

# **SZAKDOLGOZAT**

**Hoffer Kristóf**

**2025**

**Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem  
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet  
Árukezelés, Kereskedelem, Ellátási Lánc és  
Érzékszervi Minősítési Tanszék**

**Sous-vide technológia alkalmazása Idared  
almafajtán**

**Hoffer Kristóf**

**2025**

# Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés és célkitűzés .....	1
2.	Szakirodalmi áttekintés .....	2
2.1.	Sous-vide technológia bemutatása .....	2
2.1.1.	A módszer előnyei és hátrányai .....	2
2.1.2.	Hogyan lehet a sous-vide hőkezelés biztonságosabb? .....	3
2.2.	Sous-vide technikák .....	4
2.3.	Vákuumcsomagolás a sous-vide technológia alkalmazásánál .....	4
2.4.	A sous-vide ételek érzékszervi tulajdonságai.....	5
2.5.	Alma általános jellemzése.....	5
2.6.	Hot water dipping technika és a hő hatása az alma különböző tulajdonságaira.....	6
2.7.	Alma polifenol szintje.....	8
2.8.	Sous-vide technológiával hatása az alma tulajdonságaira.....	9
3.	Anyagok és módszerek.....	12
3.1.	A kísérlet bemutatása .....	12
3.2.	A kísérlet részletes bemutatása .....	12
3.2.1.	Tömegmérés.....	13
3.2.2.	Állománymérés .....	14
3.2.3.	Ph mérés.....	15
3.2.4.	Színmérés .....	16
4.	Eredmények és értékelésük .....	17
4.1.	Kiértékelés varianciaanalízis (ANOVA) segítségével .....	17
4.2.	Korreláció táblázat .....	22
4.3.	Eredmények kiértékelése a kaonikus diszkriminancia függvények segítségével.....	23
5.	Következtetés és javaslatok .....	25
6.	Összefoglalás .....	26
7.	Irodalomjegyzék .....	27
8.	Ábrák és táblázatok jegyzéke .....	29
8.1.	Ábrajegyzék.....	29
8.2.	Táblázatjegyzék.....	29
9.	Nyilatkozatok.....	30

## ***1. Bevezetés és célkitűzés***

Azért választottuk ezt a témát, mivel az élelmiszeriparban egyre nagyobb hangsúlyt kapnak az olyan technológiák, amelynek célja a mikrobiológiai stabilitás megteremtése mellett, a termék eredeti tulajdonságainak, összetételének minél pontosabb megtartása. Sous-vide az egyik ilyen módszer, ami ezt a szerepet hivatott betölteni az élelmiszeriparban. A kutatáshoz vizsgált terméként almát választottunk, mivel gyümölcsök vizsgálata ezzel a módszerrel kevésbé kutatott, ellentétben más élelmiszercsoporttal. Ennek tudatában bízunk benne, hogy olyan új eredményeket sikerül feltárnunk, amelyek eddig ismeretlenek voltak a témában.

Jelen kutatás elsődleges célja annak vizsgálata, hogy a sous-vide technológia alkalmazása, valamint az ezutáni tárolás hogyan befolyásolja az Idared almafajta fiziko-kémiai és érzékszervi tulajdonságait. Olyan paraméterek változását fogjuk vizsgálni a kísérlet során, mint például: állomány, Ph, szín és tömegveszteség. Célunk a paraméterek változását nyomon követni, valamint a paraméterek változása közötti kapcsolat megállapítása a különböző hőmérsékleten és napon tárolt minták esetében.

Remélem, hogy a kísérletünk eléri a célját, sok hasznos összefüggésre sikerül majd rávilágítani, amit később fel lehet használni ebben a témában történő további kutatás során.

## 2. Szakirodalmi áttekintés

### 2.1. Sous-vide technológia bemutatása

A sous-vide módszer egyre nagyobb népszerűségnek örvend, az eljárás nagyon sokféle étel esetén alkalmazható. A technika az 1960-as évek óta ismert, amikor először ismerték fel, hogy a vákuumsomagolás hasznos lehet az élelmiszerek szavatossági idejének meghosszabbításában. A módszert Georges Pralus francia séf fejlesztette ki. (Przybylski et al., 2021)

#### 2.1.1. A módszer előnyei és hátrányai

A sous-vide egy olyan főzési eljárás, amelynek során a vákuumsomagolt alapanyagokat pontosan szabályozott hőmérsékleten és időtartamban hőkezelik. (Latoch et al., 2023) A technika különös

1. táblázat: A sous-vide módszer előnyei és hátrányai

gasztronómiai vonzerővel bír, és jól ismert arról, hogy minimális hatással van a vizsgált termék tápanyagtartalmára.

A sous-vide főzési eljárása során alkalmazott alacsony

Sous-vide technológia előnyei	Sous-vide technológia hátrányai
Csökkenti a nyersanyagköltségeket	-
Bővíthető termékválaszték	-
Meghosszabbított eltarthatóság 0-3 °C-on	A személyzet képzési költsége
Maximális aroma-, textúra-, íz- és tápanyagtartalom megőrzése	A berendezések beszerzési költsége magas
Csökkenti a feldolgozás utáni keresztzennyeződés kockázatát	Magas pszichotróp Clostridium botulinum spóra kockázat, ha a termék alulfőzött vagy helytelenül tárolt

Forrás: (H. Onyeaka et al., 2022a)

hőmérséklet az étel érzékszervi tulajdonságait jelentősen javítja, azonban mikrobiális szennyeződés veszélyét nem zárja ki a teljesen. (Ghumika Pandita et al., 2023). A módszer képes arra, hogy megakadályozza a nedvesség, a tápanyagok és az illékony anyagok elvesztését, valamint gátolja az oxidációs változásokat a vákuumban csomagolásnak történő főzésnek köszönhetően. (Kathuria et al., 2022) Képes arra, hogy megakadályozza a lipidek oxidációját (Thathsarani et al., 2022) A technológia főbb előnyei és hátrányai a táblázatban látható. (1.táblázat)

Legnagyobb aggodalmat a baktérium spórák okozzák, amiket a kezelés során alkalmazott hőmérséklet ugyan károsít, de teljesen nem pusztít el. A spórák (Bacillus, Clostridium) később optimális körülmények között képesek regenerálódni és szaporodni, ami aggodalomra ad okot. Újra szennyeződés megakadályozása elkerülés végett fontos, hogy a kezelt terméket a kezelés során használt vákuumsomagolásban tároljuk. Másik probléma, ami főként hús, illetve

húskészítmények kezelésnél fordul elő, a főzés során megjelenő rózsaszínes szín, amit a myoglobinnel kioldódása okoz. Fogyasztók gyakran úgy gondolják, hogy ez húshibát jelent, és nem teljesen sült át a termék. Hozzászoktak a hagyományos úton kezelt hús barna színéhez, amit a Maillard-reakció okoz (Kathuria et al., 2022)

### **2.1.2. Hogyan lehet a sous-vide hőkezelés biztonságosabb?**

Mivel a módszer korlátozott mikrobiális kórokozók eltávolításában, sokszor kombinálják olyan főként nem hő alapú eljárásokkal, amelyek elhanyagolható hatást gyakorolnak az étel tápanyagtartalmára és érzékszervi tulajdonságaira. (H. Onyeaka et al., 2022a) Ilyen nem hő alapú eljárások a HHP technológia, ultrahangos kezelés vagy a szuperkritikus szén-dioxid módszer. (H. Onyeaka et al., 2022b) Sok más megoldással is próbálják a sous-vide termékeket még biztonságosabbá tenni. Például egy korábbi tanulmány kimutatta, hogy sous-vide kezelést kiegészítve lauric-argináttal meghosszabbította eltarthatóságot, csökkentette a *Listeria monocytogenes* populáció számát, és javította a minőséget marhahús esetén. Egy hasonló tanulmány módosított légterű csomagolást alkalmazott lazacfilé estében, amivel a *Listeria spp.* szaporodásának gátlását érték el. (H. Onyeaka et al., 2022b)

A sous-vide termékek biztonsága szempontjából elengedhetetlen a termék azonnali gyors hűtése, és tárolás során alkalmazott alacsony hőmérséklet fenntartása és ennek ellenőrzése. A sous-vide technikával történő főzés során biztosítani kell, hogy a termék középpontjában a hőmérséklet 6 óra átlagosan legalább 54,4 °C legyen, hogy a baktériumok megfelelően elpusztuljanak. (Kathuria et al., 2022)

A sous-vide módszer közben a hőmérséklet általában 50 °C és 85 °C között mozog, a melegítési idő pedig 2-48 órát vesz igénybe, ami lényegesen hosszabb a hagyományos eljárásokhoz képest. (Latoch et al., 2023)

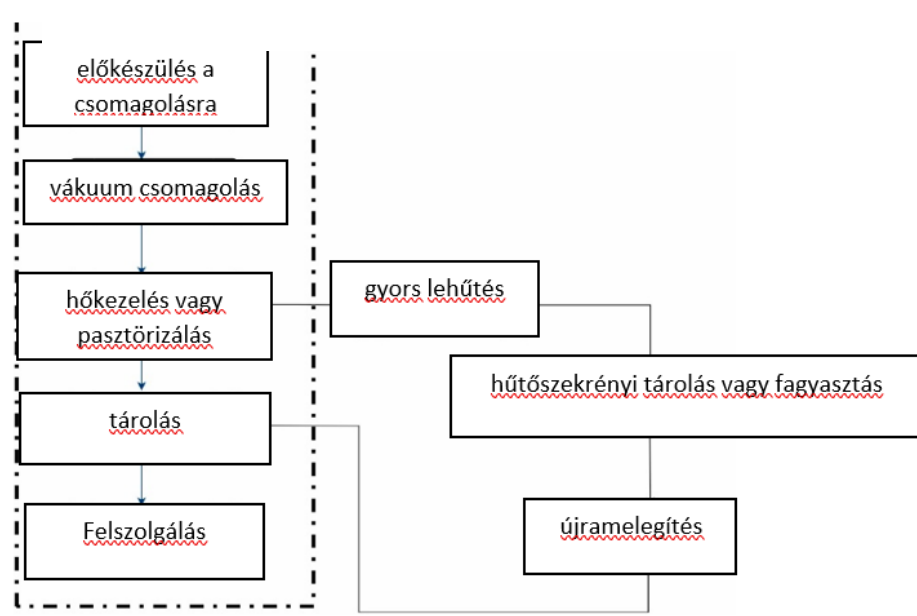
A technikát nem csak az éttermekben, hanem a háztartásokban is egyre gyakrabban alkalmazzák. (Romeo et al., 2024) Az étel típusa befolyásolja, hogy milyen hőmérsékleten és meddig kezeljük a terméket. Halak, tenger gyümölcsei és húsfeldolgozás során 50 °C-75 °C közötti hőmérséklettartományt alkalmaznak. Az időtartam jellemzően több óra vagy akár napok is lehetnek. Más a helyzet zöldségek esetén, itt csupán néhány percig alkalmaznak magasabb 90-100 °C-t. (H. Onyeaka et al., 2022b) A zöldségeknél ez a módszer elősegíti a vitaminok, ásványi anyagok és fitokémiai anyagok hasznosulását és elérhetőségét. A termék minőségét nagymértékben befolyásolja az alkalmazott hőmérséklet és idő, ezért fontos ezen paraméterek helyes beállítása. (Kathuria et al., 2022)

## 2.2. Sous-vide technikák

A sous-vide főzésnek két formája ismert: főzés-tartás (cook-hold) és főzés-hűtés (cook-chill). A főzés tartás (cook-hold) a leggyakrabban étkezdékben használt sous-vide technika, mivel ez egyszerűbb és biztonságosabb, mint a másik módszer. A szuvidálás után az ételt még legalább 54,4 °C tárolják, míg az tálalásra nem kerül. A magas hőmérsékleten tartásra azért van

szükség, hogy megakadályozzuk az egyes patogén baktériumok (E.coli, Salmonella) szaporodását, valamint másik hatása, hogy puhábbá teszi az így tárolt ételt, ami általában zöldség vagy valami húsféle.

