

# **SZAKDOLGOZAT**

**SCHERER SZILVIA**

**2025**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**  
**Budai Campus**  
**Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet**  
**Élelmiszermérnök alapképzési szak**

**Ömlesztett sajkakészítmény tárolási kísérlete, a minőségváltozás  
nyomonkövetése az összetevők függvényében**

**Belső konzulensek:**

Pásztorné Dr. Huszár Klára  
egyetemi docens

Dr. Hidas Karina Ilona  
egyetemi adjunktus

**Belső konzulensek intézete/tanszéke:**

Állattermék és Élelmiszertartósítási  
Technológia Tanszék

**Külső konzulens:** Szommerné Egyed Linda  
Ügyvezető igazgató  
Fino-Food Kft.

**Készítette: Scherer Szilvia**

**Kaposvár**

**2025**

## Tartalom

1.Bevezetés, célkitűzés.....	4
2. Szakirodalmi áttekintés.....	6
2.1. Az ömlesztett sajt története.....	6
2.2. Az ömlesztett sajt gyártás technológiai fejlődés, és elterjedés .....	6
2.3. Az ömlesztett sajt definíciója .....	7
2.4. Az ömlesztett sajt minőségi követelményei.....	8
2.5. Az ömlesztett sajt gyártás során végbemenő folyamatok.....	9
2.6. Az ömlesztett sajt alap és adalék anyagai.....	11
2.6.1. Az adalékanyagok hatásmechanizmusai .....	12
2.6.1.1. Kalcium-kompleképzés .....	12
2.6.1.2. Emulgeáló hatás.....	12
2.6.1.3. pH szabályozás.....	12
2.6.1.4. Olvadás és újra melegítés.....	13
2.7. Ömlesztett sajt gyártástechnológiája .....	14
2.8. Az eltarthatóság előrejelzése gyorsított tárolási körülmények között .....	15
3. Anyag és módszer .....	17
3.1. Vizsgálati minta bemutatása.....	17
3.2. Tárolási kísérlet leírása .....	19
4.Vizsgálati módszerek és vizsgáló eszközök.....	19
4.1.pH mérés .....	19
5.2. Szárazanyag meghatározás.....	19
5.3. Összetett beltartalmi vizsgálat.....	20
5.4. Színmérés .....	21
5.5. Állomány mérés .....	22
5.6 Érzékszervi bírálat .....	23

<b>6. Vizsgálati eredmények.....</b>	<b>24</b>
<b>6.1 pH változás vizsgálat.....</b>	<b>24</b>
<b>6.2 Szárazanyag mérési eredmények.....</b>	<b>25</b>
<b>6.3. Összetett beltartalmi vizsgálat.....</b>	<b>25</b>
<b>6.4 Színérés eredményei.....</b>	<b>28</b>
<b>6.5. Az állomány mérés eredményei.....</b>	<b>32</b>
<b>6.6 Érzékszervi bírálat.....</b>	<b>36</b>
<b>7. Következtetések, javaslatok.....</b>	<b>39</b>
<b>8. Összefoglalás.....</b>	<b>41</b>

## 1.Bevezetés, célkitűzés

A fogyasztói társadalom egyre jobban törekszik az életmódbeli változásokra, nagyobb a kereslet a tartósítószer mentes élelmiszerek iránt, amelyek hosszú eltarthatósági idejűek, élvezeti értékük magas és nem utolsó sorban a gazdasági fenntarthatóságot is figyelembe veszik már. Az adalékanyagokkal, tartósítószerrel kapcsolatos ellenérzések háttérében a modern élelmiszeripari technológiák állnak, a mesterséges élelmiszer érzetét keltve. Az adalékanyagok egészségkárosító hatásával kapcsolatos félelmek a fogyasztói társadalomban megalapozatlanok, de az élelmiszerbotrányok miatt a fogyasztói bizodalom megingott. Emellett említést kell tenni az egyre szélesebb körben jelentkező egészségügyi problémáról az étel allergiáról, melyet sok esetben egyegy összetevő vált ki, amely származhat az adalékanyagokból is (Tarnavölgyi, 2009).

