. Összességében a kombinált tartósítási módszerek az élelmiszeriparban azért fontosak, mert lehetővé teszik az élelmiszerek biztonságának és minőségének javítását, a tápanyagok megőrzését, miközben új piaci lehetőségeket teremtenek meg.

### **3.2.5. Kíméletes hőkezelés kombinált alkalmazása**

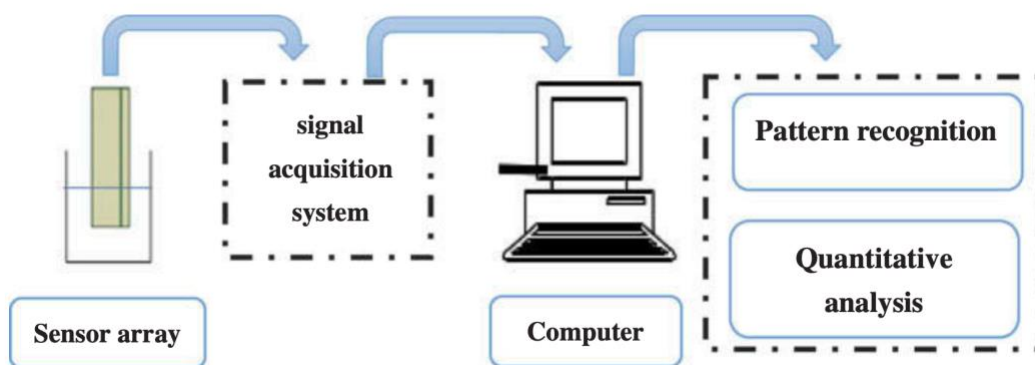
A nagy hidrosztatikus nyomáskezelés és a kíméletes hőkezelés együttes alkalmazása jelentős előnyöket eredményez az élelmiszerek minőségének megőrzése és a mikrobiális biztonság javítása terén, mivel önmagában egyik sem elegendő ahhoz, hogy minden mikroorganizmust, valamint aktív enzimet inaktíválni tudjon. A kettő technológia együttes alkalmazásával elérhető, hogy az élelmiszerek tárolásuk során se veszítsék el táplálkozásbiológiai és érzékszervi értékeiket (Salamon, 2021).

García-Parra és munkatársai (2014) megállapították, hogy a nagy hidrosztatikus nyomáskezelés és a kíméletes hőkezelés együtt alkalmazása, azaz a HPT-kezelések, a legtöbb hagyományos kezeléshez viszonyítva, sokkal jobban megőrzi az élelmiszerek bioaktív anyagait. Továbbá megállapították, hogy a hőérzékeny termékek, többek között gyümölcsök számára, amelyek jelentős minőségromlást szenvednek el hagyományos hőkezelési eljárás alkalmazása mellett, egy megfelelő alternatívát nyújtana a HPT-kezelés, így ez egy új módja lehetne a gyümölcstermékek eltarthatóságának meghosszabbítására is. García-Parra és munkatársai (2014) kísérleteiből kiderült, hogy a HPT-kezelés a hőkezelésnél hatékonyabban megőrizte az általuk feldolgozott pürék eredeti színét, antocianintartalmát és antioxidáns aktivitását is. Megállapították, hogy a HPT-kezelés meglehetősen eredményes az olyan savtartalommal rendelkező élelmiszereknél, mint például a szilva (pH=3,4), mivel rendkívül hatékonyan inaktíválta a polifenol-oxidáz enzimet.

## **3.3. Mesterséges érzékszervek**

### **3.3.1. Elektronikus nyelv**

Az elektronikus nyelv egyfajta folyadékelemző műszer, amely három részből áll, beleértve az érzékelő tömböt, a jelgyűjtő rendszert és a mintafelismerő rendszert (Jiang és munkatársai, 2018). A következő ábra szemlélteti az elektronikus nyelv szerkezetének elemeit.



**2. ábra:** Elektronikus nyelv szerkezeti elemeinek sematikus ábrája (Jiang és munkatársai, 2018)

Az elektronikus nyelvvel történő mérést hagyományosan élelmiszer-ipari termékek, vízminták és gyógyszeripari termékek elemzésére alkalmazták. Ebben a három fő kategóriában a módszer alkalmazása szinte korlátlan, mivel alkalmazható rendkívül összetett minták, például különböző fermentációs szakaszokban lévő húslevesek megkülönböztetésére is (Podražka és munkatársai, 2017).

Tahara és Toko (2013) cikkében olvasható, hogy az emberek öt különböző alapízt érzékelnek, a savanyú, a sós, az umami, a keserű és az édes ízt. Az az ízlelőbimbók körülbelül 50–100 sejtből állnak, ezeknek a segítségével érzékeljük az előbb említett ízeket. Az ízek érzékelésének mechanizmusáról szóló kutatás rövid múltra tekint vissza, mivel először 2000-ben fedezték fel a Taste-2 receptorokat (T2Rs), az ízlelősejtekben jelenlévő keserűségreceptorokat, majd ezt követték az édességreceptorok (T1R2+T1R3) és az umami-receptorok (T1R1+T1R3). Minden ízreceptor több kémiai anyagot érzékel, amelyekből egyetlen ízt alkotnak.

Az ízek objektív érzékelésére irányuló érzékelési technológiák kifejlesztése 1990 körül kezdődött meg. Ennek háttéréként az élelmiszeriparban az ízérezékelés fő módszere érzékszervi tesztek végzése lett, amelyek során tapasztalt értékelők, úgynevezett érzékszervi paneltagok ténylegesen megkóstolták a mintákat, hogy értékeljék azokat. Azonban ezzel a módszerrel több probléma is fellépett, mint például az alacsony objektivitás és reprodukálhatóság, valamint a képzett bírálókra nehezedő nagy stressz. A probléma megoldására kifejlesztettek egy érzékelő technológiát, amely objektíven megkülönbözteti és számszerűsíti az ételek ízét, az úgynevezett elektronikus nyelvet. Nevét az emberi ízérezékeléssel való hasonlóságról kapta. Habár ezeknek a kémiai szenzoroknak a koncepciója nem más, mint egy kémiai anyag nagy érzékenységgel történő detektálása,

azonban az ember ízreceptorai nem feltétlenül ismerik fel az egyes kémiai anyagokat. Az öt alapízre vonatkozó receptorok mindegyike egyszerre több kémiai anyagot is érzékel, ami félszelektív tulajdonságot mutat. Emiatt több százféle ízanyagot tartalmazó élelmiszerek ízének mérése gyakorlatilag lehetetlen kémiai elemzési módszerekkel. Ezenkívül kölcsönhatások is felléphetnek különböző ízek és ízanyagok között (Tahara és Toko, 2013). Toko és munkatársai 1989-ben kérelmezték ízérezékelőjük szabadalmát, és kifejlesztettek egy többcsatornás elektródákkal felszerelt ízérezékelőt, lipid/polimer membránt használva az átalakítóhoz. Ezt az ízérezékelőt globális szelektivitású elektronikus nyelvnek tekintik (Tahara és Toko, 2013).

Az elektronikus nyelvek célja az élelmiszerek és italok megkülönböztetése és elemzése, továbbá jól ismertek olyan érzékelési technológiaként, amelyek nagyban hozzájárulnak a minőségirányításhoz. Winqvist és Lundström 1997-ben voltammetrikus elektronikus nyelvről számoltak be, majd kifejlesztettek egy hibrid elektronikus nyelvet a potenciometria, voltametria és vezetőképesség mérési technológiáinak kombinálásával.

A voltammetriás mérések során hat különböző típusú fémelektrodát használnak a mérőelektrodákhoz, így különböző potenciálválaszokat lehet kapni, a kapott adatok elemzésére és az élelmiszerek megkülönböztetésére a főkomponensanalízis (PCA) szolgál (Tahara és Toko, 2013).

Legin és munkatársai kalkogenid üvegen alapuló szilárd fázisú kristályos ionszelektív elektródákat alkalmaztak egy elektronikus nyelven. Példákat mutattak be rendszerük alkalmazására élelmiszerek és italok, például bor és ásványvíz elemzésére és minőségirányítására PCA alkalmazásával és neurális hálózati technikákkal végzett elemzéssel (Tahara és Toko, 2013).

### ***3.3.2. Az elektronikus nyelv gyakori típusai és működési elvei***

Az érzékelő tömb, azaz a szenzorok az elektronikus nyelv rendszer központi része. A szenzortömb különböző működési elvei szerint az elektronikus nyelvek a következő típusúak lehetnek: potenciometriás, voltammetriás és impedancia spektroszkópián alapuló (Jiang és munkatársai, 2018).

Potenciometriás elven alapú elektronikus nyelv: A potenciometrikus elektronikus nyelv úgy működik, hogy méri és elemzi a minták különböző elektródpotenciálját, a külső szenzormembrán határ és a referenciaelektrod között. Az érzékelőknek két típusa van: az

egyik többszörös lipidmembrán érzékelőket alkalmaz, referenciaelektroddal egy Ag/AgCl elektródot véve. Az ízérzékelő filmje és az ízanyagok közötti elektrosztatikus és hidrofób hatásokból eredő lipid membránpotenciál változásait a számítógép kimeneti terminálja érzékeli a jelgyűjtő eszközön keresztül. Az ion-szelektív elektródokon alapuló potenciometriai szenzorokkal felszerelt elektronikus nyelv bizonyos előnyökkel rendelkezik, beleértve a gyors reagálást, a reprodukálhatóságot, az egyszerű mérési beállítást. Potenciometriai szenzorok használhatók összetett élelmiszerminták osztályozására és elemzésére (Jiang és munkatársai, 2018).

A potenciometriai elven alapuló mérések fő hátránya azonban a hőmérsékletfüggés, továbbá az, hogy az oldat komponenseinek adszorpciója könnyen befolyásolja a membránpotenciált. Ezek a tényezők minimálisra csökkenthetők a hőmérséklet szabályozásával és az elektródok mosásával (Escuder- Gilabert és Peris, 2010).

A potenciometriai elven alapuló elektronikus nyelv legnyilvánvalóbb alkalmazása az élelmiszeriparban történő minőségellenőrzés, beleértve az ízértékelést, az ízfedő hatás minősítését, a különböző márkájú és típusú folyékony élelmiszerek (pl. sör, méz és teák) megkülönböztetését, valamint az olajok osztályozását. Emellett környezeti és ipari elemzésekben is alkalmazzák, például a vízszennyezettség monitorozásában (Jiang és munkatársai, 2018).

Voltametriai elven alapuló elektronikus nyelv: Ellentétben a potenciometriai technikákkal, a voltametriai műszerek elektródpotenciálját használják az elektrontranszfer reakció lebonyolítására, és az ebből eredő áramot mérik. A legegyszerűbb mérési beállítás három elektródot alkalmaz: referenciaelektrodot, munkaelektrodot és segédelektrodot. A munkaelektrodok általában fém csupasz elektródot vagy módosított elektródot használnak, amely rézből, nikkelből, palládiumból, ezüsből, ónból, titánból, cirkóniumból, aranyból, platinából és ródiumból áll (Winqvist és munkatársai, 2002).

A voltametriai elven alapuló elektronikus nyelv nagy érzékenységgel és szelektivitással használható többkomponensű méréshez magas jel-zaj aránnyal és alacsony érzékelési határértékkel. Ez a technika azonban csak olyan mintákra alkalmazható, ahol oxidációs-redukációs reakciók lépnek fel. Az elektródok felületének elszennyeződése csökkentheti az érzékenységet, valamint károkat okozhat az érzékelőkben (Winqvist, 2008).

A voltametriai elven alapuló elektronikus nyelv egyszerű felépítése miatt számos különféle ipari alkalmazásra alkalmas, mint például a cellulóz- és papíriparban, a tejiparban és a fermentációs iparban (Jiang és munkatársai, 2018).

Impedancia spektroszkópián alapuló elektronikus nyelv: Az elektrokémiai impedancia spektroszkópia alapja az, hogy az ultravékony filmekből készült impedanciaérzékelő egységek elektromos jellegüknek megfelelően fizikailag kölcsönhatásba lépnek az oldatban lévő mintával, ujjlenyomatot adva az oldatról. Az impedancia spektroszkópián alapuló elektronikus nyelv megfelelőbb módszer lehet a potenciometriás, valamint a voltammetriás elven alapuló elektronikus nyelvvel történő mérésekhez képest, a kísérleti egyszerűség, valamint a csökkentett válaszidő miatt. A módszert alkalmazzák az ásványvíz, a tea, a kávé és a vörösbor minőségi megkülönböztetésére (Jiang és munkatársai, 2018).

### **3.3.3. Elektronikus orr**

Az emberi orr által érzékelt illékony vegyületek nagy jelentőséggel bírnak az élelmiszerek, kozmetikumok és az élet számos más területe minőségének a jellemzésében. Ezért nem meglepő, hogy az évek során többször is megkíséreltek bevezetni olyan eszközöket, melyek hasonló elven működnek, mint az emberi orr. Ezek a rendszerek a legtöbb esetben nem helyettesítik, hanem inkább kiegészítik az illékony vegyületek szenzoros módszerekkel, továbbá hagyományos analitikai technikákkal végzett analízisét (Schaller és munkatársai, 1998). A „mesterséges orr” rendszer koncepcióját Persaud és Dodd javasolta 1982-ben a Warwicki Egyetemen.

Az ilyen rendszereknek gázérzékelőkre kell támaszkodniuk, amelyeket több mint 30 évvel ezelőtt fejlesztettek ki (Bartlett és munkatársai, 1993). Az 1990-es évek elején megjelent a „mesterséges” vagy „elektronikus orr” kifejezés, illetve számos kereskedelmi eszköz is elérhetővé vált. Idővel megkezdődtek a kiterjedtebb kutatások is, és lehetőség nyílt az alkalmazásuknak a tesztelésére is, különösen az élelmiszeriparban (Schaller és munkatársai, 1998).

Az elektronikus orr Gardner és Bartlett (1994) szerint egy olyan műszer, amely egy elektrokémiai érzékelő sorból és egy megfelelő mintafelismerő rendszerből áll, amely képes egyszerű vagy összetett szagok felismerésére.