1. ábra: A cook-hold (bal) és cook-chill (jobb) módszer lépései



Forrás: (D. H. Onyeaka et al., 2022b)

A főzés-hűtés (cook-chill) módszer főként a húsiparban örvend nagy népszerűségnek. Ennél a technikánál szuvidálás után az ételt gyorsan lehűtik, majd fagyasztva vagy hűtőben tárolják. Felhasználás előtt az ételt felmelegítik és így tálalják. (D. H. Onyeaka et al., 2022)

## 2.3. Vákuumcsomagolás a sous-vide technológia alkalmazásánál

A vákuumcsomagolás egyik fő előnye, hogy lehetővé teszi a hatékony hűtést a főzés során az étel és a vízfürdő között. A használatának másik előnye, hogy tárolás estén a csomagolás megszünteti a külső forrásból történő szennyeződés kockázatát. Ezen kívül a vákuumcsomagolás gátolja az oxigénnel való érintkezést, ami kellemetlen ízek kialakulását okozzák. Csomagolásnál általában érdemes erős vákuum alkalmazása, annak érdekében, hogy megőrizzük az étel frissességét, ízét, állagát, valamint növeljük eltarthatóságát. (Baldwin, 2012)

Ajánlott nyomás a vákuumcsomagoláshoz szilárd ételekhez általában 10-15 mbar, folyadékoknál pedig 100-120 mbar. Ennek ellenére egy korábbi tanulmányban (Norén and Arnold, 2009) azt találták, hogy 10-15 mbar nyomás rontotta a vizsgált halak és baromfik ízét,

állagát. Ennek pontos oka jelenleg nem ismert. A csomagolás műveletéhez nem feltétlenül szükséges drága vákuumozó eszköz. A víz-diszlokációs módszerrel könnyedén tudjuk légmentesíteni a csomagolást anélkül, hogy roncsolnánk a benne lévő ételt. (Baldwin, 2012)

#### **2.4. A sous-vide ételek érzékszervi tulajdonságai**

Egyik kutatás során (Light et al., 1988) 21 napig tárolták sous-vide kezelt csirkét. Majd különböző érzékszervi tesztekkel hajtottak végre, hogy megállapítsák, megkülönböztethető-e a 21 napig tárolt minta érzékszervileg, a frissen elkészült ugyanolyan ételtől. Az értékelés különösre sikeredett, hiszen a Triangle teszt során, amit laikusok végeztek, azt állapították meg, hogy a két minta között egyértelmű különbség fedezhető fel. A leíró érzékszervi elemzés során, amit képzett bírálóbizottság végez, ügyelve a legkisebb különbségekre is, ennek ellentétjét állapították meg. A két minta között alig találtak eltérést.

Smith és Fullum-Bouchard (1990) tanulmányában összehasonlított két különböző fajta főzési módszerrel készült mártást (chicken veloute). Az egyik módszer a sous-vide, míg a másik módszer során az elkészült mártást gyorsan lehűtötték és így tárolták (cook-chill). A tárolási hőmérséklet 4 °C és -14 °C volt. Méréseket a tárolás 1. 3. és 6. napján végeztek. A kísérlet eredményeként nem találtak szignifikáns különbséget a különböző érzékszervi tulajdonságokban (illat, megjelenés, íz, puhaság). (Creed, 1995)

#### **2.5. Alma általános jellemzése**

Az alma a rózsafélék (Rosaceae) családjába tartozik, azon belül az almatermésűek (Pomoideae) alcsaládjába és a Malus nemzetségébe sorolják. Nagyon széles körben szinte az egész világon elterjedt mára. (Asharf et al., n.d.) A világon az egyik leggyakrabban fogyasztott gyümölcs.

Összetételét tekintve a gyümölcs eléggé változatos. Az alma több mint 84 %-a víz, ezen kívül olyan ásványi anyagokat tartalmaz oldott állapotban, mint kálium (K), magnézium (Mg), kalcium (Ca) és nátrium (Na), valamint nyomelemeket, például cink (Zn), mangán (Mn), réz (Cu), vas (Fe), bór (B), fluor (F), szelén (Se) és molibdén (Mo). Vitaminok tekintetében is nagy változatosságot mutat, de legnagyobb mértékben a B vitaminok figyelhetők meg benne. Ezen kívül tartalmaz még rostot, pektint, cellulózt, hemicellulózt és lignint is. (Feliciano et al., 2010)

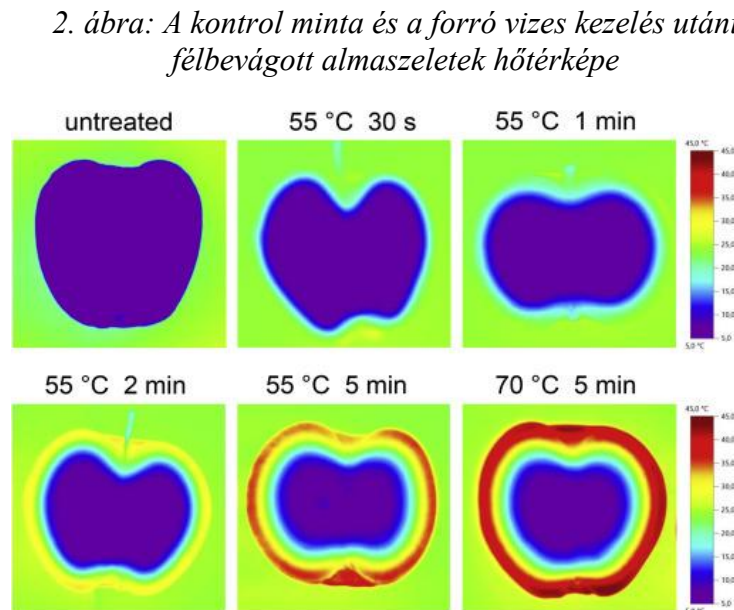
## 2.6. Hot water dipping technika és a hő hatása az alma különböző tulajdonságaira

A hot water dipping módszer a legegyszerűbb hőkezelési eljárás. Az eljárás során a terményt egy meghatározott hőmérsékletű vizes tartályba helyezik, majd bizonyos idő után kivesszük. (Ilic and Fallik, 2017) A folyamat célja a termék eltarthatósági idejének megnövelése, a mikroorganizmusok hatékony inaktivitása révén. (Kabelitz et al., 2019)

Egy kísérlet során, ennek a technika alkalmazásával próbálták elérni az almák megfelelő mikrobiológiai stabilitását, anélkül, hogy a gyümölcs héján különösebb fizikai változások mennének végbe.

Megállapításra került, hogy 55 °C-os 0,5-2 percig történő hőkezelés a legoptimálisabb ebből a szempontból.

Almákon a mikroorganizmusok legtöbb esetben a külső felszínen vagy az epidermisz alatti néhány sejtsorban helyezkedik el.



*Forrás: (Kabelitz et al., 2019b)*

Az 5 percig 75 °C kezelt alma esetében az epidermisz maximális hőmérséklete 45 fok volt. Ezen a hőmérsékleten nagymértékű hőkárosodás keletkezik. (Kabelitz et al., 2019) A károsodás kisebb, 50 °C hőmérsékletű vízbe 6 percig elmerítve is szemmel látható. (2. ábra) (Mikulić et al., 2016)

3. ábra: A túlzott hőkezelés hatására bekövetkező hőkárosodás az alma felületén



*Forrás: .(Mikulić et al., 2016)*

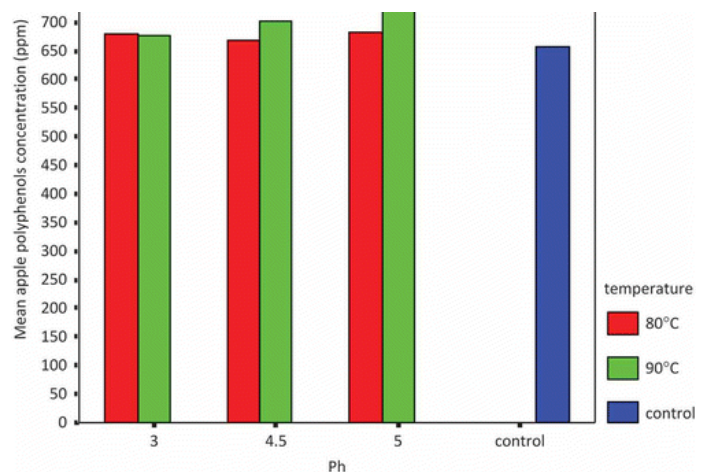
A hő segít fenntartani a savasságot valamint az energiametabolizmust, miközben fokozza a sejtfal aktivitást és megakadályozza a puhulást a korai szakaszban. A későbbi tárolás során béta-galaktozidáz meghatározó szerepet játszik az alma puhulásában. (Yi et al., 2021) A hő hatása az enzimatis barnulási folyamatokra fajtafüggő, egyes fajtáknál megakadályozza, míg másoknál fokozhatja a barnulási folyamatot.(Rodríguez-Arzuaga et al., 2019) Nyers állapotban az alma sejtek mérete nem befolyásolja az alma keménységét. Érdekes módon a sejtek alakja viszont igen. A sejtek elhelyezkedésének sűrűsége is befolyásolja az alma keménységét. A gyümölcs lédúsága nagyméretű sejtekkel hozható összefüggésbe.(McAtee et al., 2009)

## 2.7. Alma polifenol szintje

A gyümölcsök fontos polifenol források. A polifenolok olyan bioaktív növényi vegyületek, amelyek erős antioxidáns hatással rendelkeznek. Az antioxidáns aktivitása nagyobb, mint az egyes alapvető vitaminoké, így jelenlétük egészségügyi szempontból meghatározó a gyümölcsben. (Iacopini et al., 2010)

Egy kísérlet alkalmával az almale készítés során melléktermékként jelentkező almatörköly polifenol mennyiségét vizsgálták, miközben egyes paramétereket (Ph, hőmérséklet) változtattak. Kiderült, hogy a polifenol nagyon jól bírja a különböző 70-95 °C között történő hőkezelést, mivel mennyisége kismértékben változott, mikor a mintákat ebben a hőmérséklettartományban 10, 20, valamint 30 percig kezelték.