Az élelmiszeripar kihívása, hogy a fogyasztói elvárásoknak megfelelően adalékanyag mentes vagy minimális adalékanyag tartalmú és hosszú eltarthatósági idejű élelmiszert állítson elő, amely megfelel társadalmi elvárásoknak.

A minőségmegőrzési idő lejártá nem feltétlenül jelenti azt, hogy az élelmiszer nem megfelelő. A minőségmegőrzési idő lejáratá után nagy valószínűséggel az élelmiszer minősége már nem olyan, mint a friss terméké. Viszont, ha a gyártói ajánlásoknak megfelelően bontatlan, ép csomagolásban, a megfelelő körülmények között volt tárolva, a minőség változás mértéke csökkenthető (íz, szín, szag, állomány)(Internet 1, 2022). A minőségmegőrzési idő hosszát tárolási kísérletekkel lehet igazolni. A tárolási kísérlet a hosszú minőségmegőrzési idejű termékeknél nehezen nyomonkövethető és időigényes folyamat, amit a gyártók nehezen építenek a folyamataikba.

Az ömlesztett sajt a tejipar egyik meghatározó terméke, amely kedvező tulajdonságainak – például hosszabb eltarthatóságának, egységes állományának és széleskörű felhasználhatóságának – köszönhetően jelentős szerepet tölt be a fogyasztói piacokon.

Előállításá során különböző sajtfélék, tejipari termékek és adalékanyagok kombinációjával olyan készítmény jön létre, amelynek minőségét számos tényező befolyásolja.

A tárolási körülmények és az összetevők arányának változása közvetlen hatást gyakorolhat az ömlesztett sajt készítmények érzékszervi, kémiai és mikrobiológiai jellemzőire. A minőségromlás, állományváltozás, íz- vagy színeltérés komoly kihívást jelent a gyártók és a fogyasztók számára egyaránt.

Szaktervezésemben az ömlesztett sajtkészítmények minőségi változásait vizsgálom különböző tárolási hőmérsékletek hatására, az eltarthatóság növelésének céljával, tartósítószer alkalmazása nélkül. Kísérletemben két különböző gyártási tételből származó mintát vizsgálok, amelyeket 25°C-on és 50°C-on tárolok 31 napig.

A tárolás során a 9. napon, 18. napon és a 31. napon vizsgálom a minták kémiai, fizikai, valamint érzékszervi változásait. Célom, hogy feltárjam a tárolási hőmérséklet és az idő hatását a termék kémiai, fizikai és érzékszervi tulajdonságaira, és ezzel hozzájáruljak az ömlesztett sajtok stabil minőségének és hosszabb eltarthatóságának biztosításához.

Az eredmények alapján javaslatot kívánok tenni a tárolási feltételek és az összetétel optimalizálására, valamint a gyártástechnológia fejlesztésére annak érdekében, hogy tartósítószer-mentes, a fogyasztói elvárásoknak megfelelő termék legyen elő állítható.

## **2. Szakirodalmi áttekintés**

### **2.1. Az ömlesztett sajt története**

Már 1911-ben is kísérleteztek ömlesztett sajt előállításával, mikor Walter Gerber és Fritz Stettler svájci Sajt készítőik a melegebb éghajlatú országokba exportált sajtok tartósságát próbálták meghosszabbítani, és reszelt ementálit nátrium-citráttal vegyítve melegítettek. A módszert azonban James L. Kraft amerikai kereskedő, a Kraft Foods későbbi alapítója szabadalmaztatta 1916-ban, („A Process of sterilizing cheese and an improved product produced by such process”) aki a svájciaktól függetlenül találta fel az ömlesztett sajtot. A Kraft-féle sajtot kezdetben főleg az amerikai hadsereg vásárolta az eltarthatósága miatt, a háztartásokban az 1950-es évektől kezdve terjedt el, mint hamburger alapanyag. (Gaspard, 2025)