Az elektronikus orr és az emlősök szaglórendszerének az egyetlen közös pontja az a funkciójuk. Az elektronikus orr az emlősök orrához hasonlóan érzékelők segítségével érzékeli a gázokat, amelyek jeleket küldenek egy felismerő szervnek, azaz az agynak vagy az elektronikus orr esetében egy számítógépnek. A működési elv, az érzékelők száma,

valamint az érzékenység és a szelektivitás azonban nagyon eltérő (Bartlett és munkatársai, 1997).

Az elektronikus orr rendszerének három fő komponensét különböztetjük meg, ide soroljuk a mintavételi egységet (amely tartalmazza a szenzorokat), a jelek feldolgozására alkalmas egységet és az egyszerű vagy összetett szagok azonosításához szükséges megfelelő mintafelismerő algoritmust. A különböző érzékelők különböző vegyületcsoportokra reagálnak érzékenyen, az emberi orrban található receptorokhoz hasonlóan.

A molekulák katalitikus reakcióit követő feltöltődési folyamatokon alapul a szenzorok működésének az alapja. A felszíni folyamatok változásokat idéznek elő a szenzor elektromos ellenállásában, de olyan esetek is vannak, amikor megváltoztatják vagy a dielektromos állandót, vagy a hőmérsékletet. A műszerben található szenzorok anyaga háromféle lehet: szervetlen kristályos vagy polikristályos anyagok (például félvezetők, fémoxidok), szerves anyagok és polimerek, továbbá biológiai anyagok (például fehérjék és enzimek). Az élelmiszeriparban az élelmiszer-vizsgálatokra specializált műszerek estében a szervetlen kristályos szenzorok a legelterjedtebbek (Kenesei, 2018). Ezek lehetnek:

- félvezető fémoxidok (MOS-szenzorok)
- félvezető fémoxid tranzisztorok (MOSFET-érzékelők)
- szerves polimer-vezetők (CP-szenzorok)
- piezoelektromos kristályok (QMB)

Fejlett rendszerek esetében egy berendezésen belül több szenzortípust alkalmaznak. Az élelmiszeriparban leginkább elterjedt szenzor a MOS és a MOSFET, ezek függenek a legkevésbé a pH és hőmérséklet változásától, és a jelenlévő nedvességtől. A fejlesztéseknek a célja, hogy minimalizálni tudják a hőmérséklet és a relatív páratartalom változásának a hatásait, és mellette az érzékenységet növelni tudják (Mielle és munkatársai, 2000). Hátránya azonban az, hogy pontos vegyületbeazonosítás, valamint komponens térkép nem készíthető az átfedéssel eltérő vegyületcsoportokra szenzitív érzékelők jelválaszai alapján. Az illatminták objektív módon történő összehasonlítására lehetőség van a kapott szenzorjelválaszok komplex összehasonlításával. A mérési eredmények kiértékeléséhez többváltozós statisztikai módszereket alkalmaznak (Kenesei, 2018).

Az elektronikus orr műszert az elmúlt egy-két évtizedben számos területen használták. Nemcsak az élelmiszeriparban, hanem kozmetikumok tesztelésében, hatósági vizsgálatokban és orvosi-biológiai méréseknél is alkalmazták. Az élelmiszeriparban számos vizsgálatra alkalmazzák, mint például nyersanyagok és késztermékek minőségellenőrzésére,



eltarthatósági vizsgálatokra, tárolás során lejátszódó folyamatok megfigyelésére, élelmiszerhamisítás felismerésre, fajtaazonosításra, frissesség és érettség követésére, valamint mikrobiális fertőzőtség kimutatására (Wilson és Baietto, 2009).

Szappanos Veronika Diplomadolgozat

## 4. Anyagok és módszerek

A diplomadolgozatom Zakariás Fanni Kíméletes tartósító eljárások hatása élelmiszeripatogén mikroorganizmusokra bogyós gyümölcsökben című doktori munkája részeként jött létre. Így a felhasznált alapanyagok kiválasztását, illetve az alkalmazott kezeléseket az ő doktori dolgozata adta alapul az én diplomadolgozatomhoz.

### 4.1. Felhasznált anyagok és a minta elkészítése

A vizsgálat során a minták előkészítéséhez gyorsfagyasztott szamócát, mandulatejet, banánt és avokádót használtam, ezeket kimértem, majd egy botmixerrel összeturmixoltam egy homogén, pürés állag elérése érdekében. Az elkészült mintákat polietilén tasakokba töltöttem, majd hegesztőgép segítségével lezártam.

### 4.2. Smoothie-minták HHP-, valamint kíméletes hőkezelése

A műanyag tasakokba töltött mintákat a holland Resato International B.V által gyártott FPU-100-2000 típusú nagy hidrosztatikus nyomású élelmiszer-tartósító berendezésben kezeltem (3. ábra).



3. ábra: Resato FPU-100-2000 típusú nagy hidrosztatikus nyomású élelmiszer-tartósító berendezés kezelőtere (Forrás: saját felvétel)

A nyomáskezelő berendezésnek két fő része van, a nyomásfokozó és a kezelőegység. Az alkalmazni kívánt nyomás, valamint a kezelés időtartama egyénileg beállítható. A rendszerhez egy számítógép van kapcsolva, amelyről a berendezés könnyen irányítható. A hőmérséklet, valamint nyomásértékek digitális rögzítésére is van lehetőség. Maximálisan 1000 MPa nyomást képes a berendezés előállítani, ami 10000 bar nyomást jelent. Egy kezelés alkalmával egyszerre körülbelül 2 liter térfogatú termék kezelhető. A kezelni kívánt mintákat kezelőtérben lévő nyomásátadó folyadékba kell helyezni (4. ábra).



**4. ábra:** Resato FPU-100-2000 típusú nagy hidrosztatikus nyomású élelmiszer-tartósító berendezés kezelőterébe helyezett minták (Forrás: saját felvétel)

Zakariás Fanni nagyszámú mikrobiológiai kísérleteinek az eredményei alapján kezeltem a mintákat 200 MPa-on 5 perces nyomáson tartási idővel.

A smoothie-minták hőkezelése vízfürdőben történt, 60 °C-on 10 percig (5. ábra). A víz hőmérsékletet egy hőmérővel, az időt pedig egy stopperóra segítségével ellenőriztem. A kezelés végeztével a mintákat jeges vízben hűtöttem le.



**5. ábra:** Smoothie-minták hőkezelése 60 °C-os vízfürdőben (Forrás: saját felvétel)

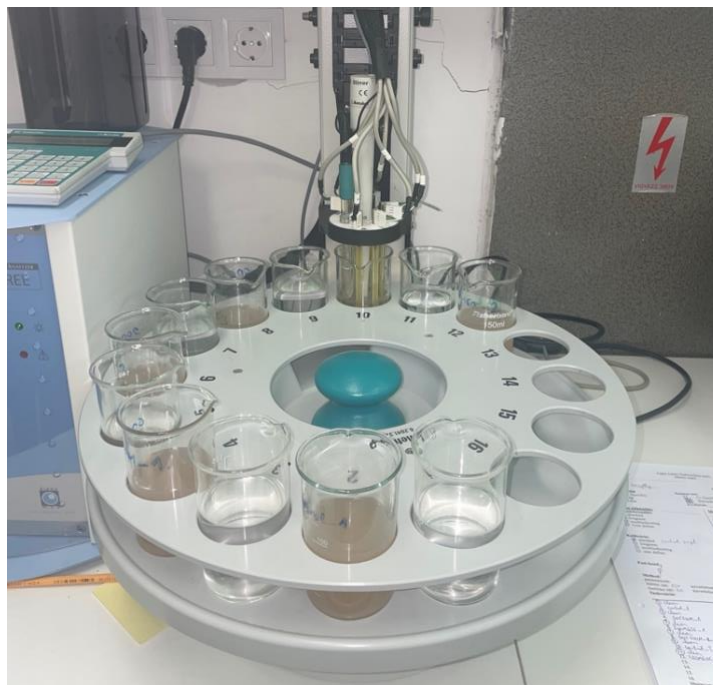
A minták kezelésének sorrendjét változtattam, így lett 60 °C-on hőkezelt, majd 200 MPa-on nyomáskezelt minta, valamint 200 MPa-on nyomáskezelt, ezután 60 °C-on hőkezelt minta. Az elkészült mintákat 14 napon át 6 °C- on hűtve tároltam, majd a tárolás letelte után nulla napos, friss mintákat készítettem, ugyanezzel a módszerrel. Így végül készült nulla napos 60 °C-on hőkezelt, majd 200 MPa-on nyomáskezelt minta, illetve ugyanezzel a módszerrel kezelt 14 napon át hűtve tárolt minta is. Továbbá készült nulla napos 200 MPa-on nyomáskezelt, ezután 60 °C-on hőkezelt minta, illetve ugyanennek a kezelésnek 14 napon át hűtve tárolt változata is. Kettő kezeletlen kontrollminta is készült, egy nulla napos, illetve egy 14 napig hűtve tárolt.

### **4.3. Smoothie-minták érzékszervi tulajdonságainak meghatározása**

#### **4.3.1. Elektronikus nyelv**

Az Alpha Astree elektronikus nyelv egy olyan feszültségmérésen alapuló műszer, amely az emberi nyelv működését másolja, és lehetővé teszi a komplex oldott szerves és szervetlen komponensek analízisét, felismerését és azonosítását. Az Alpha Astree típusú elektronikus nyelvet az Alpha M.O.S. cég dobta piacra, a munkám során ezzel a berendezéssel dolgoztam.

A műszer 7 darab keresztselektív szenzorból, továbbá egy Ag/AgCl referencia elektródból áll, amely a teljes ízanalízist végzi, az emberi nyelv ízreceptoraihoz hasonlóan. Továbbá a műszer tartalmaz még egy 16 pozíciós mintavevőt (6. ábra).



**6. ábra:** Alpha Astree elektronikus nyelv berendezés (Forrás: saját felvétel)

A keresztselektivitása abban nyilvánul meg a szenzorok esetében, hogy a szenzorok különböző szenzitivitással érzékenyek minden alapított adó kémiai komponensre, így a szenzorsor globális folyadék- és ízérzékelést biztosít, továbbá képes meghatározni a kölcsönhatások különböző fajtáit. A szenzorok kereszt-selektivitását a referencia Ag/AgCl elektródával szemben értékelik az 5 alapízre (Mednyánszky, 2012).

A mintavétel egy speciális, félvezető szenzorsor (ISFET) segítségével történik. A szenzorok aktív elektród felszínét egy szerves membránburkolat fedi. A membránburkolat eltérő mind a 7 szenzor esetében, így minden szenzor eltérő érzékenységet mutat a folyadékban oldott kémiai komponensekre (Kovács és munkatársai, 2010).

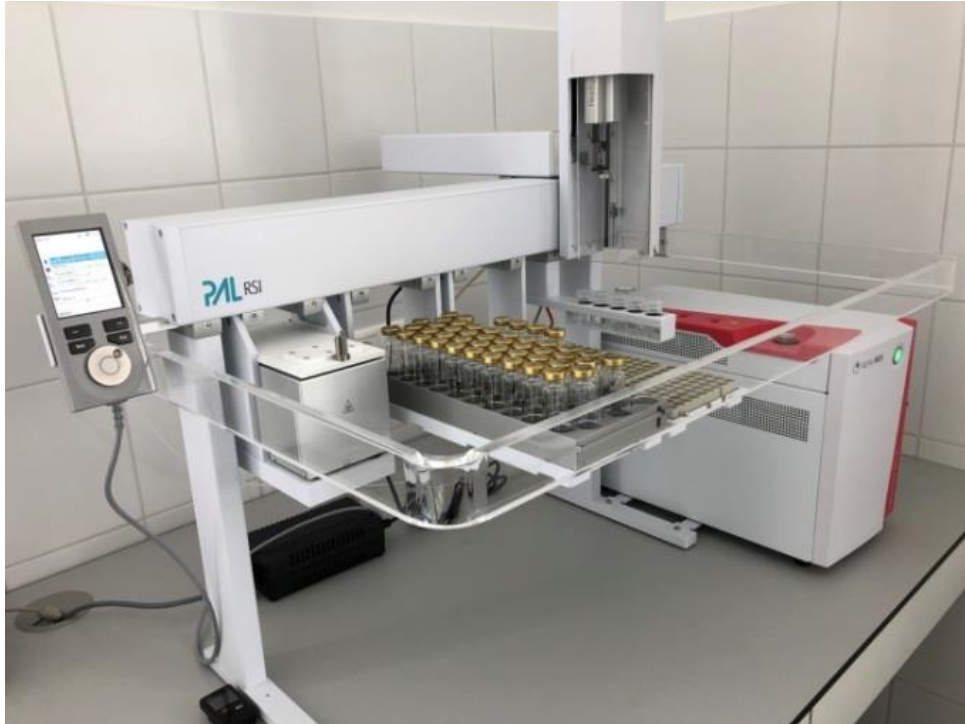
A vizsgálni kívánt folyadékmintákba egyszerre merül a szenzorsor és a referenciaelektród (Ag/AgCl). A köztük lévő potenciálkülönbséget mérve egy analóg-digitális (A/D) konverter segítségével továbbítjuk az adatokat a vezérlő szoftvert és a kiértékelő statisztikai programokat tartalmazó számítógépre (Kovács, 2012).

A mérés megkezdése előtt a minták előkészítését kellett elvégezni. A mintákból kimértem 10 grammot, majd 100 milliliteres lombikokban jelre töltöttem desztillált vízzel. Végül a mintákat átszűrtem először fémszűrőn, majd szűrőpapíron.