4. ábra: A polifenol szint változása különböző pH értéken és hőmérsékleten



Forrás: (Chen et al., 2014a)

A pH hatásását a polifenol szintre két különböző hőmérsékleten 80 °C-on és 90 °C -on mérték. Megállapítható, hogy a különböző pH értéken a 90 °C-os minta legtöbb esetben nagyobb polifenol értéket mutatott. Mérés során kiderült, hogy az optimális pH-értéke 5,0 volt. Itt mind 80 °C-on mind a 90 °C -on hőkezelt minta nagyobb polifenol értékkel rendelkezett, mint a kontroll. A polifenol tehát jól bírja a pH változást. A hőkezelés, a cukor koncentrációja és az almapolifenol-tartalom jelentősen befolyásolta a C vitamin-tartalmat. Megállapításra került, hogy a polifenol meg tudja akadályozni a C vitamint az oxidációtól. (Chen et al., 2014)

Egy kutatás során 60, 70, 80 és 90 °C-on hőkezelték 5 fajta almát (Champion, Golden Delicious, Rubín, Idared and Goldstar) sous-vide módszerrel, valamint hagyományos hőkezelési eljárással. A kutatás során kontroll minták is voltak, amik semmilyen kezelésnek nem voltak kitéve. Legalacsonyabb polifenol szint a hőkezeletlen almában volt, tehát a hőkezelés növelte a polifenol szintet a mintákban. Elmondható, hogy a sous-vide módszerrel kezelt almák lényegesen magasabb polifenol szinttel rendelkeztek, mint a hagyományos módszerrel kezelt társaik. A polifenol szintet nem csak a hőkezelés módja, de gyümölcs típus és fajtája is befolyásolja. Egy korábbi tanulmány során hőkezelés hőmérsékletét 70 °C-ról 95 °C-ra

emelték, ebben az esetben is az almák polifenol szintje nőtt a kontrollhoz képest. Hosszan 40 percnél tovább viszont nem szabad ebben a tartományban tartani az almát, mert az a polifenol szint csökkenéshez vezet. Növekedést a sejtfalakból, illetve az alma más összetevőiből való hő hatására bekövetkezett felszabadulás okozhatja. (Dordević et al., 2024)

## **2.8. Sous-vide technológiával hatása az alma tulajdonságaira**

Számos korábbi tanulmány meghatározta, hogy a különböző hőkezelések megváltoztatják az alma szerkezeti, mechanikai és felületi tulajdonságait. A hagyományos hőkezelési módok jelentősen csökkentik a különböző egészséges anyagok mennyiségét a folyamat során. Sous-vide megoldást nyújthat erre. Egy korábbi tanulmány során, a hőkezelés hatásának kinetikáját vizsgálták az alma textúrájára, kimutatta, miszerint a hőkezelés ideje és hőmérséklete befolyásolja az alma olyan tulajdonságait, mint rágóság, kohézióképeség és keménység. Ezek a változások a gyümölcs sejtfalának és sejtmembránjának lebomlásának köszönhető, amit a pektin szerkezetének, összetételének módosulása hoz létre.

Ezek a tulajdonságok megváltozás mértéke, az alma fajtájától jelentősen függték. A sous-vide technológia egy alternatíva lehet, annak érdekében, hogy a lehető legnagyobb mértékben megőrizzük a gyümölcs állománybeli tulajdonságait hőkezelés után. További kutatások szükségesek ezen a területen, hogy pontosan megértsük milyen mechanikai folyamatok zajlanak le, a növényi szövetek bonyolultsága viszont megnehezíti az előrehaladást. (Ortiz et al., 2017)

A már korábban említett kísérletben, ahol 60 70 80 90 °C-on hőkezelték 5 fajta almát (Champion, Golden Delicious, Rubín, Idared and Goldstar) sous-vide technikával, valamint hagyományos főzési módszerrel. Többek között azt is vizsgálták, hogy milyen változások mennek végbe a sejtek struktúrájában. A kutatás során kontroll mintákkal dolgoztak, amik semmilyen kezelésnek nem voltak kitéve. Megállapították, hogy a kutikula mindegyik hőkezelés hatására sérült, viszont sous-vide kezelt almák esetében a sérülés mértéke kisebb volt. A hőmérséklet emelésével a növényi alapszövet és kutikula sérülésének mértéke nőtt.

Összeségében a Goldstar fajta bírta legjobban hőkezelést, mivel a növényi szövetkárosodás itt volt a legkisebb az 5 fajta közül.

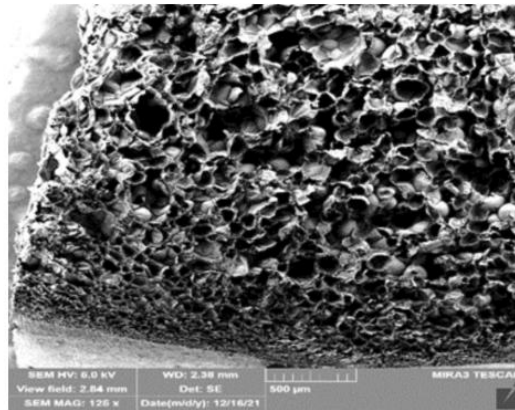
Bár néhány esetben találtak enyhe összefüggést. A sejtszerkezet változásának mértékét nagyban az alma fajtája határozza meg. Ez támasztja alá az Idared elektronmikroszkópos képei, ahol a hagyományos hőkezeléssel kezelt minta elektronmikroszkópos képe jobban hasonlítanak a kontrol minta felvételére, mint a sous-vide módszerrel kezelt.

Az is megállapítható, hogy a kutikula alatti sejtek átlagos mérete nincs összefüggésben az almát ért hőkezelés fajtájától és mértékétől. A hőkezelés után mért sejtek nagysága nagy változékonyságot mutatott. Ezen kívül azt

tapasztalták, hogy a hőkezelt minták kevesebb vágott sejt mellett több leválasztott egységet tartalmaztak, vagyis hőkezelés hatására a sejtek leválnak.

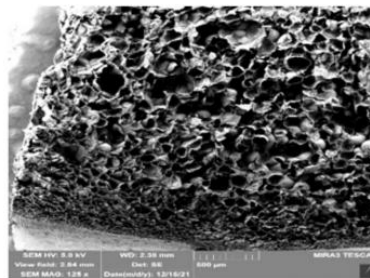
A hő befolyásolta a sejtmembránokat és sejtfalakat alkotó fehérjék negyedleges szerkezetét. A membránok szerkezetének károsodása zavart okozott a homeosztázisban. Ezek a változások

5. ábra: A hőkezelés nélküli kontroll minta elektronmikroszkópos képe (Idared)

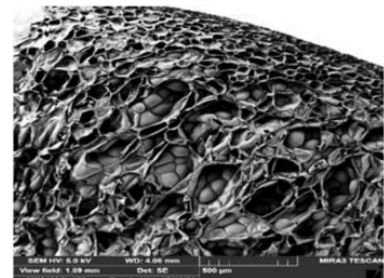


Forrás: (Dordević et al., 2024)

6. ábra: A hagyományos hőkezeléssel 60 °C és 70 °C-on kezelt minta (Idared)



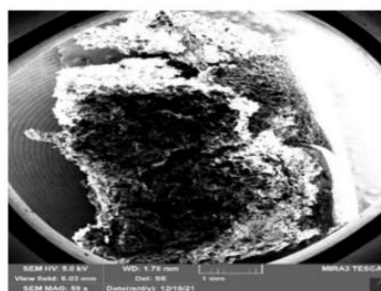
60 °C, without vacuum



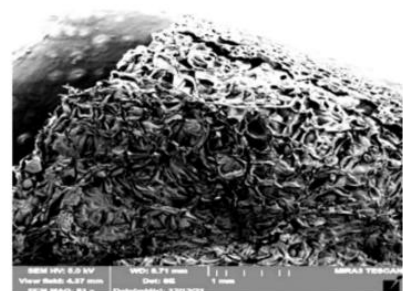
70 °C, without vacuum

Forrás: (Dordević et al., 2024)

7. ábra: A sous-vide technikával 60 °C és 70 °C-on kezelt minta (Idared)



60 °C, vacuum



70 °C, vacuum

Forrás: (Dordević et al., 2024)

növelték a membránok átteresztőképességét, ami miatt fokozódott az elektrolitok és egyéb molekulák vesztesége. A citoplazma egy része, valamint a belső térben lévő pigmentek kifolyhattak, és kitölthették a sejtek közötti tereket. A citoplazmában lévő folyadék szivárgása a sejtek közötti terekbe a sejtek vízvesztését okozta.

Egy korábbi kutatás szerint a sejszervecskék megléte is különbség a főtt és a nyers minták között. A hőkezelés károsítja a sejszervecskék membránjait is, emiatt tartalmuk kiömlik a citoplazmába. Ezt burgonyamintákon korábban igazolták. (Dordević et al., 2024)

Egy kutatás során sous-vide főzési módszer hatását vizsgálták 2 különböző almafajtára (Mondial Gala és Granny Smith). Arra voltak kíváncsiak, hogy milyen állománybeli változáson megy végbe az alma különböző hőmérsékletű és idejű szuvidálás során.

A sous-vide főzés után különböző tesztekkel végeztek el alma ellenállóságának mérésére. Főzés során 65 °C-ot alkalmazva nem vettek észre nagy eltérést a 2 fajta keménységi ellenállása között. Különös dolgot fedeztek fel azonban más hőmérsékleteknél. 36 °C és 48 °C közötti hőmérséklet alkalmazás után a Granny Smith fajta keménységi értékei jelentősen nagyobbak voltak, mint a másik fajta esetében. Nagyobb hőmérsékleten 82 °C fölött viszont ez már nem volt elmondható. Ekkora hőmérsékleten a Mondial Gala alma ellenállási értékei legalább kétszer akkoraak voltak, mint a másik fajtánál. Így kimondható, hogy a Mondial Gala alkalmasabb vákuumfőzéshez, mint a Granny Smith.

Magas hőmérsékleten az almák puhulásának üteme fokozatosan csökkent. A textúra megváltozásában nem a hőközlés hatására végbemenő sejtfal anyagok kivonásának mennyisége, inkább a sejtfal poliszacharidok összetételében a kezelés hatására végbemenő változások játszhatalnak szerepet.

További kutatás szükséges a gyümölcsök hőkezelése alatti textúra változások részletesebb megértésére, figyelembe véve más enzimaktivitásokat és a sejtfalban bekövetkező további változásokat. (Ortiz et al., 2017)

Érdekességként egy korábbi tanulmány épp az ellenkezője került megállapításra, a keményég ugyanis növekedett. Igaz ebben a kísérletben alacsony nyomást alkalmaztak és más gyümölcsöt (licsi) vizsgáltak. (Rinaldi et al., 2024)

### ***3. Anyagok és módszerek***

#### **3.1. A kísérlet bemutatása**

A kísérlet során almaszeleteken (idared) 60 °C, 70° C és 80 °C-os sous-vide hőkezelést alkalmaztunk. Ezután tároltuk az almákat, és az egyes paraméterek (tömeg, szín, Ph, állomány) változását követtük nyomon. Paramétereket közvetlenül a mérés után (0. nap), valamint a mérés utáni 2., 5., 7., 14., és 21. napon vizsgáltuk. A kísérlet során kontroll mintát is használtunk. A méréseink alkalmával az egyetem Állatitermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék laborjait használtuk. Ahogy már említettem a méréseket egyik szaktársammal közösen végeztem, aki HHP kezelést alkalmazott az almaszeleteken. Igyekeztünk végig egymás munkáját segíteni.

*8. ábra: Becsomagolt almaszeletek sous-vide hőkezelése*



*Forrás: Saját kép*

#### **3.2. A kísérlet részletes bemutatása**

A mérés első lépéseként a tároló kamrából kivettük a megfelelő számú gyümölcsöt. Ebben a helyiségben a hőmérséklet 4 °C volt. Ezek után a szeletelés művelete következett. Egy almából összesen 3 szeletet tudunk vágni. A darabolás késsel történt, amelynek során ügyeltünk egyenlő vastagságú szeletek vágására, tökéletesen ezt viszont nem volt lehetséges kivitelezni.