A termelés magyarországi meghonosítása (tejgazdasági szakember és szakíró) nevéhez fűződik. Gratz Ottó 1933-ban a Tejtermékek Ellenőrző Állomásának igazgatójaként kezdeményezte az ömlesztett sajtok hazai gyártását. („A Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet története, I. rész » MTKI,» 2021) Irányítása alatt kezdtek el Magyarországon ementáli sajtot és juhtejből készült roquefort-jellegű sajtokat előállítani. Ezek a termékek nemcsak a hazai piacra, hanem a nemzetközi piacokra is eljutottak, elősegítve a magyar tejipar nemzetközi elismertségét. Gratz Ottó jelentős szerepet játszott a tejgazdasági és tejipari szakképzés fejlesztésében is. 1926-ban elindította Magyarország első felsőfokú tejgazdasági és tejipari szaktanfolyamát, amely magas színvonalú elméleti és gyakorlati ismereteket biztosított a szakemberek számára. Ezen kívül ő írta meg az első magyar nyelvű tejgazdasági szakkönyvet, "A tej és tejtermékek" címmel, amely tárgyalja a tej és tejtermékek gyártásának technológiai és tudományos alapjait. Tevékenysége hozzájárult ahhoz, hogy Magyarország a tejipari termékek, így az ömlesztett sajtok előállításában és exportjában is jelentős szereplővé váljon. (Kozák, 2013)

### **2.2. Az ömlesztett sajt gyártás technológiai fejlődés, és elterjedés**

Az ömlesztett sajt technológiai fejlődése több lépcsőben zajlott, az alapötlet megszületésétől a modern ipari előállításig. Az ömlesztett sajt előállítás eredeti célja a melegebb éghajlatú országokba való értékesítése és a sajtok eltarthatóságának növelése volt. A technológia lényege, hogy többféle sajt összeolvasztása, emulgeálósók (foszfátok) hozzáadása, hőkezelés által egy hosszabb eltarthatósági idejű, egységes állományú élelmiszert alkossanak. Kezdetben az

előállítás során nem alkalmaztak emulgeáló sókat, arra vonatkozó szabadalmat az 1920-as években adtak be. Az 1920–1950-es években a csomagolás formáját és anyagát fejlesztették; megjelentek az első tubusos, tömlős és dobozos csomagolások (pl. Velveeta, Medve sajt). Ebben az időszakban az összetevők finomítása is nagy szerephez jutott, a különböző sajtok aránya, zsír- és víztartalom pontosabb szabályozása révén. Elindultak az ipari termelések, nagyobb tejüzemekben elkezdtek az ömlesztett sajtok gyártását, a hőkezelést és homogén keverést, ami stabilabb minőséget biztosított.

A modernizáció az 1950–1980-as években, ahol is megtörtént az automatizáció, amely hatására szabályozható keverők, hőmérséklet-szabályozott tartályok, folytonos pasztörözés mellett történt az ipari gyártása az ömlesztett sajtoknak. A hatékonyság növelés, az állomány javítása érdekében emulgeálósók fejlesztésére is sor került ebben az időszakban; Na- és K-foszfátokat, citrátokat alkalmaztak a stabilabb emulzió érdekében. A minőség-ellenőrzés szabályozása érdekében; mikrobiológiai vizsgálatokat, peroxidérték, pH- és vízakaktivitás-mérést határoztak meg, mint minőségi mutató. Megjelentek az alacsony sótartalmú, light és olvadós sajt készítmények. Napjainkban – 1990-es és – 2025 években további technológiai újítások történtek. Kifejlesztették az ultrahangos keverést, a nanoemulziót a zsírdiszperzió javítására. A törekedés az egészséges táplálkozás irányába; a technológiai fejlődés része a természetes antioxidánsok (pl. növényi kivonatok) hozzáadása ömlesztett sajtokhoz a lipioxidáció csökkentése érdekében. Ipari fejlődés hatására megjelent a precíziós hőmérséklet- és nyomásszabályozás az állomány optimalizálására. Korunkban a környezettudatosság fontossága érdekében a csomagolás minimalizálására való törekvés, az alacsonyabb energiafelhasználás a hőkezelésnél fontos szemponttá vált. Napjainkban piaci elvárások, fogyasztói trendek az alacsony sótartalmú termékek, növényi alapú alternatív élelmiszerek fejlesztése, a bio és hagyományos összetevők kombinációja (“Overview of processed cheese and its products,” 2022).