Ahhoz, hogy a műszer mérésre alkalmas legyen, minden mérés előtt előkondicionálást kell végezni a szenzorokon az átnedvesítés, valamint tisztítás végett. Ehhez a folyamathoz 0,01 N sósavoldatot kellett használni. Az előbb ismertetett lépést a kalibráció követte, amely egy általam előkészített kontrollmintával történt. Ennek célja az volt, hogy hozzászokjanak a szenzorok a mérendő mintákhoz. A következő lépés a mérési paraméterek beállítása volt. A mérés szobahőmérsékleten történt, mintánként 9 párhuzamos méréssel, a mérési idő 120 másodperc volt minden minta és ismétlés esetében. A mérési periódus alatt másodpercenként történt mintavétel. Minden minta mérését egy desztillált vízben történő tisztító fázis követte, amely 20 másodperces volt. A keverőelem fordulatszáma a minták esetében 4 volt, míg a tisztítófolyadék esetében 6 volt. Kovács (2012) megállapította, hogy a minták mérési sorrendje befolyásolhatja az elektronikus nyelv mérési eredményeit, így fontos, hogy a minták elhelyezkedése a szekvenciában véletlenszerű legyen. Az értékelés során a különböző szenzorjelek utolsó 10 másodpercének átlagát kellett felhasználni, mert itt állt be a mintára jellemző egyensúlyi állapotra a szenzorjel válasz. Az adatokat az SPSS statisztikai program segítségével többváltozós statisztikai módszerekkel értékeltem ki. Főkomponens analízist (PCA), valamint kanonikus diszkriminancia analízist (DCA) végeztem.

#### **4.3.2. Elektronikus orr**

A műszeres aromaprofil mérések egy Alpha MOS Heracles NEO elektronikus orr berendezéssel (Alpha MOS, Toulouse, Franciaország) az Adexgo Kft. herceghalmi telephelyén lettek elvégezve. A berendezés egy PAL-RSI (CTC Analytics AG, Zwingen, Svájc) automatikus mintakezelő egységgel felszerelt, két lángionizációs detektorral (FID) és csapdával rendelkező kétoszlopos ultragyors gázkromatográf. A berendezés a 20 ml-es, mágneses teflonkupakkal lezárt mintatárolókba helyezett, illékony komponenseket tartalmazó folyékony vagy szilárd minták fölött kialakuló gőztérből automata mintavevő egységgel vett mintát vizsgálja (7. ábra).



7. ábra: Alpha MOS Heracles NEO elektronikus orr berendezés (Forrás: saját felvétel)

Az elektronikus orr berendezéssel történő vizsgálat előtt a hat különböző smoothie-minta egyedi laboratóriumi azonosítót kapott. A mintákból kétszer  $2,0 \pm 0,1$  g lett kimérve 20 ml-es headspace üvegcsékbe, amelyek teflonkupakkal lettek lezárva.

A smoothie-minták  $40\text{ °C}$ -on, 20 percig lettek inkubálva, majd a gőztérből  $50\text{ °C}$ -ra előmelegített Hamilton-fecskendővel 5 ml gázminta lett az analizátorba injektálva.

A 6 smoothie-minta mindegyike 8-8 ismétlésben lett lemérve. A minták az elektronikus orral történő mérés megkezdéséig hűtőben ( $4\text{ °C}$ ) voltak tárolva. Majd a mérések megkezdése előtt a minták minimum 1 órával, de maximum 2 órával előbb fel lettek helyezve az automatikus mintaelőkészítő berendezésre.

Az elektronikus orr gázkromatográfiás egységének további paraméterei és beállításai a következők voltak: kolonnák típusai: Restek MXT-5 (10 m), Restek MXT-1701 (10 m) (Restek, Co., Bellefonte, PA, USA). A vivőgáz hidrogén, a vivőgáz sebessége 30 ml/perc, a csapda (trap) hőmérséklete  $30\text{ °C}$ , a felfűtés induló hőmérséklete  $40\text{ °C}$ , a felfűtés véghőmérséklete  $200\text{ °C}$ , a felfűtés sebessége  $2\text{ °C/s}$ . Az adatrögzítés ideje 110 s, az adatpontok távolsága 0,01 s, a mintagáz injektálási sebessége pedig  $125\text{ }\mu\text{l/s}$ .

A mérésekhez és a rögzített kromatogramok értékeléséhez az AlphaSoft vezérlő és adatelmző szoftvert használtuk. A mintákról felvett kromatogramokhoz C6-C16 alkánsor retenciós időin alapuló Kováts-féle retenciós indexet rendeltünk a program előírásai szerint.

Az adatok feldolgozása során a kromatogramokban megjelenő csúcsok Kováts-index szerinti helyét detektáltuk, majd az egyes csúcsok területét kiszámítottuk. A csúcsok helyzetét a továbbiakban szenzorként értelmeztük. A Kováts-indexszel azonosítható, adott illékony anyagot jelző szenzorhoz tartozó szagintenzitás értéket a csúcs alatti terület fejezte ki.

Az elektronikus orr által kapott adatokat az SPSS statisztikai program segítségével többváltozós statisztikai módszerekkel értékeltem ki. Főkomponens-analízist (PCA), illetve kanonikus diszkriminancia analízist (DCA) végeztem.

#### ***4.3.3. Érzékszervi bírálat***

Az általam készített smoothie-mintáknak az érzékszervi bírálatát a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Élelmiszertudományi és Technológiai Intézetében végeztem el. A mintákat egy előkészítő helyiségben készítettem. 20 bíráló minősítette a mintákat, azok érzékszervi tulajdonságai alapján. A kapott mintákat a következő szempontok szerint kellett rangsorolni:

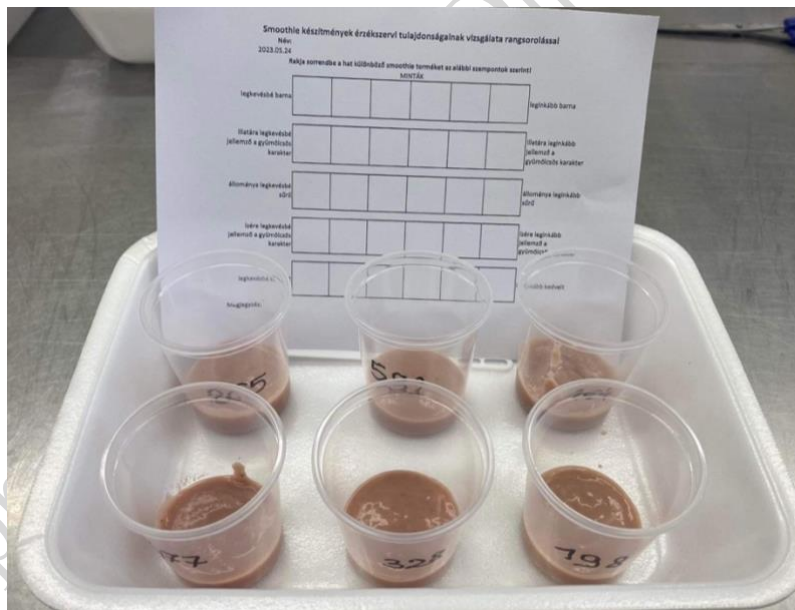
- legkevésbé barnától a leginkább barnáig
- legkevésbé gyümölcsös illattól a leginkább gyümölcsös jellegig
- legkevésbé sűrű állománytól a leginkább sűrű állományig
- legkevésbé gyümölcsös íztől a leginkább gyümölcsös karakterig
- legkevésbé kedveltől a leginkább kedvelt mintáig

A bírálói lapot a következő kettő ábra szemlélteti.



Smoothie készítmények érzékszervi tulajdonságainak vizsgálata rangsorolással						
Név: 2023.05.24						
Rakja sorrendbe a hat különböző smoothie terméket az alábbi szempontok szerint!						
MINTÁK						
legkevésbé barna	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	leginkább barna
illatára legkevésbé jellemző a gyümölcsös karakter	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	illatára leginkább jellemző a gyümölcsös karakter
állománya legkevésbé sűrű	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	állománya leginkább sűrű
ízére legkevésbé jellemző a gyümölcsös karakter	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	ízére leginkább jellemző a gyümölcsös karakter
legkevésbé kedvelt	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	leginkább kedvelt
Megjegyzés:						

8.ábra: Érzékszervi bírálatához készült bírálói lap



9. ábra: Érzékszervi bírálat során alkalmazott bírálói lap és minták (Forrás: saját felvétel)

A 9. és 10. ábrán továbbá láthatóak a kiporciózott minták is, melyek randomizált kódokkal lettek ellátva. Az alapreceptet két részletben kellett elkészíteni, az első adag minta 14 napos hűtve tárolás után lett kóstoltatva, a második adag pedig frissen, a kóstolás napján lett elkészítve. Így a bírálók kóstoltak friss és 14 napon át hűtve tárolt kontroll-, 60 °C-on

hőkezelt, majd 200 MPa-on nyomáskezelt, valamint 200 MPa-on nyomáskezelt, ezután 60 °C-on hőkezelt mintát is.



10. ábra: Érzékszervi bírálathoz elkészített, bekódolt minták (Forrás: saját felvétel)

#### 4.3.3. Alkalmazott statisztikai módszerek ismertetése

Az elektronikus nyelv és az elektronikus orr mérési adatainak értékelésére főkomponens-analízist, valamint kanonikus diszkriminancia -analízist alkalmaztam.

A főkomponens-analízis egy nem felügyelt, lineáris módszer, amellyel megállítható, hogy kialakulnak-e a megfigyelési egységek között természetes módon csoportok. A kiindulási adatmátrix dimenziójának csökkentését úgy végzi el, hogy közben a teljes adatmátrixot nagyjából jól reprezentálható, kisszámú háttérváltozó segítségével írja le. Ehhez olyan irányokat keres a változók által kijelölt sokdimenziós térben, amelyeknek az irányában a mérési eredmények varianciája a legnagyobb (Hartyáni, 2012).

A diszkriminancia-analízis egy többváltozós módszer, ennek a segítségével függő változó kategóriái szerint az esetek kategorizálását végezhetjük el. Majd be tudjuk azonosítani azokat a tényezőket, amelyek szignifikánsan megkülönböztetik a két vagy több vizsgált csoportot. A kanonikus diszkriminancia-analízis (CDA) az egyik leggyakrabban alkalmazott parametrikus osztályozási eljárás. A CDA lényege, hogy megkeresse a különböző csoportok, tehát a vizsgált minták közötti legnagyobb különbséget mutató irányokat. Ezek a diszkriminációs függvények. Az első függvény megmutatja azt az irányt, ahol leginkább elkülönülnek a csoportok. A további függvények merőlegesek egymásra. A diszkriminancia-függvényeknek van saját értékük, amely megmutatja az adott diszkriminancia-függvény relatív fontosságát a függő változó eseteinek osztályozásánál (Hartyáni, 2012).

Az érzékszervi bírálat során kapott eredményekből többszörös összehasonlítási eljárást alkalmaztam a rangsorolt adatok elemzéséhez.

A rangsorolt adatok elemzésére szolgáló többszörös összehasonlítási eljárás táblázatos formában áll rendelkezésre a szignifikancia gyors meghatározása érdekében. A rangsorolt adatok összegyűjtése és sorrendbe állítása után a rangösszegek közötti legnagyobb különbséget összehasonlítják a rangösszegek közötti különbségek kritikus értékeivel a szignifikancia meghatározása érdekében. Ha szignifikáns eltérés lép fel, akkor célszerű többszörös összehasonlítást végezni, hogy meghatározzuk a szignifikanciát az összes páronkénti összehasonlítás között. Ha egy minta rangösszegeinek különbsége egy másik mintához képest egyenlő vagy meghaladja a meghatározott kritikus értéket, akkor megállapítható, hogy a minták jelentősen eltérnek egymástól (Christensen és munkatársai, 2006).

Szappanos Veronika Diplomadolgozat

## 5. Eredmények és kiértékelésük

### 5.1. Mesterséges érzékszervek eredményei

#### 5.1.1. Elektronikus nyelv eredmények

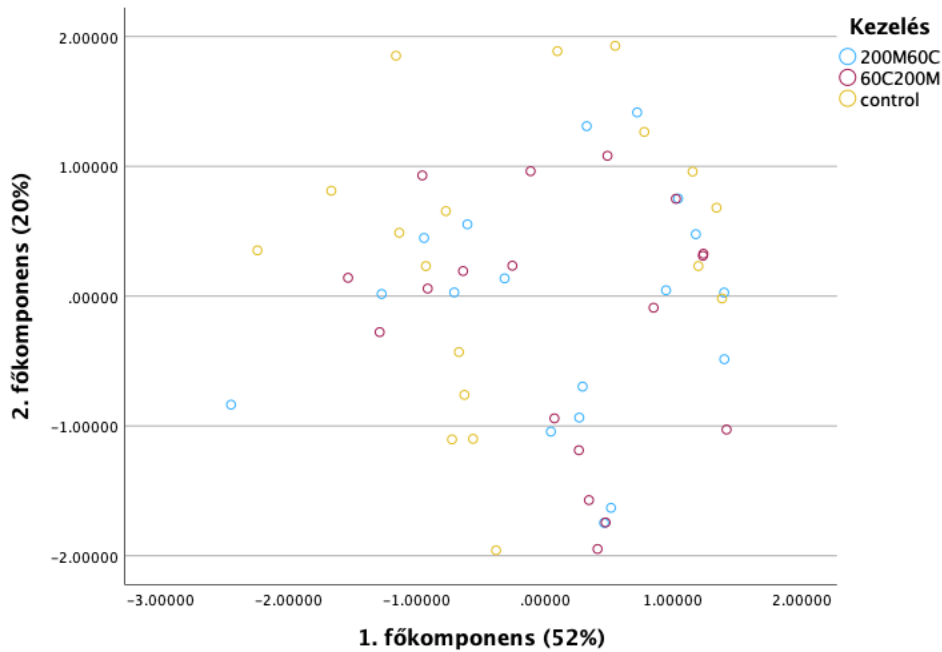
A főkomponens-analízis elvégzése során látható, hogy a 7 eredeti változó adatait bele lehet tömöríteni 3 változóba, ez a három változó a teljes variancia 88%-át magyarázza. Az első főkomponens a variancia 52%-át magyarázza, a második főkomponens pedig a variancia 20%-át (11. ábra).