Az almaszeleteket ezután az előre elkészített csomagokba tettük. Az üres csomagok átlag tömegét előzőleg megállapítottuk. A szeleteket csomagokba úgy helyeztük, hogy egy tasakba

3 szelet kerüljön, és mindegyik szelet lehetőleg különböző almából származzon. Az elkészült csomagokat egyből vákuumcsomagoltuk, hogy a lehető legkevesebb időt legyen kitéve a környezeti oxigénnek.

Párhuzamos méréseket végeztünk, így mindig 2 tasakra volt szükségünk az egyes mérési napokon. Összesen 6 mérési napot határoztunk meg előre (0., 2., 5., 7., 14. és 21.). Mindegyik hőmérséklet esetén biztonság kedvéért plusz 2 zacskót készítettünk, ha esetleg tárolás során kiszakadna, és használhatatlanná válna a minta. ( $6 \times 2 + 2 = 14$ ) Ez összesen 42 csomagot jelent mivel 3 különböző hőmérsékletű sous-vide hőkezelést alkalmaztunk. Az összes csomagot filccel beszámoztuk (1-42)

9. ábra: A becsomagolt és levákuumozott almaszeletek

A 42 csomagot 3 14-es adagra osztottuk. Az első 14 adagot 60 °C-on a másodikat 70 °C-on míg harmadikat pedig 80 °C-on 10 percig hőkezeltük. A hőkezelés után egyből lehűtöttük a tasakokat jeges vízben. Az összes tasak tömegét lemértük benne a 3 almaszelettel. Ezek után 0. napi mintákat előhagytuk, míg a többi tasakot a kamrába vittük tárolásra. Az előhagyott mintákon megmértük a különböző paramétereket (állomány szín, tömeg, Ph).



Forrás: Saját kép

A mérés során kontrollmintát használtunk, amin nem végeztünk semmilyen hőkezelést. Az almaszeletek paramétereit egyből szeletelés után mértük, és rögzítettük.

### 3.2.1. Tömegmérés

Tömegmérés a művelete során először is csomagok üres átlagtömegét állapítottuk meg. Közvetlenül hőkezelés után megmértük az összes (48 db) csomag tömegét benne az almaszeletekkel. Az előző két adatot kivonva egymással, megállapítottuk az egyes csomagokban lévő almaszeletek kiindulási tömegét. A tárolás után az egyes mérési napokon használt tasakokat kibontottuk, és benne lévő szeletek tömegét mértük meg (12. ábra). Mérés

előtt a kivált nedvességet lecsöpögtettük a szeletekről. Összeségében így meg tudtuk állapítani a tárolás során keletkező tömegvesztéséget. A tömegmérés során használt mérleg 2 tizedesjegy pontossággal mért.

*10. ábra: A tárolás utáni tömegmérés*

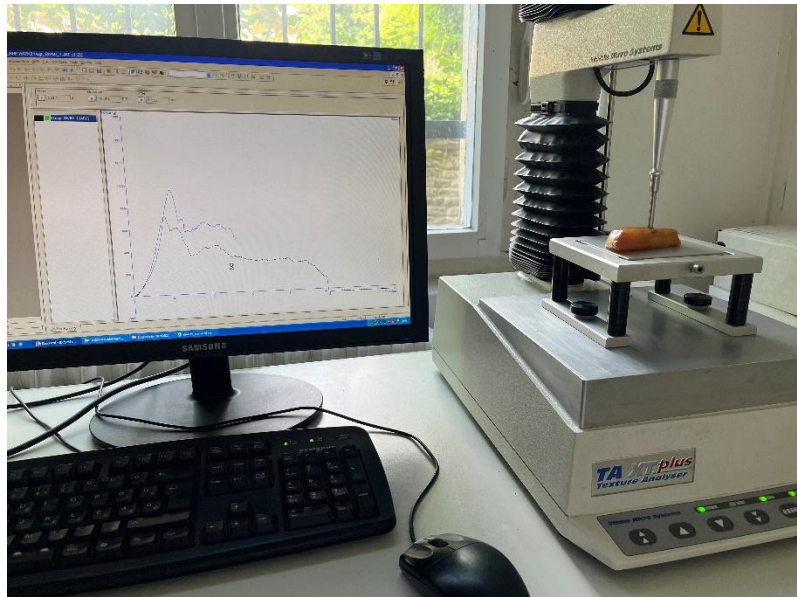


*Forrás: saját kép*

### **3.2.2. Állománymérés**

Az állománymérést a tanszéken található állománymérővel végeztem. Ez egy Stable Micro Systems TA.XTplus névre hallgató berendezés, amely használata közben a következő paramétereket állítottuk be. A behatolási mélység 20 mm, míg a behatolás sebessége 2 mm/másodperc volt. A mérések során az 5 mm átmérőjű mérőfejet használtunk. Egy mérés alkalmával összesen 18 szúrást hajtottunk végre. Értelemszerűen mindegyik hőmérséklet esetében 6 darab szúrást.

11. ábra: Állománymérés Stable Micro Systems TA.XTplus állománymérőn

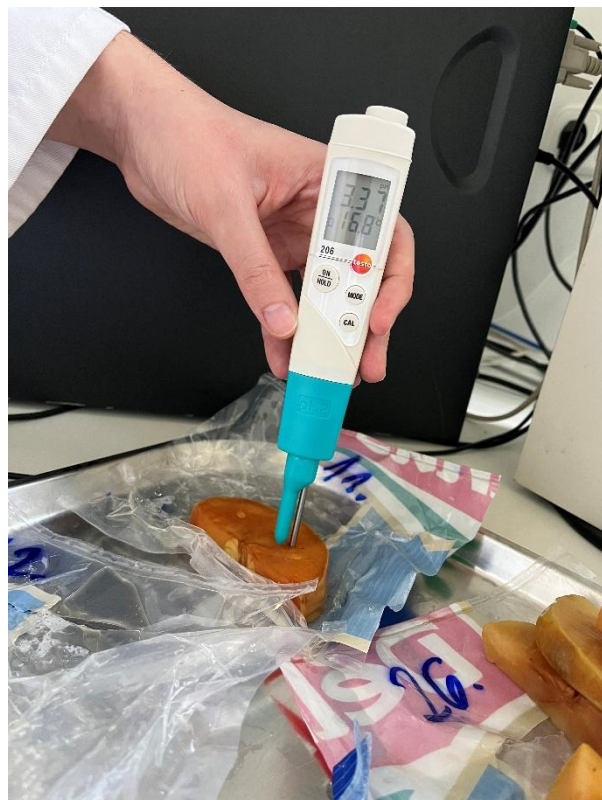


Forrás: Saját kép

### 3.2.3. Ph mérés

A Ph mérés során megvizsgáltuk a szeletek kémhatását. Erre a feladatra a tanszéken található Testo 206 típusú Ph mérő műszert használtunk. Mindegyik mérési napon 6-6 mérést végeztünk az egyes hőmérsékletek esetében. A műszert függőlegesen a szeletekbe helyeztük (14. ábra), majd a hangjelzésnél leolvastuk a mutatott értéket.

12. ábra: Ph mérés a Testo 206 Ph mérővel



Forrás: Saját kép

### 3.2.4. Színmérés

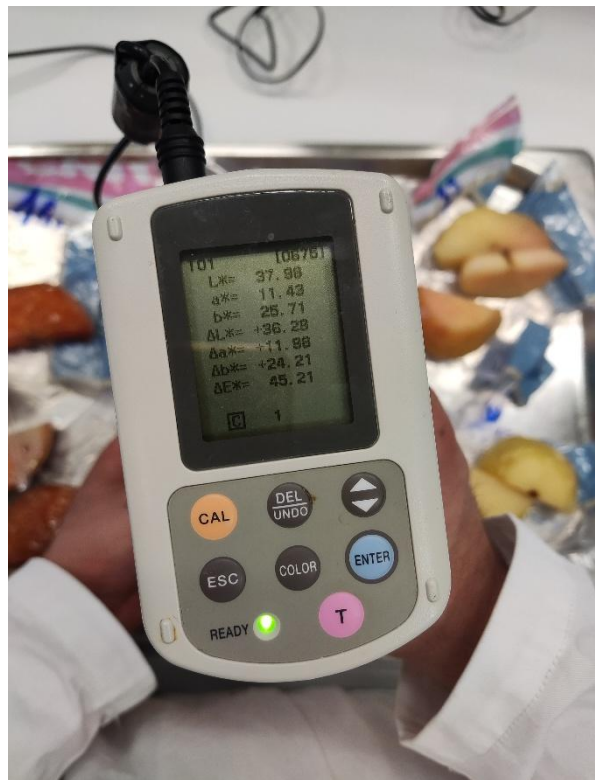
Színmérésnél egy kromatometert (Konia Minolta CR-400 ) alkalmaztunk. (15. ábra) Mérés során a szeletre helyeztük a műszer fejét, és megnyomtuk a rajta található nyomógombot. Ennek hatására xenon villanófény világította meg a felületet. A Lab színmodellt alkalmazva, mért eredményeket a kijelzőn kaptuk meg. (16. ábra) Az  $L^*$  érték a világosságot jelzi, minél kisebb az érték, annál sötétebb a mért felület. A skála 0-100 tartományban terjed. Az  $a^*$  érték a zöld-piros tartományban vesz fel számadatot. Minél nagyobb az érték, annál erősebb a piros szín a mért felületen. Végül a  $b^*$  érték a kék-sárga tartományban jelölt értéket. Mind az  $a^*$  mind a  $b^*$  128 és +127 között vesz fel számadatot. (“Milyen értéket jelent az Lab színmodell L, a, és b adata ?,” n.d.) (“Konica Minolta CR-400 / CR-410 színmérő (kromaméter),” n.d.)

13. ábra: A kromatometert (Konia Minolta CR-400 ) használat közben



Forrás: Saját kép

14. ábra: A kromatometert (Konia Minolta CR-400 ) kijelzőjén megjelenő  $a^*$ ,  $b^*$  és  $L$  értékek