### **2.3. Az ömlesztett sajt definíciója**

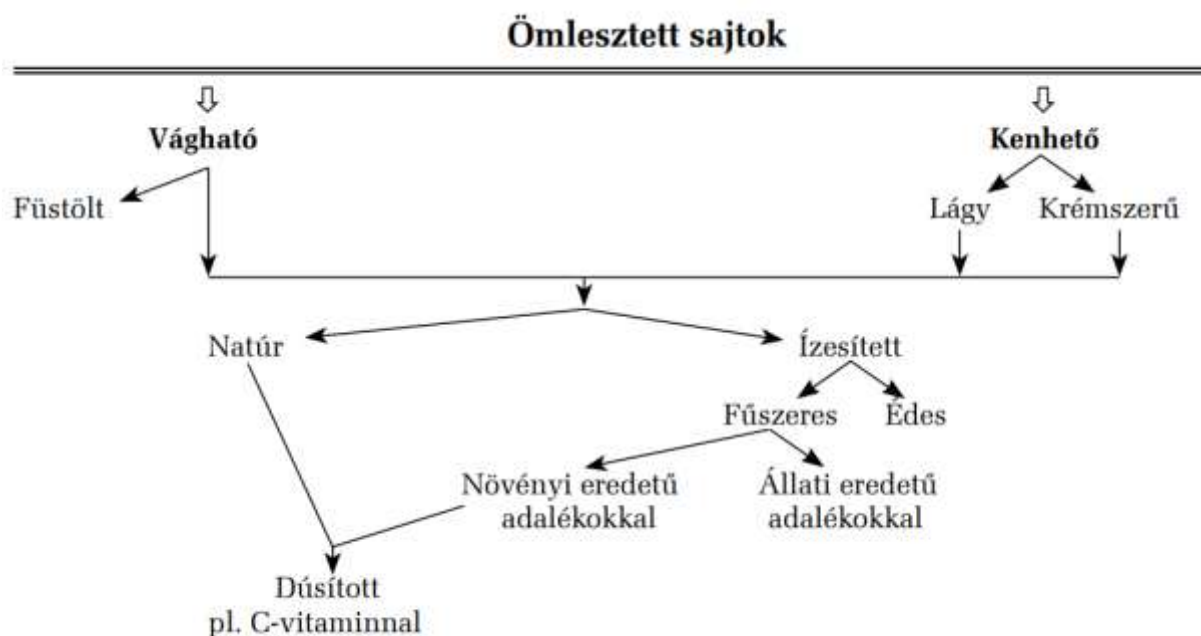
„Az ömlesztett sajt olyan élelmiszer, amelyet sajt(ok)ból, a víz és a zsírbeállításához szükséges tejszír és egyéb tejtermékek hozzáadásával, ömlesztéssel állítanak elő. Ez utóbbiak mennyisége legfeljebb annyi lehet, hogy a végtermékben a tejcukor mennyisége ne haladja meg az 5%-ot (m/m).” Az ömlesztett sajtához ízesítőanyagok is adhatóak, cukor kivételével. A megnevezett sajtfeleségű ömlesztett sajt (például „ementális ömlesztett sajt”) olyan élelmiszer, melyben „a megnevezett sajtfeleség(ek) mennyisége a sajtányad legalább 75% (m/m)-a”. Az ömlesztett



sajttal szemben a megnevezett sajtféleségű ömlesztett sajt nem tartalmazhat hozzáadott tejet, tejport, savszármazékokat, kazeinátokat. Az ömlesztett sajtkészítmény (például ömlesztett sajtkrém) esetén a sajtmennyiség legalább 51% (m/m), a tejcukor mennyiségét nem korlátozzák. A termékek készíthetők vágható vagy kenhető állománnyal, csoportosításuk az 1. ábrán bemutatva (Magyar Élelmiszerkönyv 1-3/19-1 számú előírása).

Továbbá fizikai-kémiai szempontból az ömlesztett sajt zsír-víz-emulzióként definiálható (amelyet hidratált fehérjefázis stabilizál), és viszkoelasztikus, azaz folyékony-rugalmas anyagként is jellemezhető (El-Bakry & Mehta, 2022).

**1. ábra** Az ömlesztett sajtok csoportosítása  
(Forrás: Csapó János; Tejipari technológiák)



## 2.4. Az ömlesztett sajt minőségi követelményei

Az ömlesztett sajtok fizikai és kémiai és érzékszervi követelményeit a Magyar Élelmiszerkönyv 1-3/19-1 számú előírása a tejtermékekről, az ömlesztett sajtokra vonatkozó 7. fejezetében szabályozza. Az 1. táblázat az ömlesztett sajtokkal szemben támasztott fizikai és kémiai előírásokat mutatja meg.