Component	Total	Initial Eigenvalues		Extraction Sums of Squared Loadings		
		% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	3.669	52.419	52.419	3.669	52.419	52.419
2	1.422	20.320	72.739	1.422	20.320	72.739
3	1.063	15.182	87.921	1.063	15.182	87.921
4	.699	9.988	97.909			
5	.127	1.811	99.721			
6	.017	.238	99.958			
7	.003	.042	100.000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

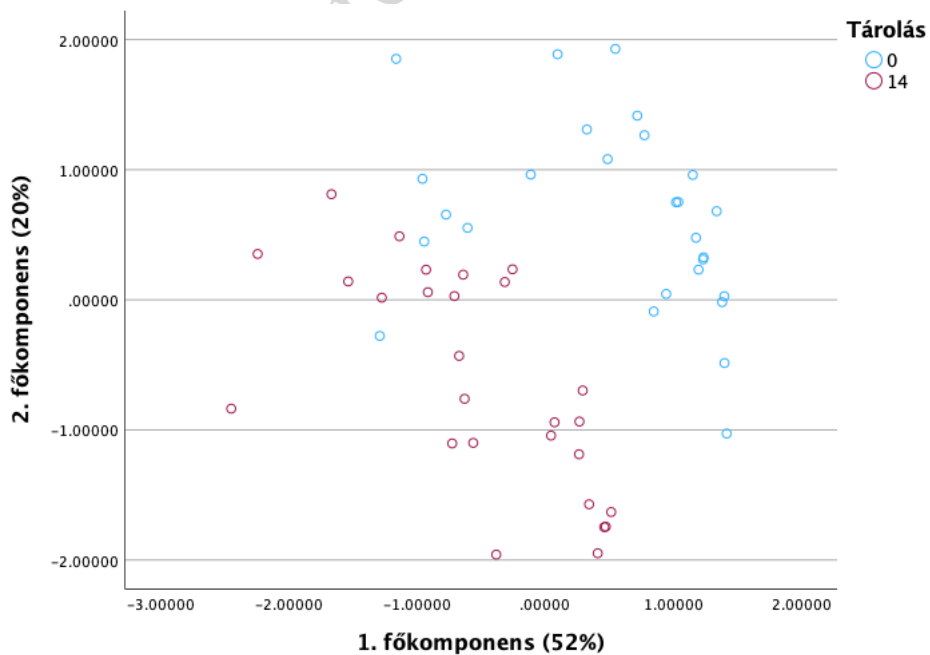
**11. ábra:** Elektronikus nyelv mérési adatainak főkomponens-analízise során kapott szórásfelbontás

A 12. ábrán a különböző kezelések figyelhetőek meg. Jól látható, hogy csoportok nem alakultak ki, így kezelések alapján nem lehet őket elkülöníteni.



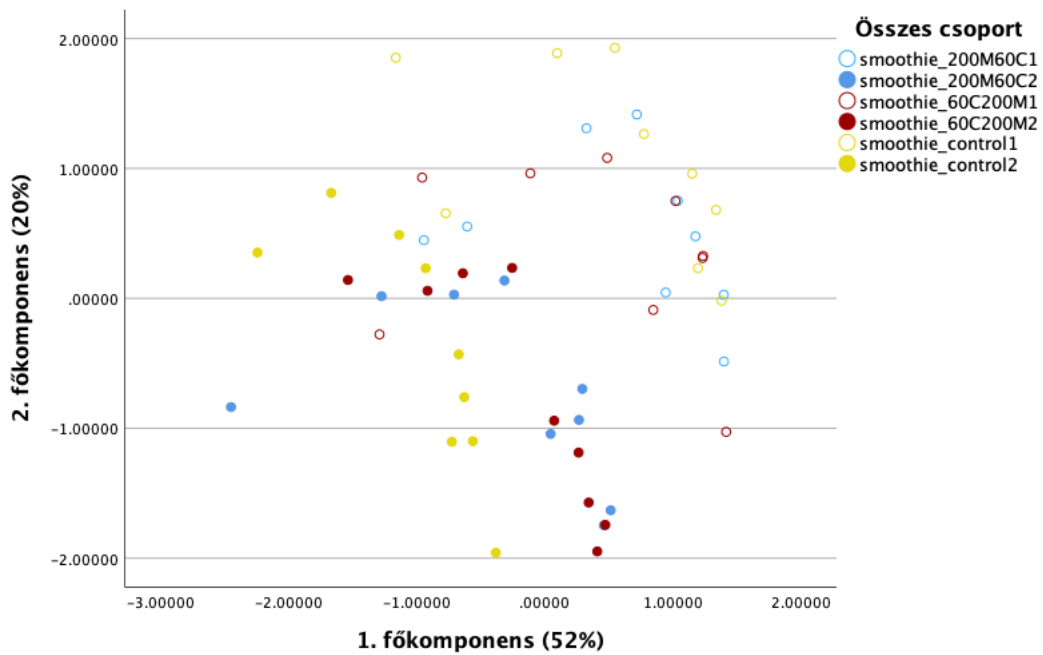
12. ábra: Főkomponenstérkép kezelésekre szűkítve, elektronikus nyelvvel történő mérés esetében

Az alábbi (13.) ábrán látható a nulla napos, valamint 14 napos tárolás eredményének főkomponenstérképe. Megfigyelhető, hogy a különböző ideig tárolt minták csoportjai az első főkomponens mentén jól láthatóan elkülönülnek, némi átfedéssel.



13. ábra: Főkomponenstérkép tárolási időre szűkítve, elektronikus nyelvvel történő mérés esetében

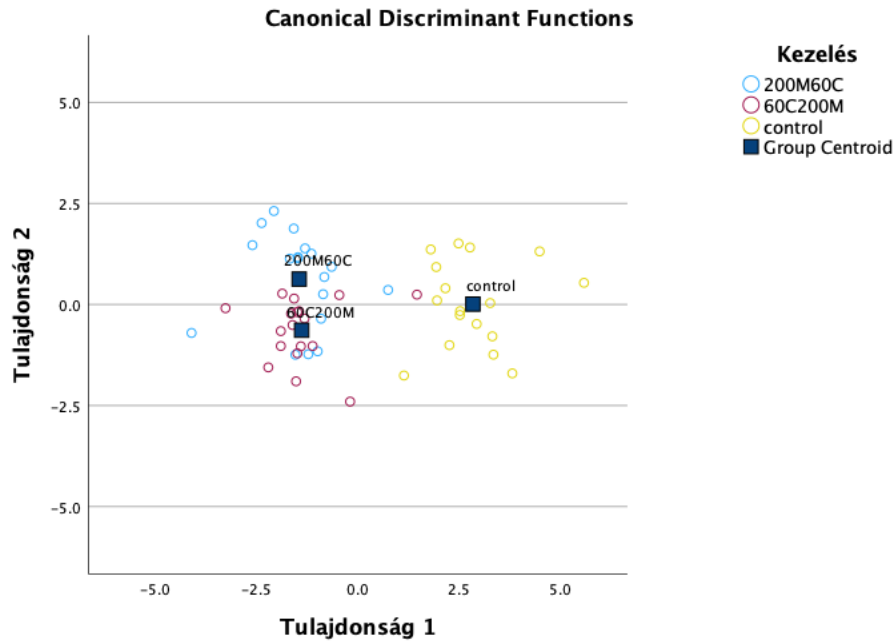
A 14. ábra összesítve szemlélteti a különböző kezeléseken átesett és különböző tárolási ideig tárolt mintákat.



14. ábra: Főkomponenstérkép összes mint esetében, elektronikus nyelvvel történő mérés során

A továbbiakban a kanonikus diszkriminancia-analízissel történő kiértékelés eredményeit szeretném bemutatni.

Különböző kezeléseket vizsgálva a kanonikus diszkriminancia-analízis azt az eredményt mutatta, hogy a csoportok között minimális távolság van, a csoportokat el lehet különíteni egymástól (15. ábra). Látható, hogy a kontrollminták jobban elkülönültek a kezelt mintáktól.



**15. ábra:** Kanonikus diszkriminancia-analízis grafikus ábrázolása kezelésekre szűkítve, elektronikus nyelvvel történő mérés során

A tévesztési mátrix (16. ábra) modellalkotási eredménye 79,6%-os eredményt adott, a keresztvalidáció jósága pedig 75,9%-os volt. Ezek azt jelzik, hogy milyen pontossággal soroltuk vissza a mintákat a nekik megfelelő csoportba, ezzel ellenőrizhető a módszer robusztussága, azaz a megbízhatósága.

Jól látható az eredetileg csoportosított minták esetében, hogy a kontrollminta egyszer sem lett beletévesztve a kezelt minták csoportjába. Azonban a kezelt minták esetében minimális tévesztés történt. Néhány 200 MPa-on, majd 60 °C-on kezelt minta bele lett tévesztve a 60 °C-on, majd 200 MPa-on kezelt csoportba és a kontrollcsoportba, és ugyanígy néhány 60 °C-on, majd 200 MPa-on kezelt minta is bele lett tévesztve a többi két csoportba. Ez alapján elmondható, hogy bár kíméletes kezelés lett alkalmazva, az elektronikus nyelv így is megtudta különböztetni a kezeletlen kontrollmintákat a kezelt mintáktól, függetlenül attól, hogy hány napig lettek tárolva.

Mivel a keresztvalidáció az eredetileg csoportosított minták eredményéhez képest minimális csökkenést mutat, így elmondható, hogy a modellem robusztus.

### Classification Results<sup>a,c</sup>

		Predicted Group Membership			Total	
		k_kez	200M60C	60C200M		control
Original	Count	200M60C	12	5	1	18
		60C200M	4	13	1	18
		control	0	0	18	18
	%	200M60C	66.7	27.8	5.6	100.0
		60C200M	22.2	72.2	5.6	100.0
		control	.0	.0	100.0	100.0
Cross-validated <sup>b</sup>	Count	200M60C	12	5	1	18
		60C200M	5	12	1	18
		control	0	1	17	18
	%	200M60C	66.7	27.8	5.6	100.0
		60C200M	27.8	66.7	5.6	100.0
		control	.0	5.6	94.4	100.0

- a. 79.6% of original grouped cases correctly classified.  
 b. Cross validation is done only for those cases in the analysis. In cross validation, each case is classified by the functions derived from all cases other than that case.  
 c. 75.9% of cross-validated grouped cases correctly classified.

**16. ábra:** Kanonikus diszkriminancia-analízis tévesztési mátrixa, kezelésekre szűkítve, elektronikus nyelvvel történő mérés során

Tárolási idő esetében a tévesztési mátrix (17.ábra) modellalkotási jósága 100%, illetve a keresztvalidáció jósága is 100%. Ez azt jelenti, hogy a minták 100%-os pontossággal lettek visszazsorolva a számukra megfelelő csoportokba, tehát a 0 napos mintákat teljesen el lehet különíteni a 14 napig tárolt mintáktól.

### Classification Results<sup>a,c</sup>

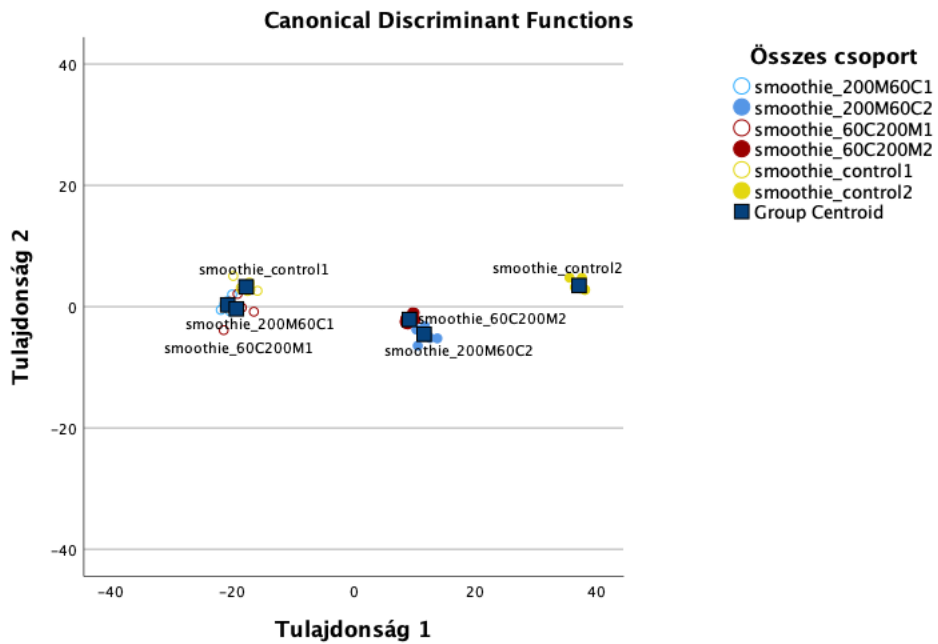
		Predicted Group Membership		Total	
		k_tar	0		14
Original	Count	0	27	0	27
		14	0	27	27
	%	0	100.0	.0	100.0
		14	.0	100.0	100.0
Cross-validated <sup>b</sup>	Count	0	27	0	27
		14	0	27	27
	%	0	100.0	.0	100.0
		14	.0	100.0	100.0

- a. 100.0% of original grouped cases correctly classified.  
 b. Cross validation is done only for those cases in the analysis. In cross validation, each case is classified by the functions derived from all cases other than that case.  
 c. 100.0% of cross-validated grouped cases correctly classified.

**17. ábra:** Kanonikus diszkriminancia-analízis tévesztési mátrixa tárolási időre szűkítve, elektronikus nyelvvel történő mérés során



A tárolást, illetve a kezelések hatásait együttesen vizsgálva a 18. ábra alapján is megállapítható, hogy az nulla napos minták jól elkülöníthetők a 14 napon át tárolt mintáktól. A kezeletlen 14 napos kontrollminta helyezkedik el a legmesszebb a nulla napos kontrollmintától, a kezelt minták közelebb vannak hozzá, és mivel a cél az, hogy a kezelt minták megőrizze a termék eredeti tulajdonságait, így ez egy relatív jó eredménynek mondható.



**18. ábra:** Kanonikus diszkriminancia-analízis grafikus ábrázolása összes minta esetében, elektronikus nyelvvel történő mérés során

A tévesztési mátrix (19. ábra) a modellalkotás során azt az eredményt hozta, hogy 94,4%-os helyességgel képes az összes mintát megfelelően besorolni. Jól látható, hogy a nulla napos 60 °C-on, majd 200 MPa-on kezelt mintákat tévesztette el három esetben, ezen kívül az összes mintát 100%-osan sorolta be a modell. A keresztvalidáció jósága lecsökkent 81,5%-ra, azaz a mintákat itt már nehezebben sorolta vissza a megfelelő csoportba a modell, ami az esetben jó, mert azt eredményezi, hogy a különböző kezeléseket nem egyszerű megkülönböztetni.