Forrás: Saját kép

## 4. Eredmények és értékelésük

### 4.1. Kiértékelés varianciaanalízis (ANOVA) segítségével

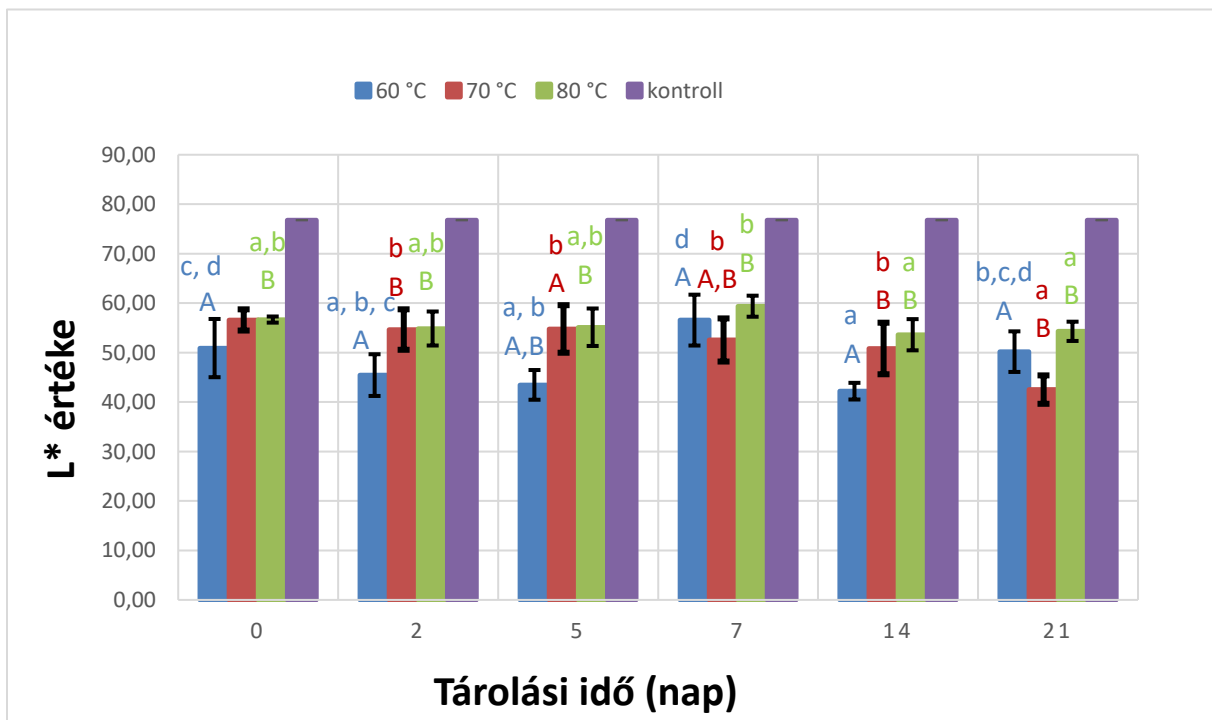
Az utolsó mérés lezárásával megkezdődött az adatok összesítése, és a grafikonok elkészítése. Több ábrát is készítettem, amelyek szemléletesen mutatják be, miként változtak a vizsgált paraméterek a tárolás során.

Varianciaanalízist hajtottunk végre, majd a Tukey post-hoc teszt segítségével állapítottuk meg, hogy melyik csoport tér el a többitől szignifikánsan. A Tukey post-hoc teszt többcsoportos összehasonlító statisztikai eljárás, amely segít megállapítani, hogy a csoportok átlaga különbözik-e egymástól szignifikánsan.

Kiértékelés során a grafikonon kis- és nagybetűvel ábrázoltam a különböző csoportokat. A kisbetűvel jelzett értékeknél adott hőmérsékleten belül vizsgálta meg a módszer különböző napokat, majd keresett összefüggést. Az alatta lévő nagy betűk során pedig tárolási napokon belül keresett kapcsolatot a különböző hőmérsékleti csoportok között.

A grafikonon az  $L^*$  (világosság) érték változását követhetjük nyomon az eltelt idő függvényében, különböző hőmérsékleten kezelt minták, valamint a kontroll minta esetében.

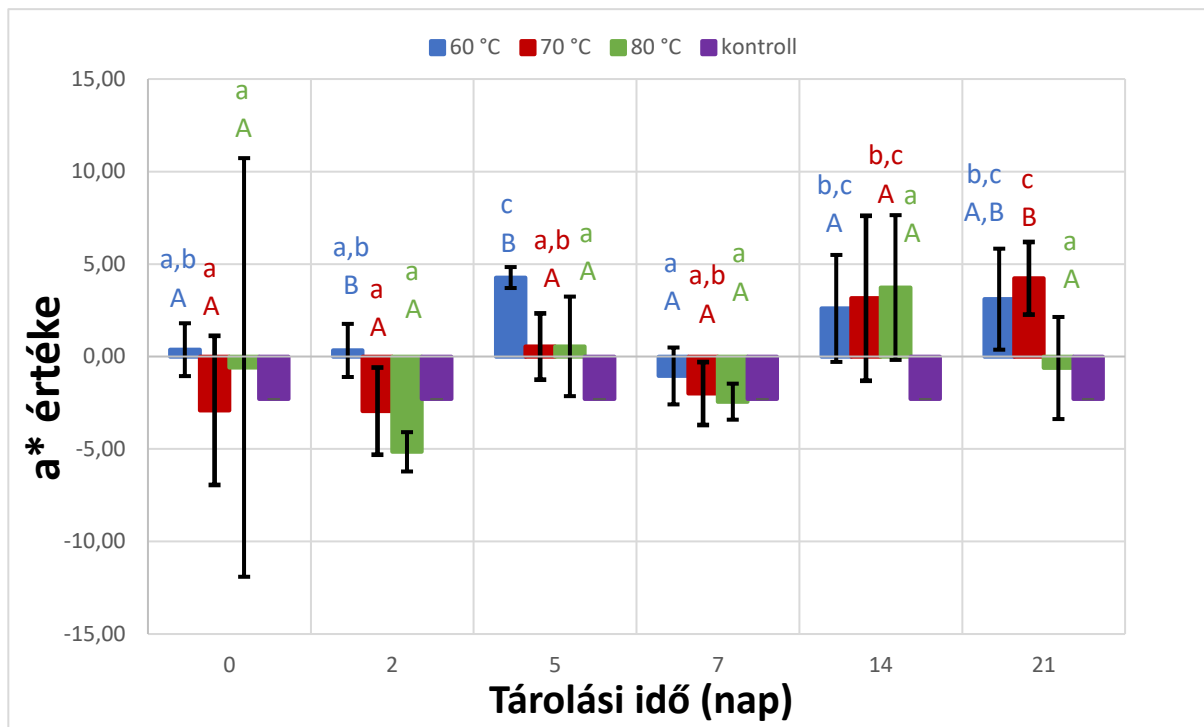
15. ábra:  $L^*$  értékek változása a tárolás alatt



Megállapítható, hogy hőkezelés hatására a szeletek színe egyértelműen sötétebbek lettek. A

hőkezelt minták esetében (60 °C, 70 °C, 80 °C) az L\* inkább csökkenő tendencia mutatkozik, tehát a szeletek színe enyhén sötétedett a tárolás során. Megfigyelhető, hogy a hőkezelés nagysága is befolyásoló tényező volt. Érdekes módon a 80 °C-on hőkezelt minták szinte minden esetben a legvilágosabbnak bizonyultak a mérési napokon, míg a 60 °C-on kezelt több esetben is a legsötétebbnek. A szórási értékek nem voltak nagyok, összehasonlítva a\* értékét bemutató ábrával.

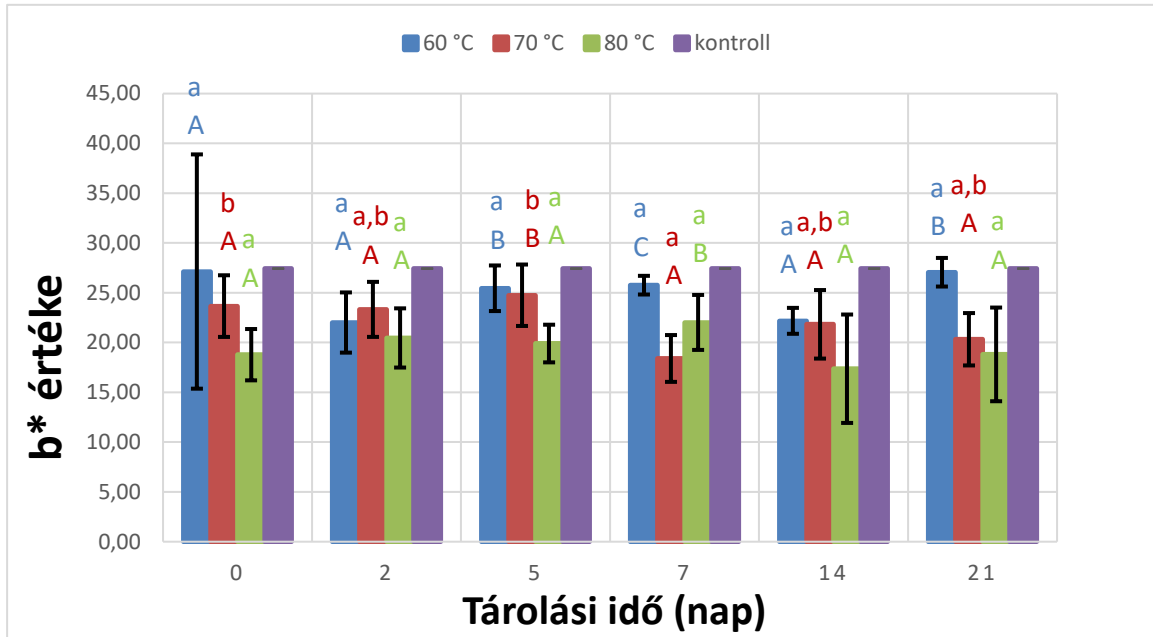
16. ábra: a\* érték változása a tárolás alatt



A grafikon az alma színérésének a\* (zöld-piros) értékeit mutatja be különböző hőmérsékleteken (60 °C, 70 °C, 80 °C) kezelt minták, valamint a kontroll csoport esetében, eltelt napokra bontva. A 80 °C-os minta esetében a 0. napi mérésnél kiugróan magas szórási érték figyelhető meg. Valószínűleg mérési hibát követtünk el, vagy a szeletek nem teljesen egyenlő vastagságából származhatott, mivel a hőkezelés nem teljesen egyenlően érvényesült a tasakban lévő almaszeleteken. A legnagyobb változás a 7. és 14. napon történt, ahol mindegyik minta egyértelműen pirosabb lett. Érdekesség, hogy a kontrollmintához legközelebbi a\* értéket mindegyik minta a tárolás 7. napján vette fel.

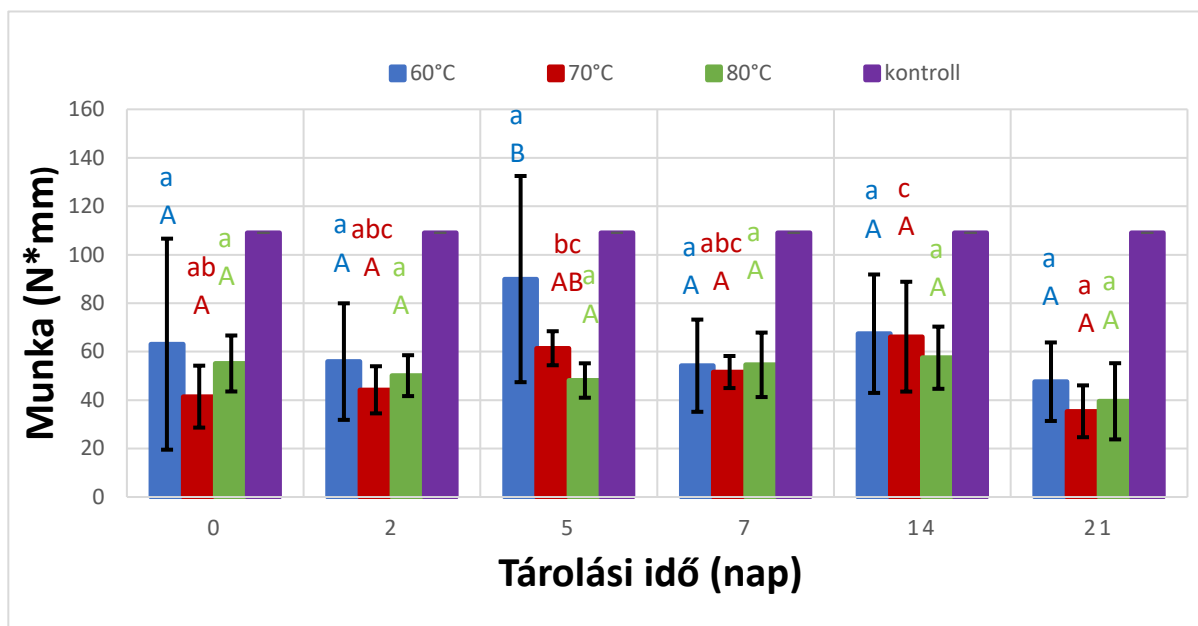
A hőkezelt minták különböző mértékben, de mind pozitív irányba mozdultak el a\* érték tekintetében a, vagyis vörösebb árnyalatot vettek fel az idő előrehaladtával.