**1. táblázat** Az ömlesztett sajtokkal szemben támasztott fizikai és kémiai követelmények (Forrás: Magyar Élelmiszerkönyv 1-3/19-1 számú előírása)

Zsír fokozat	Zsírtartalom szárazanyagban % (m/m)	Szárazanyag-tartalom, legalább, % (m/m)	
		Vágható	Kenhető
Zsírdús	>60	52	44
Zsíros	45 <zsír <60	48	41
Félzsíros	25 <zsír <45	40	31
Zsír szegény	10 <zsír <25	36	29
Sovány	<10	34	29

A Magyar Élelmiszerkönyv 1-3/19-1 számú előírása részletezi az ömlesztett sajtokkal szemben elvárt érzékszervi követelményeket.

Az ömlesztett sajt alakja szabályos, külső megjelenésében a kérgesedés nem megengedett, felülete legyen sima, a csomagolóanyag hézagmentesen simuljon a termékre. A külső felületen alkalmazott ízesítőanyag, fűszer vagy füst egyenletesen fedje az ömlesztett sajt felületét. A csomagolással szemben elvárt követelmény tégelyes és tömlős csomagolóanyag esetén is, hogy a zárása megfelelő legyen. Az ömlesztett sajt állománya tömör szerkezetű, lehetőleg lyuk nélküli, a színe a sajt jellegének megfelelő, homogén legyen. Ízesítőanyag hozzáadása esetén a metszési felületen egyenletes eloszlású szemcsék az elvártak. Az ömlesztett sajt a felhasznált alapanyagra jellemző, ízesítés esetén pedig az ízesítőanyagra jellemző ízű és illatú legyen. Az ömlesztett sajt állománya a felhasználás tekintetében sima, kenhető vagy vágható, szájban olvadó, egynemű szemcsésedéstől mentes.

## **2.5. Az ömlesztett sajt gyártás során végbemenő folyamatok**

A gyártás célja homogén, jól kenhető vagy szeletelhető, stabil szerkezetű termék előállítás. Az ömlesztett sajt gyártása során mechanikai hatást, hőkezelést és adalékanyagok segítségével kémiai hatást fejtenek ki az ömlesztési alapanyagokra. A lezajló folyamatok során ion cserével a kalcium hidak lehasadnak, a parakazein gél szerkezet szol állapotba kerül. A fehérje szerkezet feltáródik, hidratálódik és megduzzad, a parakazein peptizálódik. A zsírfrakció a mechanikai és kémiai hatásokra emulgeálódik. A hűtés hatására a szol állapotból ismét gél szerkezetűvé

válí az alapanyag, de a gélszerkezet fizikai-kémiai szempontból homogénebb lesz. (Caric et al., 1985)

A gyártástechnológia fontos lépései: alapanyag előkészítése. Az ismert beltartalmú alapanyagokból számolni lehet a zsír, fehérje, só és szárazanyag tartalmat. Az összetevők, adalékanyagok pontos kimérésével a késztermék fizikai és kémiai paraméterei beállíthatóak. Az adalékanyagok (ömlesztősó, ízesítők) hozzáadását követően a mechanikai és fizikai műveletek következnek, homogénezés, hőkezelés, töltés, csomagolás, hűtés.

Az ömlesztett sajt gyártása során végbemenő fizikai folyamatok

- A hőmérséklet, mint befolyásoló tényező. Az alapanyagból a fehérjét hidegen, ömlesztősókkal intenzív mechanikai kidolgozás mellett fel lehet tárni, de az így feltárt fehérjeszerkezet nem fog a kívánt gélszerkezetté alakulni. Az ömlesztett sajt állomány kialakítás fontos művelete az alapanyag 65–70 °C hőmérsékletre való melegítése a fehérje feltáródás, szol- gél szerkezet kialakulása érdekében. Az ömlesztősók szerepe, hogy a fehérje szerkezet ne csapódjon ki, így a folyamat befejezése után a hűtés hatására vissza alakul gél szerkezetűvé az alapanyag. (Abd El Salam et al., 1996)

- Nyomás, vákuum alkalmazása az oxigén eltávolítása az anyagból, a habosodás megakadályozás és az oxidatív folyamatok minimalizálása miatt. Vákuum alkalmazása során az aromaanyagok egy része távozik a termékből.