**Classification Results<sup>a,c</sup>**

	k_csop	Predicted Group Membership						Total	
		smoothie_200 M60C1	smoothie_200 M60C2	smoothie_60C 200M1	smoothie_60C 200M2	smoothie_cont rol1	smoothie_cont rol2		
Original	Count	smoothie_200M60C1	9	0	0	0	0	0	9
		smoothie_200M60C2	0	9	0	0	0	0	9
		smoothie_60C200M1	2	0	6	0	1	0	9
		smoothie_60C200M2	0	0	0	9	0	0	9
		smoothie_control1	0	0	0	0	9	0	9
	smoothie_control2	0	0	0	0	0	9	9	
	%	smoothie_200M60C1	100.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.0
		smoothie_200M60C2	.0	100.0	.0	.0	.0	.0	100.0
		smoothie_60C200M1	22.2	.0	66.7	.0	11.1	.0	100.0
		smoothie_60C200M2	.0	.0	.0	100.0	.0	.0	100.0
smoothie_control1		.0	.0	.0	.0	100.0	.0	100.0	
smoothie_control2	.0	.0	.0	.0	.0	100.0	100.0		
Cross-validated <sup>b</sup>	Count	smoothie_200M60C1	5	0	3	0	1	0	9
		smoothie_200M60C2	0	8	0	1	0	0	9
		smoothie_60C200M1	3	0	5	0	1	0	9
		smoothie_60C200M2	0	0	0	9	0	0	9
		smoothie_control1	1	0	0	0	8	0	9
	smoothie_control2	0	0	0	0	0	9	9	
	%	smoothie_200M60C1	55.6	.0	33.3	.0	11.1	.0	100.0
		smoothie_200M60C2	.0	88.9	.0	11.1	.0	.0	100.0
		smoothie_60C200M1	33.3	.0	55.6	.0	11.1	.0	100.0
		smoothie_60C200M2	.0	.0	.0	100.0	.0	.0	100.0
smoothie_control1		11.1	.0	.0	.0	88.9	.0	100.0	
smoothie_control2	.0	.0	.0	.0	.0	100.0	100.0		

a. 94.4% of original grouped cases correctly classified.

b. Cross validation is done only for those cases in the analysis. In cross validation, each case is classified by the functions derived from all cases other than that case.

c. 81.5% of cross-validated grouped cases correctly classified.

**19. ábra:** Kanonikus diszkriminancia-analízis tévesztési mátrixa összes minta esetében, elektronikus nyelvvel történő mérés során

### 5.1.2. Elektronikus orr eredmények

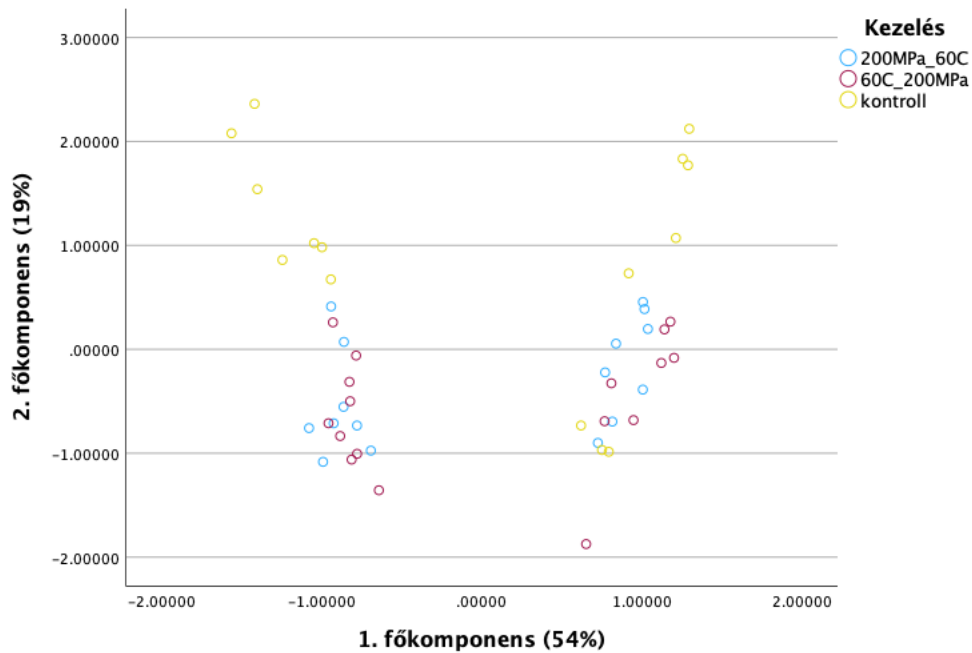
Az elektronikus orr esetében a főkomponens-analízis elvégzése után azt az eredményt kaptam, hogy a 51 eredeti változó adatait képes 6 változó magyarázni. Ez a 6 változó leírja a teljes variancia 94%-át. Esetemben az első főkomponens a variancia 54%-át magyarázza, a második főkomponens pedig a variancia 19%-át (20. ábra).

**Total Variance Explained**

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	27.664	54.244	54.244	27.664	54.244	54.244
2	9.533	18.692	72.936	9.533	18.692	72.936
3	4.029	7.900	80.836	4.029	7.900	80.836
4	3.279	6.429	87.264	3.279	6.429	87.264
5	2.525	4.950	92.215	2.525	4.950	92.215
6	1.028	2.016	94.231	1.028	2.016	94.231
7	.937	1.836	96.067			
8	.459	.901	96.968			

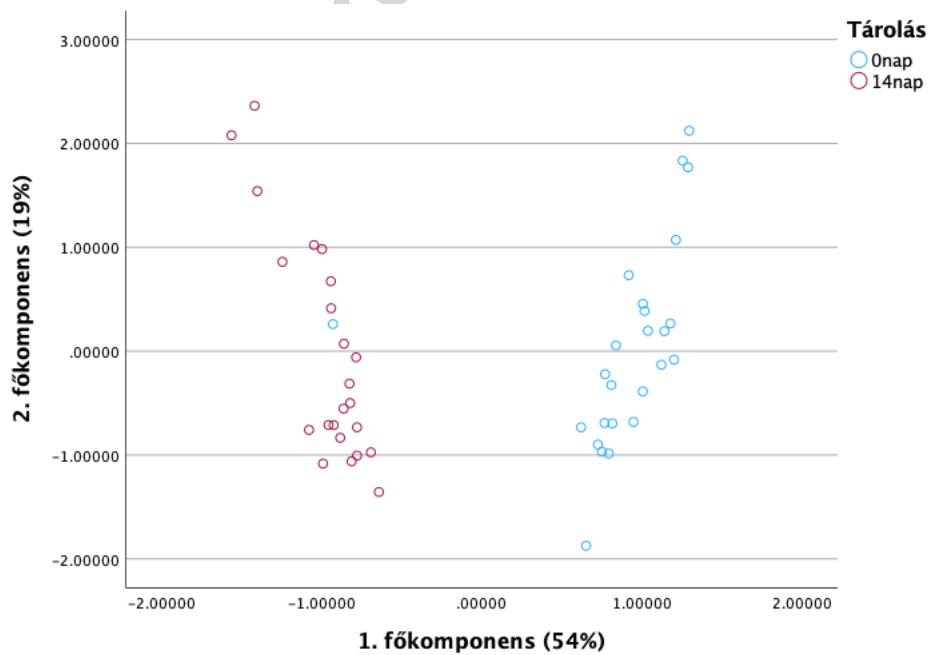
**20. ábra:** Elektronikus orr mérési adatainak főkomponens-analízise során kapott szórás-felbontás

Elektronikus orral történő mérés során sem látható különösebb eltérés a főkomponens-térképen a kezelések között a csoportoknál (21. ábra).



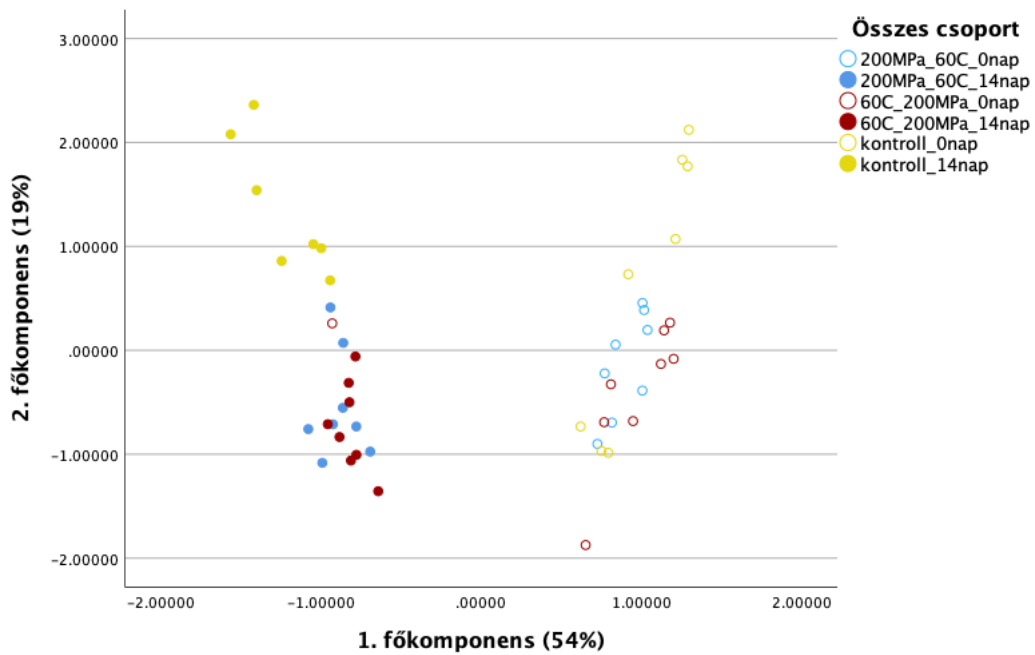
21. ábra: Főkomponens térkép kezelésekre szűkítve, elektronikus orral történő mérés esetében

A tárolás hatására bekövetkező változások az elektronikus orr eredményei alapján is szépen elkülönülnek az első főkomponens mentén, ezt az alábbi ábra szemlélteti.



22. ábra: Főkomponens térkép tárolási időre szűkítve, elektronikus orral történő mérés esetében

Az összes csoport együtt a 23. ábrán van feltüntetve, itt is jól látható a tárolási idő szerinti elkülönülés.

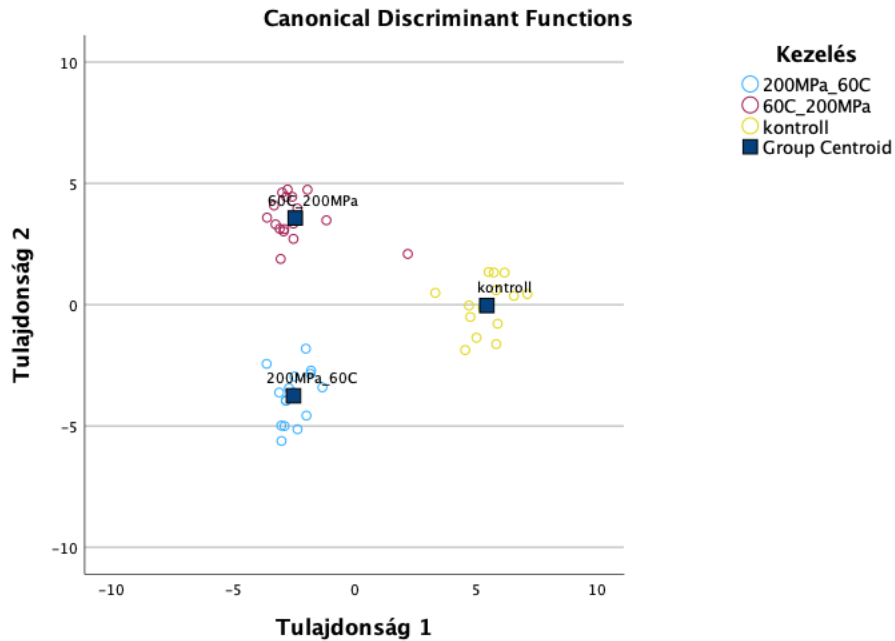


23. ábra: Főkomponenstérkép összes minta esetében, elektronikus orral történő mérés során

Alábbiakban a kanonikus diszkriminancia-analízissel történő kiértékelés eredményeit ismertetem.

A kanonikus diszkriminancia-analízis eredményeit különböző kezelések esetében a 24. ábra mutatja.

Megfigyelhető, hogy a csoportok közötti távolság nagy, a csoporton belüli távolság azonban kicsi, a centrum körül csoportosulnak. Ez alapján megállapítható, hogy a csoportképzés sikeres, mert a minták elkülönülnek egymástól. Azonban ez azt jelenti, hogy az elektronikus orr teljesen meg tudta különböztetni a különböző kezeléseken átesett mintákat, tehát az érzékszervi tulajdonságai a kezelt mintáknak nagyban eltértek a kontrollmintától.



24. ábra: Kanonikus diszkriminancia-analízis grafikus ábrázolása kezelésekre szűkítve, elektronikus orral történő mérés során

A tévesztési mátrix (25. ábra) modellalkotási eredményei 97,9%-os eredményt adtak, egy kivétellel minden kezelést be tudott azonosítani a megfelelő helyre. A keresztvalidáció értéke pedig 89,6%, ami nem nagy eltérés az eredeti csoportosításhoz képest. Úgyszintén elmondható, hogy az elektronikus orr szépen meg tudta különböztetni a különböző kezeléseken átesett mintákat, függetlenül a tárolástól.