17. ábra:  $b^*$  érték változása a tárolás alatt



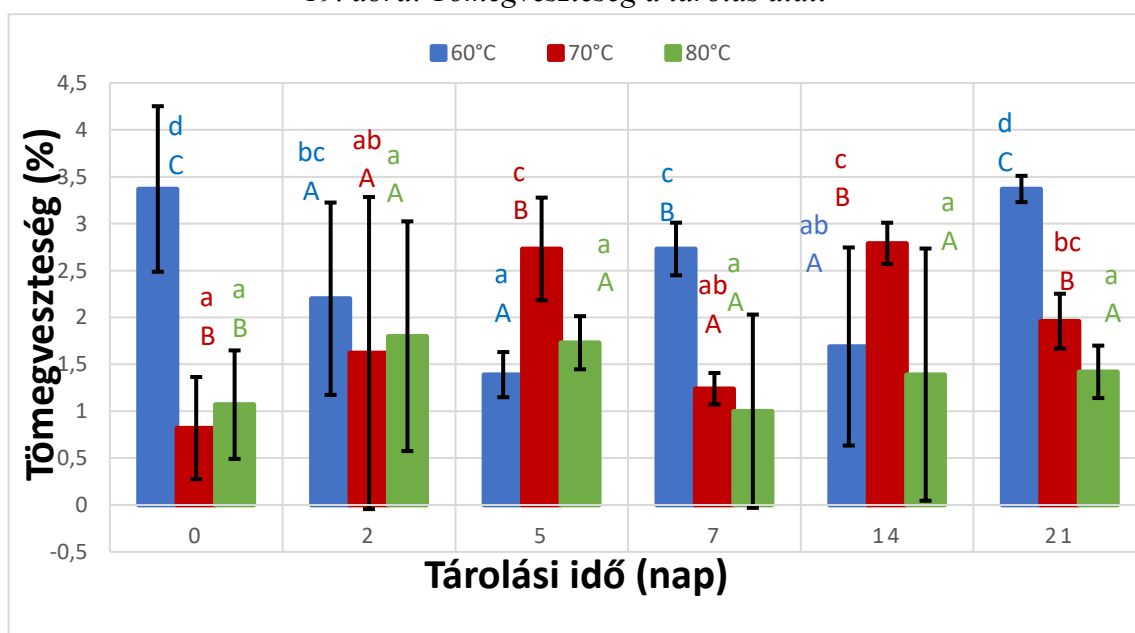
A grafikon az alma színmérésének  $b^*$  (kék-sárga) értékeit mutatja be különböző hőmérsékleteken (60 °C, 70 °C, 80 °C) kezelt minták, valamint a kontroll csoport esetében, eltelt napokra bontva. A hőkezelt almák  $b^*$  értékei minden esetben elmaradnak a kontrollétól, vagyis a hőkezelés enyhe szintompulást (kevesebb sárga komponens) okozott. Megfigyelhető, hogy a sárga szín eltűnése a legjobban a 80 °C-on hőkezelt minták esetében jellemző, míg a sárga színt legjobban 60 °C-on hőkezelt minták tartották meg a tárolás végére. A szórásértékeket tekintve 0. napi 60 °C-os minta esetében látunk nagyobb kiugrást. Míg a legkisebb szórások ugyanezen a hőmérsékleten 7. és 14. tárolási napon mért minták esetében figyelhetők meg.

18. ábra: Állományváltozás a tárolás alatt



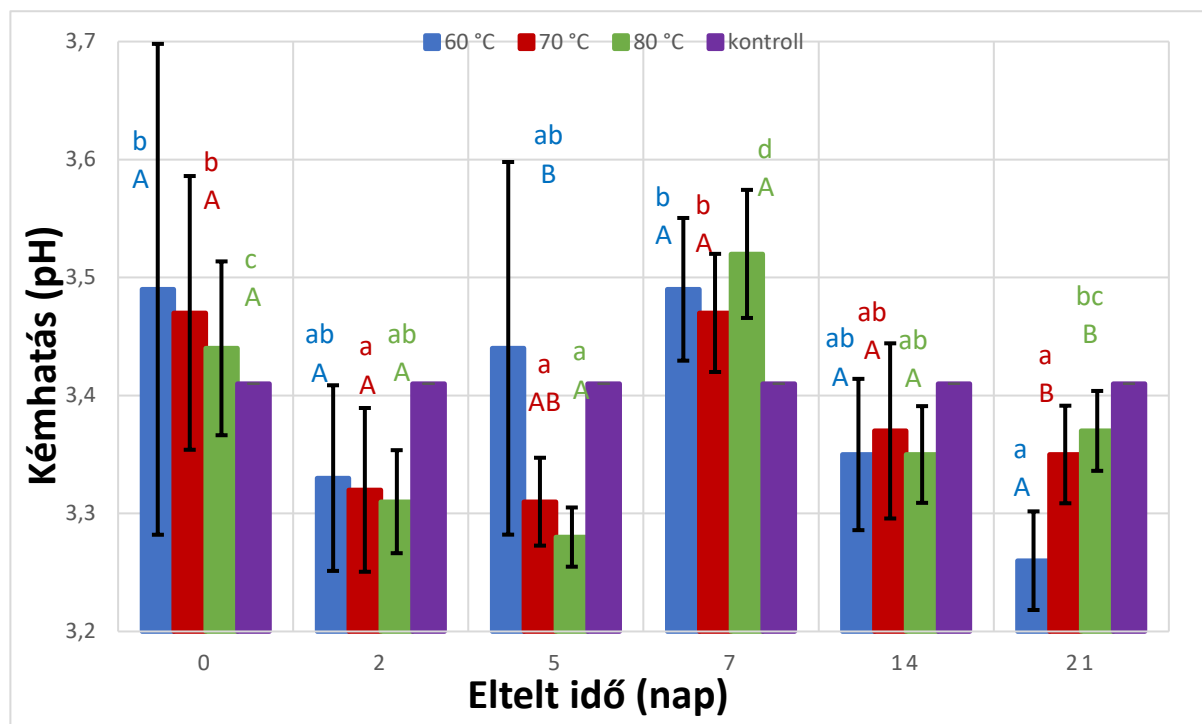
A grafikon az alma mechanikai tulajdonságát (keménység) értékeit mutatja be különböző hőmérsékleteken (60 °C, 70 °C, 80 °C) kezelt minták, valamint a kontroll csoport esetében, tárolási napokra bontva. Megállapítható, hogy az almaszeletek keménysége csökken a hőkezelés hatására, ahogy az várható is volt. A tárolás 7. napján szinte teljesen egyforma a különböző hőmérsékleten kezelt almák keménysége, és a tárolás végéig szinte teljesen egyformán, egyenlő mértékben változik, hol csökken, hol pedig növekszik. A legnagyobb változás két mérési nap között a 60 °C-os minta esetében volt megfigyelhető, ahol is a minta keménykedést mutatott. A nagy szórási érték viszont kicsit árnyalja a változás valódi nagyságát.

19. ábra: Tömegvesztés a tárolás alatt



A grafikon az alma tömegvesztését értékeket mutatja be százalékban a különböző hőmérsékleteken (60 °C, 70 °C, 80 °C) kezelt minták esetében. Az alma tömegvesztése a tárolás során mindhárom hőmérsékleten (60 °C, 70 °C, 80 °C) bár eltérő tendenciában, de csökkenést mutatott. A grafikon a kezelés előtti tömegből számítja a tömegvesztés százalékban. Összeségében elmondható, hogy a legnagyobb tömegvesztések a 60 °C-os minta esetében voltak tapasztalhatók 0. és 21 napon. Itt közel 3,5 %-os tömegvesztés figyelhető meg.

20. ábra: pH változása a tárolás alatt



A grafikon az alma pH értékeinek változását mutatja be különböző hőmérsékleteken (60 °C, 70 °C, 80 °C) kezelt minták, valamint a kontroll csoport esetében, eltelt napokra bontva. A minták pH értékei végig egy szűk tartományba (3,25-3,52) mozogtak a kísérlet során. A pH második napi csökkenése után gyors növekedés figyelhető meg, ami a 7. napon tetőzik mindegyik minta esetében. Ezután lassú csökkenést tapasztaltunk. A kontrollhoz képest 2., 14., és 21. napon minden minta Ph értéke kisebb értéket mutatott. A legnagyobb szórás értékek a 60 °C-os minta esetében volt tapasztalható a 0. és 5. napon.

## 4.2. Korreláció táblázat

A korreláció táblázatban több szignifikáns összefüggés is észrevehető, ezek mind színes mezőben láthatóak. A bordó színű négyzetekben a szignifikanciaszint 0.01 értéken található erős összefüggések láthatók, míg a citromsárga a gyengébb 0.05 szignifikanciaszinten előforduló kevésbé erős kapcsolatokat jelöli. Az egyik legjelentősebb az L\* és a\* közötti negatív korreláció. Ez arra utal, hogy az L\* csillag növekedésével az a\* értéke csökken, tehát a világosabb minták zöldes irányba tolódnak el. L\* és b\* között enyhébb korreláció figyelhető meg, tehát a világosabb minták kicsit sárgás irányba mozdulnak el. Dm és L\* közötti korreláció arra utal, hogy a minta víztartalma és világossága között összefüggés van. A legerősebb összefüggés nem meglepő módon az Fmax és munka között áll fenn. Ez mechanikai szempontból teljesen logikus, az állománymérő műszer nagyobb Fmax-al rendelkező minták esetén nagyobb munka kifejtésére szorult a minták áthatolása érdekében.