- Mechanikai hatás, az erősebb keverés alkalmazásával krémesebb állományt lehet elérni, míg a kíméletes megmunkálással vágható állományt tudunk kialakítani.

Hűtés sebességének hatása a végtermékre. A hűtés sebessége a szol- gél állomány visszaalakulását befolyásolja. Ha lassan hűtjük ki az anyanyagot, akkor a gélszerkezet visszalakul, keményebb, vágható állományt kapunk, ha gyors hűtést alkalmazunk, akkor a szol szerkezet marad meg, egy kenhetőbb állomány alakul ki. (Upreti, 2008)

Kémiai hatások az ömlesztés során

- Az ömlesztési folyamathoz vízre van szükség, mely mennyiségét két részletben adagoljuk, az alapanyaghoz. A víz adagolását az ömlesztési folyamat elején és végén tesszük meg, mert így az anyag krémesedése intenzívebb, mintha egy lépésben, az elején adagolnánk a vizet.

- Ömlesztősó fajtája és minősége befolyásolja a szol szerkezet kialakulását. Kisebb molekulatömegű ömlesztősó alkalmazásával, fokozhatjuk a hidratációt, ezáltal a szol szerkezet kialakulását segíthetjük, kenhetőbb végterméket kapunk. Nagyobb molekula tömegű ömlesztősó alkalmazásával pedig keményebb állomány alakítható ki. A különböző funkciós tulajdonságú ömlesztősókkal kívánt, akár egyedi állományt alakíthatunk ki. (Buňka et al., 2024) Ezek például a citromsav és a foszforsav sói, orto- és polifoszfátok a Na-ortofoszfát, Na-piro-, tri- és tertafoszfát, míg a metafoszfátok közé tartozik a tri-, tetra- és izo-metafoszfát. A foszfátos ömlesztősók széles pH tartományban, - 2,5-12 pH, az alapanyagra vonatkoztatott; 2-4% , egészen kis mennyiségben is használhatóak. (Fenyvessy et al., 2014)

## **2.6. Az ömlesztett sajt alap és adalék anyagai**

Felhasználható összetevők: sajtok, víz, tejszín, vaj, vajolaj, egészségre ártalmatlan baktériumkultúrák, ízesítőanyagok, étkezési só. Tej, tejsűrítmény, tejpor, tejfehérje-koncentrátum, savófehérje-koncentrátum, savószín, savóvaj, savópor, étkezési kazeinátok csak a megnevezett sajtfeleségű ömlesztett sajt és az ömlesztett sajt termékekhez, cukrok csak az ömlesztett sajt készítmény termékekhez adható (Magyar Élelmiszerkönyv 1-3/19-1 számú előírása a tejtermékekről, 2009).

Az alapanyagok közé tartoznak a különböző érlelési fokú sajtok keveréke (pl. trappista, edami, ementáli, gouda). A natúr sajtokat különböző érettségi fokon használják, ez a tulajdonság jelentősen befolyásolhatja a késztermék konzisztenciáját (Salek et al., 2022). A víz az állomány szabályozására, emulzió létrehozásához szükséges alapanyag. A zsírok; vaj, tejszín szintén az emulzió megfelelő fizikai, kémiai paramétereinek beállításához szükséges alapanyag. Az aprított sajtokat összekeverik, felolvasztják, vízzel és tej vagy növényi zsírokkal beállítják a zsírmennyiséget. Mivel a melegítés során a sajt fehérjére és zsírra bomlik szét. Az ömlesztett sajtok készítésekor ömlesztősókat alkalmaznak, amelyek kulcsszerepet játszanak a termék textúrájának, stabilitásának és eltarthatóságának kialakításában. Ezek a sók nemcsak az ízt befolyásolják, hanem emulgeáló és pH-szabályozó hatásuk is van. A kezelés eredményeként az ömlesztett sajt sokáig megőrzi ízét és állományát. Az ömlesztett sajt készítése során a leggyakrabban használt ömlesztősók: Nátrium-foszfátok (pl. nátrium-difoszfát, nátrium-polifoszfát); Nátrium-citrát; Nátrium-ortofoszfát; Nátrium-alumínium-foszfát (ritkább, inkább USA-ban használják); Kalcium-citrát vagy foszfát (alacsony nátriumtartalmú változatok esetén). (Buňka et al., 2024)