#### Classification Results<sup>a,c</sup>

		kezelés	Predicted Group Membership			Total
			200MPa_60C	60C_200MPa	kontroll	
Original	Count	200MPa_60C	16	0	0	16
		60C_200MPa	0	16	1	17
		kontroll	0	0	15	15
	%	200MPa_60C	100.0	.0	.0	100.0
		60C_200MPa	.0	94.1	5.9	100.0
		kontroll	.0	.0	100.0	100.0
Cross-validated <sup>b</sup>	Count	200MPa_60C	15	1	0	16
		60C_200MPa	1	15	1	17
		kontroll	1	1	13	15
	%	200MPa_60C	93.8	6.3	.0	100.0
		60C_200MPa	5.9	88.2	5.9	100.0
		kontroll	6.7	6.7	86.7	100.0

a. 97.9% of original grouped cases correctly classified.

b. Cross validation is done only for those cases in the analysis. In cross validation, each case is classified by the functions derived from all cases other than that case.

c. 89.6% of cross-validated grouped cases correctly classified.

25. ábra: Kanonikus diszkriminancia-analízis tévesztési mátrixa, kezelésekre szűkítve, elektronikus orral történő mérés során

Tárolási idő esetében a tévesztési mátrix (26. ábra) modellalkotási jósága 100%, a keresztvalidáció jósága pedig 93,8%. Tehát a minták tárolási idő szempontjából is jól elkülöníthetőek voltak az elektronikus orr számára és mivel a keresztvalidáció minimálisan csökkent csak az eredetileg csoportosított minták eredményéhez képest, így megállapítható, hogy a modellem robosztus, azaz megbízható eredményeket mutat.

### Classification Results<sup>a,c</sup>

		Predicted Group Membership			Total
		tárolás	0nap	14nap	
Original	Count	0nap	25	0	25
		14nap	0	23	23
	%	0nap	100.0	.0	100.0
		14nap	.0	100.0	100.0
Cross-validated <sup>b</sup>	Count	0nap	24	1	25
		14nap	2	21	23
	%	0nap	96.0	4.0	100.0
		14nap	8.7	91.3	100.0

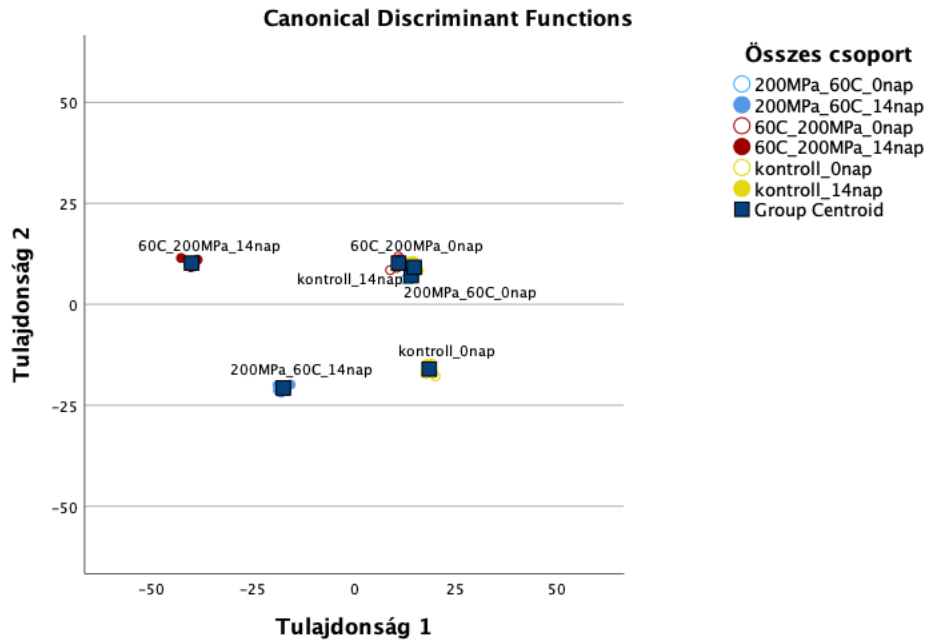
a. 100.0% of original grouped cases correctly classified.

b. Cross validation is done only for those cases in the analysis. In cross validation, each case is classified by the functions derived from all cases other than that case.

c. 93.8% of cross-validated grouped cases correctly classified.

**26. ábra:** Kanonikus diszkriminancia-analízis tévesztési mátrixa tárolási időre szűkítve, elektronikus orral történő mérés során

Az összes változtatandó paraméter, azaz a tárolás, illetve a kezelések hatásai együttesen a 27. ábrán vannak feltüntetve. Ez alapján elmondható, hogy a kettő kezelt és 14 napon át tárolt minta különül el a legjobban. A kettő kezelt nulla napos minta, valamint a kontroll 14 napos minta viszonylag közel helyezkednek el egymáshoz, míg a kontroll nulla napos minta ismét jól elkülönül.



**27. ábra:** Kanonikus diszkriminancia-analízis grafikus ábrázolása összes minta esetében, elektronikus orral történő mérés során

Az alábbi ábrán látható, hogy a modellalkotás jósága 100% lett, tehát minden mintát vissza tudott a modell sorolni a helyére, a keresztvalidáció jósága pedig 95,8% lett. A keresztvalidáció eredményeit vizsgálva megfigyelhető, hogy egy 200 MPa-on, majd 60 °C-on kezelt nulla napos minta bele lett tévesztve a nulla napos 60 °C-on, majd 200 MPa-on kezelt csoportba, illetve egy 60 °C-on, majd 200 MPa-on kezelt nulla napos minta lett beletévesztve egy 14 napos kontrollmintába. A modellem robosztus, megbízható eredményeket kaptam, így elmondható, hogy a minták érzékszervileg elkülöníthetők egymástól.

**Classification Results<sup>a,c</sup>**

		összes		Predicted Group Membership				Total		
		200MPa_60C_0nap	200MPa_60C_14nap	60C_200MPa_0nap	60C_200MPa_14nap	kontroll_0nap	kontroll_14nap			
Original	Count	200MPa_60C_0nap	8	0	0	0	0	0	8	
		200MPa_60C_14nap	0	8	0	0	0	0	8	
		60C_200MPa_0nap	0	0	9	0	0	0	9	
		60C_200MPa_14nap	0	0	0	8	0	0	8	
		kontroll_0nap	0	0	0	0	8	0	8	
		kontroll_14nap	0	0	0	0	0	7	7	
		%	200MPa_60C_0nap	100.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.0
			200MPa_60C_14nap	.0	100.0	.0	.0	.0	.0	100.0
			60C_200MPa_0nap	.0	.0	100.0	.0	.0	.0	100.0
			60C_200MPa_14nap	.0	.0	.0	100.0	.0	.0	100.0
kontroll_0nap	.0		.0	.0	.0	100.0	.0	100.0		
kontroll_14nap	.0		.0	.0	.0	.0	100.0	100.0		
Cross-validated <sup>b</sup>	Count		200MPa_60C_0nap	7	0	1	0	0	0	8
		200MPa_60C_14nap	0	8	0	0	0	0	8	
		60C_200MPa_0nap	0	0	8	0	0	1	9	
		60C_200MPa_14nap	0	0	0	8	0	0	8	
		kontroll_0nap	0	0	0	0	8	0	8	
		kontroll_14nap	0	0	0	0	0	7	7	
		%	200MPa_60C_0nap	87.5	.0	12.5	.0	.0	.0	100.0
			200MPa_60C_14nap	.0	100.0	.0	.0	.0	.0	100.0
			60C_200MPa_0nap	.0	.0	88.9	.0	.0	11.1	100.0
			60C_200MPa_14nap	.0	.0	.0	100.0	.0	.0	100.0
kontroll_0nap	.0		.0	.0	.0	100.0	.0	100.0		
kontroll_14nap	.0		.0	.0	.0	.0	100.0	100.0		

a. 100.0% of original grouped cases correctly classified.

b. Cross validation is done only for those cases in the analysis. In cross validation, each case is classified by the functions derived from all cases other than that case.

c. 95.8% of cross-validated grouped cases correctly classified.

**28. ábra:** Kanonikus diszkriminancia-analízis tévesztési mátrixa összes minta esetében, elektronikus orral történő mérés során

## 5.2. Érzékszervi bírálat eredmények

A bírálók által adott egyéni eredményeket átalakítottam rangsorszámokká. Majd a rangsor alapján kiszámításra került a különböző kezelési csoportok közötti páros különbség, mindegyik tulajdonság esetében.

A Christensen és munkatársai (2006) által feltüntetett táblázatokból leolvasható volt, hogy esetemben, azaz 20 bíráló és 6 minta esetében 90%-os szignifikanciaszinten ( $P=0.10$ ) a kötelező különbségnek 30-nak kell lennie, 95%-os szignifikanciaszinten ( $P=0.05$ ) kötelező különbség 33, továbbá 99%-os szignifikancia szinten ( $P=0.01$ ) a kötelező különbségnek 39-nek kell lennie. Így ez alapján megállapítható, hogy van-e szignifikáns eltérés a minták között.

A bírálók által adott érzékszervi eredmények alapján, a minták állományának vizsgálata esetében jól látható az 5. táblázatban, hogy a kontroll 2 hetes minta tért el szignifikánsan



leginkább a többi mintától, illetve ennek a mintának lett a rangsorösszege a legmagasabb. Tehát elmondható, hogy a bírálók nagy része ezt a mintát tartotta a leginkább sűrűnek.

**5. táblázat:** Érzékszervi bírálat során kapott rangsorszámok összegei közötti különbségek, smoothie-minták állománya esetében

Állomány	kontroll 0.nap	kontroll 2 hét	60 °C/200 MPa 0.nap	60 °C/200 MPa 2 hét	200 MPa/60°C 0.nap	200 MPa/60 °C 2 hét
<b>rangsor összege</b>	<b>60</b>	<b>115</b>	<b>47</b>	<b>67</b>	<b>47</b>	<b>84</b>
<b>kontroll 0.nap</b>		55	13	7	13	24
<b>kontroll 2 hét</b>			68	48	68	31
<b>60 °C/200 MPa 0.nap</b>				20	0	37
<b>60 °C/200 MPa 2 hét</b>					20	17
<b>200 MPa/60 °C 0.nap</b>						37
<b>200 MPa/60 °C 2 hét</b>						

A 6. táblázat ismereti, hogy 90%-os szignifikanciaszinten ( $P=0.10$ ), 95%-os szignifikanciaszinten ( $P=0.05$ ) és 99%-os szignifikanciaszinten ( $P=0.01$ ) melyik minták különböznek egymástól. Megállapítható a táblázat alapján, hogy mely csoportok térnek el szignifikánsan egymástól és mely csoportok között vannak kapcsolatok, azaz nem térnek el egymástól szignifikánsan. Jól látható itt is, hogy a kontroll 2 hetes minta teljesen elkülönül a többi mintától, 90%-os szignifikanciaszinten szignifikáns különbség lép fel. Valamint a kontroll 2 hetes minta 95%-os és 99%-os szignifikanciaszinten is a legtöbb mintától elkülönül, mindkét esetben egy kivétellel, a 200 MPa/60°C-on kezelt 2 hetes minta kivételével, így ez hasonlít állomány szempontjából a legjobban a kontroll 2 hetes mintához.

**6. táblázat:** Érzékszervi bírálat során kapott rangsorszámok összegei közötti összefüggések, különböző szignifikanciaszinteken, smoothie-minták állománya esetében

Sznifkanciaszint	Állomány		
	P=0.10	P=0.05	P=0.01
Kritikus eltérés	30	33	39
<b>kontroll 0.nap</b>	ab	ab	a
<b>kontroll 2 hét</b>	c	c	b
<b>60 °C/200 MPa 0.nap</b>	a	a	a
<b>60 °C/200 MPa 2 hét</b>	ab	ab	a
<b>200 MPa/60°C 0.nap</b>	a	a	a
<b>200 MPa/60 °C 2 hét</b>	b	bc	ab

A minta „illatára leginkább jellemző a gyümölcsös karakter” kérdésre a legtöbb bíráló a 200 MPa/60 °C 0 napos mintát írta, ezzel ellentétben a 60 °C/200 MPa 2 hetes mintát választották a legkevésbé gyümölcsös illatúnak (7.ábra). Szignifikáns eltérés a 60 °C/200 MPa-on kezelt 2 héten át tárolt minta esetében lépett fel, a kettő kontrollmintával összehasonlítva, illetve a 200 MPa/60 °C 0 napossal szemben is. Továbbá szignifikáns különbség lépett fel a 200 MPa/60 °C 0 napos minta és a 200 MPa/60 °C-on kezelt 2 hetes minta között. Így ezek a minták gyümölcsös illat szempontjából egymástól érzékszervileg elkülöníthetőek.

**7. táblázat:** Érzékszervi bírálat során kapott rangsorszámok összegei közötti különbségek, smoothie-minták illatának vizsgálatakor

<b>Illat</b>	<b>kontroll 0. nap</b>	<b>kontroll 2 hét</b>	<b>60 °C/200 MPa 0. nap</b>	<b>60 °C/200 MPa 2 hét</b>	<b>200 MPa/60 °C 0. nap</b>	<b>200 MPa/60 °C 2 hét</b>
<b>rangsor összege</b>	<b>77</b>	<b>80</b>	<b>74</b>	<b>46</b>	<b>89</b>	<b>54</b>
<b>kontroll 0. nap</b>		3	3	31	12	23
<b>kontroll 2 hét</b>			6	34	9	26
<b>60 °C/200 MPa 0. nap</b>				28	15	20
<b>60 °C/200 MPa 2 hét</b>					43	8
<b>200 MPa/60 °C 0. nap</b>						35
<b>200 MPa/60 °C 2 hét</b>						

A 8. táblázatban ismét a különböző szignifikanciaszintek alapján való minták elkülönülése látható. Gyümölcsös illat szempontjából itt is megfigyelhető, hogy 90%-os szignifikanciaszinten szignifikáns különbség van a 60 °C/200 MPa 2 hetes minta és a kettő kontrollminta, valamint 200 MPa/60 °C 0 napos minta között. 95%-os és 99%-os szignifikanciaszinten is megfigyelhető az előbb említett különbség a 60 °C/200 MPa-on kezelt 2 hetes minta, valamint a 200 MPa/60 °C-on kezelt 0 napos minta között. Azonban 95%-os szinten a 60 °C/200MPa-on kezelt 2 hetes mintától a kontrollminták közül csak a 14 napon át tárolt különbözik szignifikánsan, 99%-os szignifikanciaszinten pedig már egyik kontrollminta se különbözik szignifikánsan a 60 °C/200 MPa-on kezelt 2 hetes mintától.