2. táblázat: Korreláció táblázat

		Correlations						
		L	a	b	Fmax	munka	pH	Dm
L*	Pearson Correlation	1	-,400**	,212*	0.035	,218*	0.145	-,380**
	Sig. (2-tailed)		<,001	0.024	0.709	0.02	0.124	<,001
	N		114	114	114	114	114	114
a*	Pearson Correlation		1	0.184	0.086	0.042	-0.135	,181
	Sig. (2-tailed)			0.05	0.362	0.66	0.152	,054
	N			114	114	114	114	114
b*	Pearson Correlation			1	-0.007	0.149	0.061	,159
	Sig. (2-tailed)				0.943	0.113	0.519	,091
	N				114	114	114	114
Fmax	Pearson Correlation				1	,717**	0.057	,024
	Sig. (2-tailed)					<,001	0.545	,799
	N					114	114	114
munka	Pearson Correlation					1	0.132	-,125
	Sig. (2-tailed)						0.163	,185
	N						114	114
pH	Pearson Correlation						1	-,197*
	Sig. (2-tailed)							,036
	N							114
Dm	Pearson Correlation							1
	Sig. (2-tailed)							
	N							

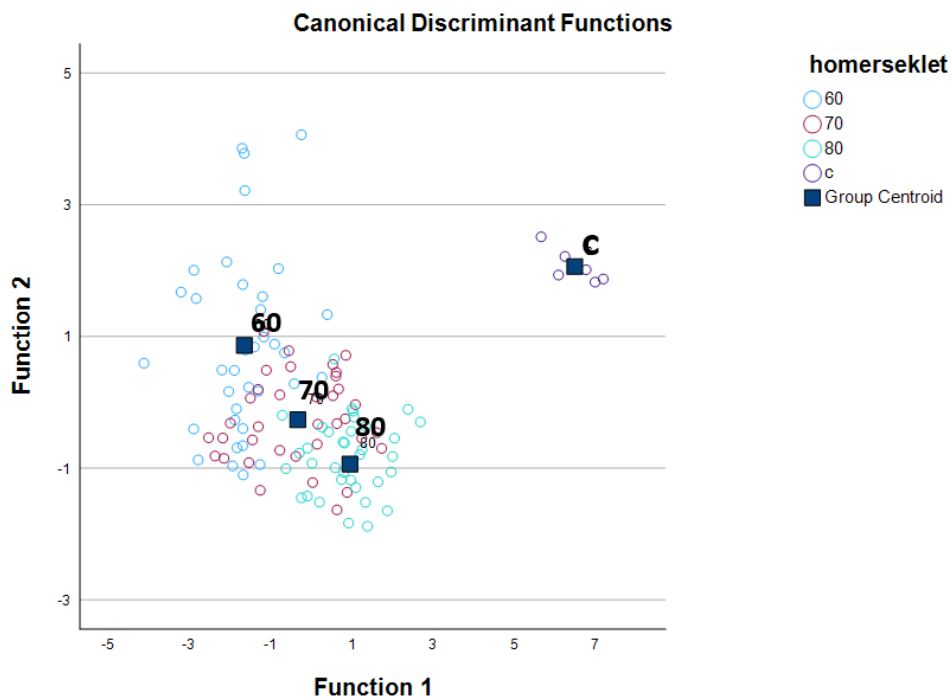
\*\*Szignifikáns korreláció 0.01 szignifikanciaszinten

\*Szignifikáns korreláció 0.05 szignifikanciaszinten

### 4.3. Eredmények kiértékelése a kanonikus diszkriminancia függvények segítségével

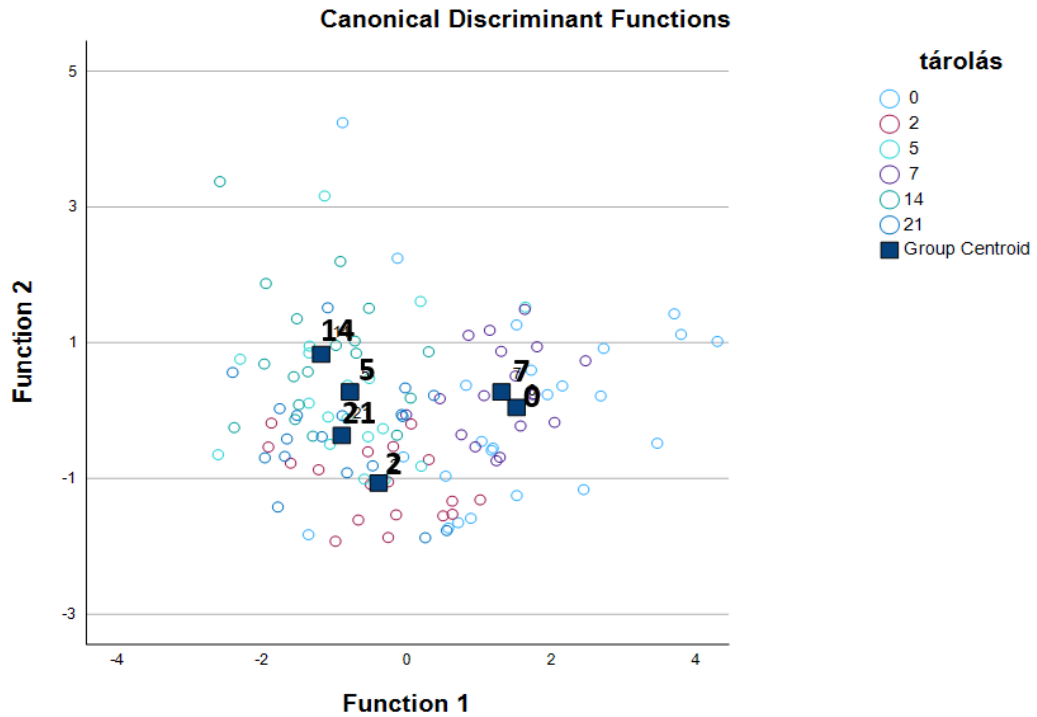
A kanonikus diszkriminancia függvények módszerének lényege, hogy igyekeznek a csoportokat minél jobban elkülöníteni egymástól úgy, hogy a csoporton belüli szórás minél kisebb legyen. A módszer azokat a függvényeket veszi számításba, ami a lehető legjobban tudja elválasztani az egyes csoportokat.

21. ábra: A diszkriminanciaanalízis ábrája a kezelési hőmérséklet szerint csoportosítva



Ebben az esetben a módszer összesen három függvény alapján választotta szét a csoportokat. A c-vel jelölt kontroll csoport egyértelműen elkülönül a hőkezelt mintáktól. A legnagyobb átfedés a 70 hőmérséklet csoport esetén van jelen. Legnagyobb hibaszázalék az ebbe a csoportba történő besorolás esetén lép fel. A keresztvalidáció értéke 63,2%, ami közepes eredménynek számít.

22. ábra: A diszkriminanciaanalízis ábrája a tárolási napok szerint csoportosítva



Ennél a számításnál 5 függvény került felhasználásra. A 2 és 7 napos tárolás csoport egyértelműen elkülönül a többi csoporttól. A többi tárolás napi eredmények nagyobb átfedést mutatnak egymás között. A besorolási pontosság jelentősen alacsonyabb, mint a hőmérséklet szerinti beosztásnál. A különbségek itt kevésbé egyértelműek. A 45,6% keresztvalidációs helyesség viszonylag alacsonynak számít, ami arra utal, hogy a minták jellemzői nem elég jól különítik el egyértelműen a tárolási időpontokat.

## **5. Következtetés és javaslatok**

A hőkezelés erőteljes hatást gyakorolt az alma világosságára, míg a tárolás során e paraméter változása már nem volt jelentős. Mind a három különböző hőmérsékleten kezelt minta esetében megfigyelhető egy vöröses színváltozás tárolás során, amit enzimatikus folyamatok okozhatnak. A b \* tárolás alatt és a hőkezelés hatására sem változik nagyobb mértékben, így megállapítható, hogy a sárga színanyagok ellenálltak a tárolás és a hőkezelés hatására.

A mechanikai tulajdonságokból megállapítható, hogy a hőkezelés lágyítja a szöveteket. Tárolás során tömegveszteség csökkent minden csoportnál, sokszor ingadozások figyelhetők meg a különböző napok között, ez annak tudható be, hogy olykor a tömegméréshez nem egyenlő módon készítettük elő a mintákat. Kémhatást tekintve az almára jellemző gyengén savas érték maradt végig. Kisebb ingadozások láthatók, amiből szerves savak felszabadulásra következtethetünk.

A mérések eredményeiből megállapítható, hogy a sok esetben nem lineáris összefüggésekről beszélhetünk. Az is megfigyelhető, hogy a hőmérséklet jobban befolyásoló tényező a minták csoportosításában, mint a tárolási napok. Sokszor nem a várt lineáris összefüggéseket kaptunk kiértékelés során. Ez több tényező miatt is előfordulhatott. A kapott eredményeket befolyásolta a kísérlethez használt almaszeletek vastagsága. Bármennyire is próbáltunk egyenlő szeleteket vágni, ezt teljesen tökéletesen nem volt lehetséges kivitelezni a rendelkezésre álló eszközökkel. A felhasznált almák eredetéről nem sok információ állt rendelkezésünkre, nem tudjuk, hogy az összes almát egy helyen, egy időben szedték-e és hogy meddig tárolták őket. A felhasznált almáknál jelen voltak kisebb-nagyobb mechanikai sérülések, amik ugyancsak befolyásoló tényezők lehettek. Ahhoz, hogy megállapítsuk, egyes paraméterek változása mennyire függ az almafajtájától, meg kéne ismételni a kísérletet egy másik fajtát alkalmazva, mivel összehasonlításához nem áll rendelkezésre hasonló tanulmány.

Összességében úgy gondolom, hogy számos olyan eredmény született, amelyek pontos okát jelenleg nem tudjuk egyértelműen meghatározni. A méréseket érdemes lenne megismételni, különös figyelmet fordítva az utólag felismert hibák kiküszöbölésére, vagy éppen a kezelés hőmérsékletének, idejének módosításával. Kontrollminta paramétereit csupán a 0. napon mértük le, és nem tároltunk. Úgy gondolom egy hőkezelés nélküli minta paramétereinek tárolás ideje alatti nyomon követése is hasznos lehet.

## **6. Összefoglalás**

A dolgozat során a sous-vide hőkezelés, valamint az ezt követő tárolás hatását vizsgáltuk Idared almafajtán. A kísérletben három különböző hőmérsékleten (60 °C, 70 °C, 80 °C) alkalmaztuk a sous-vide kezelést. A vizsgált paraméterek között szerepelt az állomány, a szín, a pH-érték és tömegveszteség. Ezeket a paramétereket a hőkezelés utáni 0., 2., 5., 7., 14. és 21. napon mértük. A vizsgálat során kontroll mintát is használtunk, és párhuzamos méréseket végeztünk.

A kutatás célja az volt, hogy megvizsgáljuk a sous-vide főzési technika, valamint az ezt követő különböző hosszúságú tárolás hatását a vizsgált paraméterekre, és feltárjuk az ezek mögötti összefüggéseket különböző hőmérsékleten és tárolási időn keresztül.

A méréseket az egyetem laboratóriumában végeztük, ahol a paraméterek méréséhez rendelkezésünkre álltak az intézmény által biztosított eszközök.

Összeségében a keménység csökkenése volt megfigyelhető, amely a kezelési hőmérséklet és a tárolási idő függvényében alakult. A színváltozások vöröses irányba tolódtak a tárolás során. A pH értékek stabilitást mutatott, a tömegveszteség bár hullámzóan, de mindenhol csökkent a hőkezeletlen mintához képest.

Az alkalmazott statisztikai elemzések lehetővé tették a különböző kezelési hőmérséklet és tárolás szerinti minták csoportosítását és összehasonlítását, továbbá rávilágítottak arra, hogy a tárolási idő kisebb hatással bír az egyes paraméterekre, mint a hőkezelés.

Sokszor kaptuk olyan eredményt, amire nem találtunk pontos magyarázatot, ennek pontos megállapítására további mérések lennének szükségesek, vagy a kísérlet megismétlése.

## 7. Irodalomjegyzék

- Latoch, Głuchowski, A., Czarniecka-Skubina, E., 2023. Sous-Vide as an Alternative Method of Cooking to Improve the Quality of Meat: A Review. *Foods* 12, 3110.  
<https://doi.org/10.3390/foods12163110>
- Asharf, S., Bhat, K.M., Mir, M., Hussaini, A.M., Masoodi, K.Z., Bhat, S.A., Ahad, S., Mumtaz, S., n.d. Morphological characterization of wild apple genotypes in Kashmir valley.
- Baldwin, D.E., 2012. Sous vide cooking: A review. *Int. J. Gastron. Food Sci.* 1, 15–30.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2011.11.002>
- Chen, J., Sun, H., Wang, Y., Wang, S., Tao, X., Sun, A., 2014. Stability of Apple Polyphenols as a Function of Temperature and pH. *Int. J. Food Prop.* 17, 1742–1749.  
<https://doi.org/10.1080/10942912.2012.678531>
- Creed, P.G., 1995. The sensory and nutritional quality of 'sous vide' foods. *Food Control* 6, 45–52.  
[https://doi.org/10.1016/0956-7135\(95\)91453-R](https://doi.org/10.1016/0956-7135(95)91453-R)
- Dordević, D., Kalcakova, L., Lankovova, A., Dordevic, S., Pospiech, M., Tremlová, B., Kushkevych, I., 2024. Application of sous-vide technology in the processing of different apple cultivars and its effect on physico-chemical properties. *Eur. Food Res. Technol.* 251, 15–29.  
<https://doi.org/10.1007/s00217-024-04609-6>
- Feliciano, R.P., Antunes, C., Ramos, A., Serra, A.T., Figueira, M.E., Duarte, C.M.M., Carvalho, A.D., Bronze, M.R., 2010. Characterization of traditional and exotic apple varieties from Portugal. Part 1 – Nutritional, phytochemical and sensory evaluation. *J. Funct. Foods* 2, 35–45.  
<https://doi.org/10.1016/j.jff.2009.12.004>
- Ghumika Pandita, Yuvraj Khasherao Bhosale, Pintu Choudhary, 2023. Sous Vide: A Proposition to Nutritious and Superior Quality Cooked Food. *ACS Food Sci. Technol.* 3, 592–599.  
<https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.2c00393>
- Iacopini, P., Camangi, F., Stefani, A., Sebastiani, L., 2010. Antiradical potential of ancient Italian apple varieties of *Malus × domestica* Borkh. in a peroxy-nitrite-induced oxidative process. *J. Food Compos. Anal., Horticulture, Biodiversity and Nutrition* 23, 518–524.  
<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2009.05.004>
- Ilic, Z., Fallik, E., 2017. Hot Water Treatments. <https://doi.org/10.1201/9781315370149-9>
- Kabelitz, T., Schmidt, B., Herppich, W.B., Hassenberg, K., 2019. Effects of hot water dipping on apple heat transfer and post-harvest fruit quality. *LWT* 108, 416–420.  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.03.067>
- Kathuria, D., Dhiman, A.K., Attri, S., 2022. Sous vide, a culinary technique for improving quality of food products: A review. *Trends Food Sci. Technol.* 119, 57–68.  
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.11.031>
- Konica Minolta CR-400 / CR-410 színmérő (kromaméter), n.d. . Primet Kft. URL  
<https://primet.hu/termek/cr-400-cr-410/> (accessed 6.22.25).
- Latoch, Głuchowski, A., Czarniecka-Skubina, E., 2023. Sous-Vide as an Alternative Method of Cooking to Improve the Quality of Meat: A Review. *Foods* 12, 3110.  
<https://doi.org/10.3390/foods12163110>
- Light, N., Hudson, P., Williams, R., Barrett, J., Schafheitle, J., 1988. A pilot study on the use of sous-vide vacuum cooking as a production system for high quality foods in catering. *Int. J. Hosp. Manag.* 7, 21–27. [https://doi.org/10.1016/0278-4319\(88\)90007-2](https://doi.org/10.1016/0278-4319(88)90007-2)
- McAtee, P.A., Hallett, I.C., Johnston, J.W., Schaffer, R.J., 2009. A rapid method of fruit cell isolation for cell size and shape measurements. *Plant Methods* 5, 5. <https://doi.org/10.1186/1746-4811-5-5>
- Mikulić, J., Vuković, M., Buhin, J., Fruk, M., Jatoi, M., Jemrić, T., 2016. The heating and cooling of “Idared” apple with respect to the duration of the hot water dip heat treatment. *Agric. Conspec. Sci.* 81, 109–113.

- Onyeaka, D.H., Nwaizu, C.-C., Ekaette, I., 2022. Mathematical modeling for thermally treated vacuum-packaged foods: A review on sous vide processing. *Trends Food Sci. Technol.* 126, 73–85. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.06.018>
- Onyeaka, H., Nwabor, O., Jang, S., Obileke, K., Hart, A., Anumudu, C., Miri, T., 2022a. Sous vide processing: a viable approach for the assurance of microbial food safety. *J. Sci. Food Agric.* 102, 3503–3512. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11836>
- Onyeaka, H., Nwabor, O., Jang, S., Obileke, K., Hart, A., Anumudu, C., Miri, T., 2022b. Sous vide processing: a viable approach for the assurance of microbial food safety. *J. Sci. Food Agric.* 102, 3503–3512. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11836>
- Ortiz, A., Le Meurlay, D., Lara, I., Symoneaux, R., Madieta, E., Mehinagic, E., 2017. The effects of sous-vide cooking parameters on texture and cell wall modifications in two apple cultivars: A response surface methodology approach. *Food Sci. Technol. Int. Cienc. Tecnol. Los Aliment. Int.* 23, 99–109. <https://doi.org/10.1177/1082013216659197>
- Przybylski, W., Jaworska, D., Kajak-Siemaszko, K., Sałek, P., Pakuła, K., 2021. Effect of Heat Treatment by the Sous-Vide Method on the Quality of Poultry Meat. *Foods* 10, 1610. <https://doi.org/10.3390/foods10071610>
- Rinaldi, M., Dhenge, R., Rodolfi, M., Littardi, P., Lacey, K., Cavazza, A., Grimaldi, M., Lolli, V., Cirlini, M., Chiancone, B., Ganino, T., 2024. The Effects of High-Pressure Processing Pre-Treatment on Apple Fruit for Juice Production. *Foods* 13, 2182. <https://doi.org/10.3390/foods13142182>
- Rodríguez-Arzuaga, M., Ríos, G., Piagentini, A.M., 2019. Mild heat treatments before minimal processing reduce browning susceptibility and increase total phenolic content of low-chill apple cultivars. *J. Food Process. Preserv.* 43, e14209. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14209>
- Romeo, M., Lavilla, M., Amárita, F., 2024. Microbial Food Safety of Sous Vide Cooking Processes of Chicken and Eggs. *Foods* 13, 3187. <https://doi.org/10.3390/foods13193187>
- Thathsarani, A.P.K., Alahakoon, A.U., Liyanage, R., 2022. Current status and future trends of sous vide processing in meat industry; A review. *Trends Food Sci. Technol.* 129, 353–363. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.10.009>
- Yi, M., Kong, J., Yu, Z., 2021. Effect of heat treatment on the quality and energy metabolism in “Golden Delicious” apple fruit. *J. Food Biochem.* 45. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13759>
- Norén, N., Arnold, D., 2009. Cooking Issues: The French Culinary. Institute's Tech'n Stuff Blog. URL: <http://www.cookingissues.com/>
- Milyen értéket jelent az Lab színmodell L, a, és b adata? [WWW Document], n.d. URL <https://pigmenta.hu/blog-szinhelyesség/milyen-erteket-jelent-az-lab-szinmodell-l-a-es-b-adata/> (accessed 11.3.25).

## **8. Ábrák és táblázatok jegyzéke**

### **8.1. Ábrajegyzék**

1. ábra: A cook-hold (bal) és cook-chill (jobb) módszer lépései .....	4
2. ábra: A kontrol minta és a forró vizes kezelés utáni félbevágott almaszeletek hőtérképe .....	6
3. ábra: A túlzott hőkezelés hatására bekövetkező hőkárosodás az alma felületén .....	7
4. ábra: A polifenol szint változása különböző pH értéken és hőmérsékleten .....	8
5. ábra: A hőkezelés nélküli kontroll minta elektronmikroszkópos képe (Idared) .....	10
6. ábra: A hagyományos hőkezeléssel 60 °C és 70 °C-on kezelt minta(Idared).....	10
7. ábra: A sous-vide technikával 60 °C és 70 °C-on kezelt minta (Idared).....	10
10. ábra: Becsomagolt almaszeletek sous-vide hőkezelése .....	12
11. ábra: A becsomagolt és levákuumozott almaszeletek .....	13
12. ábra: A tárolás utáni tömegmérés .....	14
13. ábra: Állománymérés Stable Micro Systems TA.XTplus állománymérőn.....	15
14. ábra: Ph mérés a Testo 206 Ph mérővel .....	15
15. ábra: A kromatometert (Konia Minolta CR-400 ) használat közben .....	16
16. ábra: A kromatometert (Konia Minolta CR-400 ) kijelzőjén megjelenő a*, b* és L értékek .....	16
17. ábra: L* értékének változása a tárolás alatt.....	17
18. ábra: a* érték változása a tárolás alatt .....	18
19. ábra: b* érték változása a tárolás alatt.....	19
20. ábra: Állományváltozás a tárolás alatt.....	20
21. ábra: Tömegveszteség a tárolás alatt .....	20
22. ábra: pH változása a tárolás alatt.....	21
23. ábra: A diszkriminanciaanalízis ábrája a kezelési hőmérséklet szerint csoportosítva .....	23
24. ábra: A diszkriminanciaanalízis ábrája a tárolási napok szerint csoportosítva .....	24

### **8.2. Táblázatjegyzék**

1. táblázat: A sous-vide módszer előnyei és hátrányai.....	2
2. táblázat: Korreláció táblázat .....	22

## 9. Nyilatkozatok

### NYILATKOZAT

HOFER KRISTOF (név) (hallgató Neptun azonosítója: GLS18L)  
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a  
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót<sup>1</sup> áttekintettem, a hallgatót az  
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól  
tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő  
védésre javaslom / nem javaslom<sup>2</sup>.

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

Kelt: 2025 év 11 hó 02 nap

  
belső konzulens

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

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendő.

<sup>3</sup> A megfelelő aláhúzendő.

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat /

diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános

hozzáféréseiről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: HOFFER KRISTÓF  
A Hallgató Neptun kódja: GLSIRL  
A dolgozat címe: SOUS-VIDE TECHOLÓGIA ALKALMAZÁSA UDAREN ALMAFAJTA  
A megjelenés éve: 2025  
A konzulens intézetének neve: ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS TECHOLÓGIAI INTÉZET  
A konzulens tanszékének a neve: ÁLLATI TERMÉK ÉS ÉLELMISZERTARTÓSÍTS  
TECHOLÓGIA

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>2</sup> egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

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

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

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

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

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

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitóri rendszerében.

Kelt: 2025 év 11. hó 02 nap

Hoffer Kristóf  
Hallgató aláírása

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

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

## Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

### 1. Általános adatok

Hallgató neve:	HOFNER Kriszta
Neptun-kódja:	GLSIBL
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb: .....
Tantárgy neve/kódja*:	SZAKDOLGOZAT
A munka címe:	SCDS-VIDE TECHNOLÓGIA ALKALMAZÁSI IDAREO ALMAZÁSÁV

\* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

### 2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

- A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.  
(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)
- B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.  
(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

### 3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrektúra, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
fordítás, megfogalmazás	PERPLEXITY PRO	

szöveg generálás / ötletelés

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve, verziója, elérhetősége	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma

--	--	--	--

**3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)**

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

*Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.*

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....  
 .....  
 .....  
 .....

**4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:**

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: Budapest, 2025. 11 hó 02 nap

[Handwritten Signature]  
 Hallgató aláírása

[Handwritten Signature]  
 Konzulens/Témavezető aláírása