**8. táblázat:** Érzékszervi bírálat során kapott rangsorszámok összegei közötti összefüggések különböző szignifikanciaszinteken, smoothie-minták illatának vizsgálatakor

Illat			
Szignifikancia szint	P=0.10	P=0.05	P=0.01
Kritikus eltérés	30	33	39
<b>kontroll 0. nap</b>	b	ab	ab
<b>kontroll 2 hét</b>	b	b	ab
<b>60 °C/200 MPa 0. nap</b>	ab	ab	ab
<b>60 °C/200 MPa 2 hét</b>	a	a	a
<b>200 MPa/60 °C 0. nap</b>	b	b	b
<b>200 MPa/60 °C 2 hét</b>	ab	ab	ab

A gyümölcsös íz a kontroll nulla napos mint esetében érződött a leginkább a bírálók szerint, legkevésbé pedig a 60 °C/200 MPa-on kezelt 2 hetes mintában fedezték fel a gyümölcsös karaktert. A 9. táblázatban jól látható, hogy a nulla napos, friss minták szignifikánsan eltérnek a 14 napon át tárolt mintáktól, kontroll-, illetve kezelt minták esetében is. Így megállapítható, hogy a friss minták gyümölcsös íze a tárolás során kevésbé marad meg.

**9. táblázat:** Érzékszervi bírálat során kapott rangsorszámok összegei közötti különbségek, smoothie-minták ízének vizsgálatakor

Íz	kontroll 0. nap	kontroll 2 hét	60 °C/200 MPa 0. nap	60 °C/200 MPa 2 hét	200 MPa/60 °C 0. nap	200 MPa/60 °C 2 hét
<b>rangsor összege</b>	<b>105</b>	<b>44</b>	<b>91</b>	<b>40</b>	<b>97</b>	<b>43</b>
<b>kontroll 0 .nap</b>		61	14	65	8	62
<b>kontroll 2 hét</b>			47	4	53	1
<b>60 °C/200 MPa 0. nap</b>				51	6	48
<b>60 °C/200 MPa 2 hét</b>					57	3
<b>200 MPa/60 °C 0. nap</b>						54
<b>200 MPa/60 °C 2 hét</b>						

A 10. táblázatban is megfigyelhető, hogy mindegyik szignifikanciaszinten szignifikáns különbség van íz szempontjából a nulla napos és a 2 hetes tárolt minták között.

**10. táblázat:** Érzékszervi bírálat során kapott rangsorszámok összegei közötti összefüggések különböző szignifikanciaszinteken, smoothie-minták ízének vizsgálatakor

Íz			
Szignifikanciaszint	P=0.10	P=0.05	P=0.01
Kritikus eltérés	30	33	39
<b>kontroll 0. nap</b>	c	b	b
<b>kontroll 2 hét</b>	a	a	a
<b>60 °C/200 MPa 0. nap</b>	bc	b	b
<b>60 °C/200 MPa 2 hét</b>	a	a	a
<b>200 MPa/60 °C 0. nap</b>	bc	b	b
<b>200 MPa/60 °C 2 hét</b>	a	a	a

A bírálók szerint a legkevésé barna minta a 200 MPa/60 °C 0 napos minta volt, míg a leginkább barnának ugyanennek a kezelésnek a 14 napon át tárolt változatát választották, ez leolvasható a 11. táblázatból. Szignifikáns különbségek a 200 MPa/60 °C 0 napos minta esetében a kontroll 0 napos, kontroll 2 hetes, 60 °C/200 MPa 2 hetes, valamint 200MPa/60 °C 2 hetes mintával lépett fel. Továbbá a 60 °C/200 MPa 0 napos minta szignifikánsan különbözött a kontroll 2 hetes, 60 °C/200 MPa 2 hetes és 200 MPa/60 °C 2 hetes mintától. Ezek a minták szín alapján könnyen elkülöníthetőek voltak egymástól.

**11. táblázat:** Érzékszervi bírálat során kapott rangsorszámok összegei közötti különbségek, smoothie-minták színe esetében

Szín	kontroll 0. nap	kontroll 2 hét	60 °C/200 MPa 0. nap	60 °C/200 MPa 2 hét	200 MPa/60 °C 0. nap	200 MPa/60 °C 2 hét
<b>rangsor összege</b>	<b>71</b>	<b>87</b>	<b>51</b>	<b>87</b>	<b>33</b>	<b>91</b>
<b>kontroll 0. nap</b>		16	20	16	38	20
<b>kontroll 2 hét</b>			36	0	54	4
<b>60 °C/200 MPa 0. nap</b>				36	18	40
<b>60 °C/200 MPa 2 hét</b>					54	4
<b>200 MPa/60 °C 0. nap</b>						58
<b>200 MPa/60 °C 2 hét</b>						

A 12. táblázatból is leolvasható, hogy a 200 MPa/60 °C 0 napos minta az összes szignifikancia-szinten szignifikánsan eltér a kontroll 2 hetes, a 60 °C/200 MPa 2 hetes és a 200 MPa/60 °C 2 hetes mintától, valamint 90%-os és 95%-os szignifikanciaszinten

szignifikánsan eltér a kontroll 0 napos mintától is. Így ezek érzékszervileg elkülöníthetők egymástól a szín szempontjából.

**12. táblázat:** Érzékszervi bírálat során kapott rangsorszámok összegei közötti összefüggések különböző szignifikanciaszinteken, smoothie-minták színének vizsgálatakor

Szín			
Szignifikanciaszint	P=0.10	P=0.05	P=0.01
Kritikus eltérés	30	33	39
<b>kontroll 0. nap</b>	b	b	ab
<b>kontroll 2 hét</b>	b	b	b
<b>60 °C/200 MPa 0. nap</b>	ab	ab	ab
<b>60 °C/200 MPa 2 hét</b>	b	b	b
<b>200 MPa/60 °C 0. nap</b>	a	a	a
<b>200 MPa/60 °C 2 hét</b>	b	b	b

A 13. táblázat alapján elmondható, hogy az érzékszervi bírálat során a legtöbb bíráló a kontroll nulla napos mintát választotta a leginkább kedvelt mintának. A legkevésbé kedvelt minta pedig a kontroll 2 hetes minta lett. A táblázatból kiolvasható, hogy a nulla napos friss minták között, kezeléstől függetlenül, szignifikáns különbség lép fel a két héten át tárolt mintákkal szemben. Megállapítható, hogy a tárolt minták érzékszervileg, kedveltség szempontjából jelentősen eltérnek a friss mintáktól.

**13. táblázat:** Érzékszervi bírálat során kapott rangsorszámok összegei közötti különbségek, smoothie-minták kedveltségének vizsgálatakor

Kedveltség	kontroll 0. nap	kontroll 2 hét	60 °C/200 MPa 0. nap	60 °C/200 MPa 2 hét	200 MPa/60 °C 0. nap	200 MPa/60 °C 2 hét
<b>rangsor összege</b>	<b>102</b>	<b>32</b>	<b>96</b>	<b>49</b>	<b>89</b>	<b>52</b>
<b>kontroll 0. nap</b>		70	6	53	13	50
<b>kontroll 2 hét</b>			64	17	57	20
<b>60 °C/200 MPa 0. nap</b>				47	7	44
<b>60 °C/200 MPa 2 hét</b>					40	3
<b>200 MPa/60 °C 0. nap</b>						37
<b>200 MPa/60 °C 2 hét</b>						

A 14. táblázatban is jól látható, hogy kedveltség szempontjából nagyjából az összes szignifikanciaszinten szignifikánsan elkülönülnek egymástól a friss nulla napos minták a 14

napon át tárolt mintáktól, kezeléstől függetlenül. A 99%-os szignifikanciaszinten egyedül a 200 MPa/60 °C-on kezelt 2 hetes minta nem tér el szignifikánsan a nulla napos mintától.

**14. táblázat:** Érzékszervi bírálat során kapott rangsorszámok összegei közötti összefüggések, különböző szignifikanciaszinteken, smoothie-minták kedveltségének vizsgálatakor

Kedveltség			
Szignifikanciaszint	P=0.10	P=0.05	P=0.01
Kritikus eltérés	30	33	39
<b>kontroll 0. nap</b>	c	c	b
<b>kontroll 2 hét</b>	a	a	a
<b>60 °C/200 MPa 0.nap</b>	c	bc	b
<b>60 °C/200 MPa 2 hét</b>	a	a	a
<b>200 MPa/60 °C 0.nap</b>	bc	bc	b
<b>200 MPa/60 °C 2 hét</b>	a	a	ab

Szappanos Veronika Diplomadolgozat

## 6. Következtetések

A különböző sorrendben történő (60 °C/200 MPa, 200 MPa/60 °C) kombinált kezelések elvégzése után megállapítható volt, hogy a kezelési sorrend nem befolyásolja nagyban a minták érzékszervi tulajdonságait. Ezzel szemben a különböző ideig tartó tárolás (nulla nap/14 nap) hatással volt a minták érzékszervi tulajdonságaira. Ezt az elektronikus nyelvvel, illetve az elektronikus orral történő mérések eredményei, valamint az humán érzékszervi bírálat eredményei is alátámasztják. A mérések során a berendezések, valamint a bírálók is el tudták különíteni a nulla napos mintákat a 14 napos mintáktól, így elmondható, hogy a minták érzékszervi tulajdonságai tárolás során változtak.

Humán érzékszervi bírálat során különösen az íz és a kedveltség szempontjából különültek el a tárolt minták a nulla napos mintáktól. A gyümölcsös íze a kontroll nulla napos mintáknak maradt meg a leginkább és a bírálók ezt a mintát is választották a legkedveltebb mintának is, tehát a tárolás negatívan befolyásolta az érzékszervi tulajdonságokat. Továbbá a tárolt minták sűrűbb állománnyal rendelkeztek a bírálók véleménye alapján, így a minták állományában is fellépett változás a tárolás hatására.

Az elektronikus nyelv mérési eredményei alátámasztották a humán bírálat során kapott, íze vonatkozó következtetéseket, mely során úgyszintén megfigyelhető volt az elkülönülés íz szempontjából a nulla napos és a tárolt minták között.

A humán bírálat illatra vonatkozó eredményei alapján elmondható, hogy a mintákra leginkább jellemző a gyümölcsös karakterrel a 200 MPa/60 °C 0 napos minta rendelkezik, ezzel ellenben a 60 °C/200 MPa 2 hetes minta rendelkezik a legkevésbé gyümölcsös illattal. Szignifikáns eltérés fellép a 60 °C/200 MPa-on kezelt 2 héten át tárolt minta esetében a kettő kontrollmintával szemben, illetve a 200 MPa/60 °C 0 nappal szemben is. Valamint szignifikáns különbség lépett fel a 200 MPa/60 °C 0 napos minta és a 200 MPa/60 °C-on kezelt 14 napos minta között is. Tehát ezek a minták gyümölcsös illat szempontjából egymástól érzékszervileg elkülöníthetőek voltak mind kezelés, mind tárolás szempontjából is, ezt a következtetést az elektronikus orr mérés eredményei is alátámasztották.

Elektronikus nyelvvel és elektronikus orral történő mérések alapján elmondható, hogy a kombinált kezelések alkalmazása hatással volt a minták érzékszervi tulajdonságaira. A két műszer képes volt a kezeletlen kontrollmintákat a kezelt mintáktól megkülönböztetni. Tehát annak ellenére, hogy kíméletes kezelések lettek alkalmazva, a kezelt minták így is elkülöníthetőek voltak érzékszervileg a kezeletlenektől.

A fentebb említettek alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a kezelések sorrendjének a változtatása volt a legkevésbé befolyással az érzékszervi változásokra. Azonban maga a kezelések alkalmazásának a hatásai érzékszervileg észlelhető változásokat okoztak a mintákban, illetve a tárolás volt az, ami a leginkább hatással volt a bekövetkező változásokra.

Szappanos Veronika Diplomadolgozat



## 7. Összefoglalás

A gyümölcs smoothie fogyasztása kiváló módja annak, hogy az egészséges táplálkozás részeként beviessünk számos fontos tápanyagot a szervezetünkbe. Ezek a gyümölcs alapú termékek rendkívül magas vitamin- és ásványianyag-tartalommal rendelkeznek, így támogatják az immunrendszer megfelelő működését. A gyümölcsök továbbá természetes rostokban gazdagok, amelyek segítik az emésztés szabályozását, csökkentik az éhségérzetet és hozzájárulnak a szervezet koleszterinszintjének csökkentéséhez. Fontos még, hogy a gyümölcsök antioxidánsokban gazdagok, ezek támogatják a szervezet védekezését a szabadgyökökkel szemben és csökkentik a krónikus betegségek kialakulásának kockázatát. A gyümölcsökben található cukrok és szénhidrátok megfelelő energiaforrásként szolgálhatnak a szervezet számára.

A fogyasztók számára előny, ha könnyedén és gyorsan be tudják vinni a szervezet számára fontos tápanyagokat, így a smoothie-termékek erre megfelelő alternatívát biztosítanak. Ahhoz, hogy ezek a termékek megjelenjenek a boltokban, valamilyen kezeléssel át kell esniük. Mivel manapság egyre inkább fontossá kezd válni a fogyasztók számára, hogy a termékek, amiket vásárolnak, tartósítószermentesek legyenek, ezért más kezelési módokat kell alkalmazni.

A smoothie-termékek kezelése során rendkívül fontos, hogy az értékes tápanyagok, vitaminok, illetve egyéb értékes összetevők ne sérüljenek. A kíméletes kezelési technológiáknak köszönhetően a termékekbe nem kerülnek mesterséges anyagok, továbbá az élelmiszerek értékes összetétele kismértékben változik csak, így a smoothie-termékek számára előnyös módszer lehet.

Az élelmiszerek kíméletes kezelésének egyik módja a nagy hidrosztatikus nyomású kezelés. Ez a módszer lehetővé teszi, hogy a smoothie-termékek megőrizzék az összetevők eredeti értékeit, tehát a tápanyagokat, vitaminokat, szín-, íz- és aromaanyagokat, miközben meghosszabbítják az eltarthatóságot. Ezen eljárás előnye, hogy az érzékszervi tulajdonságok csak minimálisan változnak.

Ennek okán célt volt megvizsgálni, hogy a nagy hidrosztatikus nyomás, illetve kombinált kezelés hogyan befolyásolja a gyümölcspürék érzékszervi jellemzőit, valamint a kombinált kezelések sorrendjének változtatása milyen hatással van a termékekre. Továbbá célt volt megvizsgálni, hogy hogyan változik érzékszervi minősége a mintáknak egy 14 napon át tartó hűtve tárolás hatására.

A gyorsfagyasztott szamócat, mandulatejet, banánt és avokádót tartalmazó smoothie-mintákat Resato FPU-100-2000 típusú nagy hidrosztatikus nyomású élelmiszertartósító berendezésben 200 MPa-on kezeltem 5 perces nyomásonatási idővel. Majd a smoothie minták hőkezelése 60 °C-os vízfürdőben történt, 10 percig. A kezelések sorrendje változtatva volt, készült egy 60 °C-on hőkezelt, majd 200 MPa-on nyomáskezelt minta, valamint 200 MPa-on nyomáskezelt, ezután 60 °C-on hőkezelt minta. Az elkészült mintákat két héten át 6 °C-on hűtve tároltam, a tárolás letelte után friss mintákat készítettem az előbb ismertetett módszerrel. Továbbá készült kettő darab kezeletlen kontrollminta is, egy friss és egy 14 napon át hűtve tárolt.

Az elkészült mintákat Alpha Astree elektronikus nyelv, illetve Alpha MOS Heracles NEO elektronikus orr berendezés segítségével elemeztem. Továbbá a mintákat érzékszervileg minősítette 20 bíráló is.

A kapott eredmények kiértékelése alapján elmondható volt, hogy a kezelések sorrendjének változtatása minimális hatást gyakorolt az érzékszervi tulajdonságok változására. Ugyanakkor maga a kezelés alkalmazása érzékszervi változásokat okozott a mintákban a kezeletlen mintákhoz képest. A kéthetes hűtve tárolás volt az, ami a leginkább meghatározó szereppel bírt a minták esetében, tehát ez okozta a legnagyobb érzékszervi elváltozást. Így elmondható volt, hogy bár kíméletes kezelések lettek alkalmazva a mintákon, ennek ellenére érzékszervileg jól elkülöníthetőek voltak a kezeletlen mintáktól, illetve a 14 napos tárolás során nem őrizték meg a minták a friss jellegüket. Ezt az eredményt mind a mesterséges érzékszervi minősítés, mind a humán érzékszervi bírálat is alátámasztja.

## Irodalomjegyzék

1. Aganovic, K., Hertel, C., Vogel, R. F., Johne, R., Schlüter, O., Schwarzenbolz, U., ... Heinz, V. (2021): Aspects of high hydrostatic pressure food processing: Perspectives on technology and food safety. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(4), 3225-3266.
2. Al Tamimi, J. Z. (2016): Effects of almond Milk on body measurements and blood pressure. *Food and Nutrition Sciences*, 7(06), 466.
3. Araújo, R. G., Rodriguez-Jasso, R. M., Ruiz, H. A., Pintado, M. M. E., Aguilar, C. N. (2018): Avocado by-products: Nutritional and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*, 80, 51-60.
4. Balogh, E. (2010): Antioxidáns kapacitás meghatározása és ennek kialakításában szerepet játszó vegyületek vizsgálata bogyós gyümölcsök esetében. Budapesti Corvinus Egyetem Élelmiszertudományi Doktori Iskola, p. 29.
5. Bartlett, P. N., Blair, N. Gardner, J. W. (1993): Electronic nose. *Principles, applications and outlook*. ASIC, 15e Colloque, Montpellier, pp. 478–486
6. Bartlett, P. N., Elliott, J. M., Gardner, J. W. (1997): Electronic noses and their application in the food industry. *Food Technology*, 51(12), 44-48.
7. Capocasa F., Scalzo J., Mezzetti B. és Battino M. (2008): Combining quality and antioxidant attributes in the strawberry: The role of genotype. *Food Chemistry*, (111):872-878.
8. Chawla, R., Patil, G. R., Singh, A. K. (2011): High hydrostatic pressure technology in dairy processing: A review. *Journal of food science and technology*, 48, 260-268.
9. Christensen, Z. T., Ogden, L. V., Dunn, M. L., Eggett, D. L. (2006): Multiple comparison procedures for analysis of ranked data. *Journal of Food Science*, 71(2), S132-S143.
10. Dalmadi, I., Kenesei, Gy. (2017): Kombinált eljárásokkal tartósított húsok érzékszervi tulajdonságainak vizsgálata műszeres módszerekkel. *Ifjú Tehetségek Találkozója*, 81.
11. Escuder-Gilabert, L., Peris, M. (2010): Highlights in recent applications of electronic tongues in food analysis. *Analytica Chimica Acta*, 665(1), 15-25. doi:10.1016/j.aca.2010.03.017

12. García-Parra, J.; González-Cebrino, F.; Cava, R.; Ramírez, R. (2014): Effect of a different high pressure thermal processing compared to a traditional thermal treatment on a red flesh and peel plum purée. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 26, 26–33. doi:10.1016/j.ifset.2014.08.002
13. Gardner, J. W., Bartlett, P. N. (1994): A brief history of electronic noses. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 18(1-3), 210-211.
14. Hartyáni, P. (2012): Pulzáló elektromos térerő és nagy hidrosztatikai nyomás alkalmazása gyümölcslevek kíméletes tartósítására , doktori disszertáció, Budapesti Corvinus Egyetem Élelmiszertudományi Doktori Iskola
15. Hite, B.H., 1899: The effect of pressure in the preservation of milk: a preliminary report. *West Virginia University Agricultural Experiment Station*, 58 15. p.
16. Jiang, H., Zhang, M., Bhandari, B., Adhikari, B. (2018): Application of electronic tongue for fresh foods quality evaluation: A review. *Food Reviews International*, 34(8), 746-769. doi:10.1080/87559129.2018.1424184
17. Kálmánné Tuboly, E. (2009): Nagy hidrosztatikus nyomású technológia alkalmazásának hatásai néhány élelmiszer mikrobiológiai állapotára és más minőségjellemzőire, doktori disszertáció, Budapesti Corvinus Egyetem Élelmiszertudományi Doktori Iskola
18. KAUR, C., KAPOOR, H. C. (2001): Antioxidants in fruits and vegetables. The millennium's health. *International Journal of Food Science and Technology*, 36(7), pp.703–725
19. Keenan, D. F., Brunton, N. P., Gormley, T. R., Butler, F., Tiwari, B. K., Patras, A. (2010): Effect of thermal and high hydrostatic pressure processing on antioxidant activity and colour of fruit smoothies. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(4), 551-556.
20. Kenesei, G. (2018): Kíméletes hőkezelés és nagy hidrosztatikus nyomáskezelés kombinálásának hatása sertéshús egyes minőségjellemzőire, doktori disszertáció, Szent István Egyetem
21. Knorr, D. (1993): Effects of high-hydrostatic-pressure processes on food safety and quality. *Food Technology (Chicago)*, 47(6), 156-161.
22. Kothawade, C. V. (2019): Medicinal and nutritional importance of Banana. *Acta Scientific Agriculture*, 3(5), 29-33.
23. Kovács, Z. , Fekete A. (2008): Az elektronikus nyelvés alkalmazásai, *Élelmészeti Ipar*, 62 (10), 12–17

24. Kovács, Z. (2012): Módszer elektronikus nyelvvel végzett méréseknél fellépő zavaró hatások csökkentésére. Budapesti Corvinus Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Doktori értekezés
25. Kovács, Z., Dalmadi, I., Lukács, L., László, S., Szántai-Kőhegyi, K., Kókai, Z., Fekete, A. (2010): Geographical origin identification of pure Sri Lanka tea infusions with electronic nose, electronic tongue and sensory profile analysis. *Journal of Chemometrics*. 24(3-4): 121-130. DOI: 10.1002/cem.1280
26. Kundu, P., Dhankhar, J., Sharma, A. (2018): Development of non dairy milk alternative using soymilk and almond milk. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 6(1), 203-210.
27. Mednyánszky, Z. (2012): Aromaanyagok összehasonlító vizsgálata fajtaazonosítás céljából, doktori disszertáció, Budapesti Corvinus Egyetem Élelmiszertudományi Doktori Iskola, p. 41.
28. Mielle, P., Marquis, F., Latrasse, C. (2000): Electronic noses: Specify or disappear. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 69 (3): 287–294.
29. Mohacsi-Farkas C, Kisko G, Meszaros L, Farkas J (2002): Pasteurization of tomato juice by high hydrostatic pressure treatment or by its combination with essential oils. *Acta Aliment* 31:243–252
30. Nagy, B., Nagy-Lőrincz, Z., Bakacs, M., Illés, É., Sarkadi Nagy, E., Martos, É. (2017): Országos Táplálkozás és Tápláltsági Állapot Vizsgálat–OTÁP2014. III. A magyar lakosság makroelem-bevitele. *Orvosi Hetilap*, 158(17), 653-661. <https://doi.org/10.1556/650.2017.30744>
31. Panyor, Á., Hipszki, F. D. (2022): A magas rosttartalmú zöldségek és gyümölcsök szerepe a táplálkozásban. *Jelenkori Társadalmi és Gazdasági Folyamatok*, 17(3-4), 23-34. <https://doi.org/10.14232/jtgf.2022.3-4.23-34>.
32. Persaud, K., Dodd, G. (1982): Analysis of discrimination mechanisms in the mammalian olfactory system using a model nose. *Nature*, 299(5881), 352-355.
33. Podrażka, M., Bączynska, E., Kundys, M., Jeleń, P. S., Witkowska Nery, E. (2017): Electronic tongue—a tool for all tastes?. *Biosensors*, 8(1), 3 <https://doi.org/10.3390/bios8010003>
34. Salamon, B. (2021): Kombinált kéméletes technológiák kezelési sorrendjének hatása számócapürékre, doktori disszertáció, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Élelmiszertudományi Doktori Iskola

35. Sampedro, F., Fan, X., & Rodrigo, D. (2010). High hydrostatic pressure processing of fruit juices and smoothies: research and commercial application. *In Case studies in novel food processing technologies* (pp. 34-72). Woodhead Publishing.
36. San Martin, M. F., Barbosa-Cánovas, G. V., Swanson, B. G. (2002): Food processing by high hydrostatic pressure. *Critical reviews in food science and nutrition*, 42(6), 627-645.
37. Schaller, E., Bosset, J. O., Escher, F. (1998): 'Electronic noses' and their application to food. *LWT-Food Science and Technology*, 31(4), 305-316.
38. Singh, B., Singh, J. P., Kaur, A., Singh, N. (2016): Bioactive compounds in banana and their associated health benefits—A review. *Food chemistry*, 206, 1-11.
39. Szabó, I., Lehota, Z., Lehota, J. (2022): Zöldség-gyümölcs fogyasztás Covid-világjárvány idején. *A termelési függvényektől az okos gazdálkodásig*, pp. 85-96. DOI: 10.35511/978-963-334-428-6-Szabo-Lehota-Lehota
40. Tahara, Y., Toko, K. (2013): Electronic tongues—a review. *IEEE Sensors Journal*, 13(8), 3001-3011.
41. Tóth, A., Németh, Cs., Jónás, G., Kenesei, Gy., Friedrich, L. (2016): HHP, egy innovatív technológia az élelmiszer-tartósításban, ipari alkalmazhatóság bemutatása frissen préselt levek esetében. Konferenciakötet (p. 493).
42. Wilson, A. D., Baietto, M., (2009): Applications and Advances in Electronic-Nose Technologies. *Sensors*. 9. kötet, 5099-5148.
43. Winqvist, F. (2008): Voltammetric electronic tongues—basic principles and applications. *Microchimica Acta*, 163, 3-10.
44. Winqvist, F., Wide, P., Lundström, I. (1997): An electronic tongue based on voltammetry. *Analytica chimica acta*, 357(1-2), 21-31.
45. Winqvist, F.; Krantz-Rülcker, C.; Lundström, I. (2002): Electronic tongues and combinations of artificial senses. *Sensors Update*, 11(1), 279–306. DOI: 10.1002/seup.200211107.
46. World Cancer Research Fund, American Institute for Cancer Research (2007): *Food, Nutrition, and Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective*. AICR, Washington Dc.

## Köszönetnyilvánítás

Szeretném a köszönetemet kifejezni témavezetőmnek, Dr. Dalmadi Istvánnak a rengeteg útmutatásért és segítségért, amelyet a kísérletek végrehajtásában és a diplomadolgozatom elkészülése során nyújtott.

Köszönettel tartozom Zakariás Fanninak, hogy doktori munkája részeként létrejöhett a diplomadolgozatom.

Továbbá szeretnék köszönetet mondani az Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék és az Élelmiszeripari Méréstechnika és Automatizálás Tanszék munkatársainak, hogy biztosították számomra a vizsgálatok elvégzéséhez szükséges eszközöket, berendezéseket.

Tiszta szívvel köszönöm szüleimnek, illetve mindazoknak akik támogattak és észrevételeikkel segítették a munkámat!

Szappanos Veronika Diplomadolgozat

## NYILATKOZAT

### a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Szappanos Veronika  
A Hallgató Neptun kódja: K2VFMM  
A dolgozat címe: Nagy hidrosztatikus nyomás hatása gyümölcspürék  
érzékszervi tulajdonságaira  
A megjelenés éve: 2023  
A konzulens intézetének neve: Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Állatiermék és Élelmiszertartósítási Technológia  
Tanszék

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

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

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

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

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

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

Kelt: 2023. év 10. hó 25. nap

Szappanos Veronika  
Hallgató aláírása



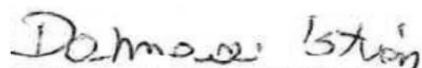
## NYILATKOZAT

SZAPPANOS VERONIKA (hallgató Neptun azonosítója: K2VFMM) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom<sup>1</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem\*<sup>2</sup>

Kelt: 2023 év november hó 3. nap

  
belső konzulens