## 2.6.1. Az adalékanyagok hatásmechanizmusai

### 2.6.1.1. Kalcium-komplekxképzés

Az ömlesztett sajtok gyártása során az emulgeálási folyamat alapvetően a kazein micellák szerkezetében és ionos egyensúlyában bekövetkező változásokon alapul. A természetes sajtból származó kazein micellák stabilitását kolloidális kalcium-foszfát hidak biztosítják, amelyek a micellák közötti kötésekért és a fehérjemátrix szilárdságáért felelősek.

Az ömlesztősók komplexet képeznek a sajtfehérjékben (kazeinekben) található kalciummal, így a kazein-micellák diszpergálódnak. A peptizáció során a kalcium a micellákból oldatba kerül, a kalciumion, az emulgeáló só anionjai komplexet képeznek a kalciummal, a kazein micellákat kolloidális kalcium-foszfát hidak stabilizálják. Ezáltal a kazein-fehérjék szabadabbá, oldhatóvá válnak, ami lehetővé teszi egyenletes emulzió kialakítását, a termék állományát és olvadási tulajdonságát. (Deshwal et al., 2023)

### 2.6.1.2. Emulgeáló hatás

Az emulgeáló sók (foszfátok, citrátok) hatása a kalcium egyensúlyra; az emulgeáló sók kivonják a kalcium-ionokat a micellákból, ami micella disszociációhoz vezet, mely eredménye nagyobb hidratálódás, térfogatnövekedés. Ez befolyásolja a sajt fizikai, állomány, olvadási és érzékszervi tulajdonságait. A kazein így stabilizálni tudja a víz és zsír fázist – ami homogén, kenhető állagot eredményez. Megakadályozzák a zsír kiválását („zsírkiütés”), különösen hőkezelés közben. (Caric et al., 1985) széles körű tanulmányokat végeztek a különböző emulgeálósók típusának és mennyiségének hatását a feldolgozott sajt pH-értékére, olvadhatóságára, keménységére, valamint állományára vonatkozóan, melyek eredményeit a 6. fejezetben mutatom be.

### 2.6.1.3. pH szabályozás

Az emulgeálósók (citrátok, ortofoszfátok, pirofoszfátok, polifoszfátok) ioncserét/kelátképzést hajtanak végre, részben „kinyitják” a kazein-micellák kolloidális kalcium-foszfát hídjait és a kalciumiont a vízfázisba oldják, illetve a sav-bázisegyensúlyt befolyásolják. Ennek oka, hogy az anionok (pl. citrát<sup>3-</sup>, P<sub>n</sub>O<sub>3n</sub><sup>-</sup>) komplexálják a kalciumot, míg a kazein „peptizálódik”, ezáltal oldható parakazein képződik. A pH befolyásolja az emulgeáló sók disszociációját és töltését. Például a citrátok és foszfátok különböző pK<sub>a</sub>-kkal (kémiai állandókkal) rendelkeznek — magasabb pH körül több anionos töltés áll rendelkezésre, így erősebb a kelátképző/ioncserélő

hatás. Ezért az emulgeáló só hatékonysága nagyban függ a rendszer pH-jától. A pH és kalcium oldhatóság összefüggése; általánosságban magasabb pH tartományban több oldható a kalcium (a foszfátok/citrátok jobban disszociálnak), ez erősebb kazein disszociációhoz és más textúra-hatáshoz vezet. Vizsgálatok kimutatták, hogy például pH 5,3 és 5,9 között jelentősen változnak a textúra és olvadási tulajdonságok. A pH beállítása kritikus pontja az ömlesztett sajt gyártásának, általában 5,6–6,2 közötti értékre állítják be, hogy az emulgeálás optimális legyen. A túl alacsony vagy túl magas pH nem megfelelő emulzióhoz, rossz állomány és íz kialakuláshoz vezethet. A pH értéke csökken a tárolás során, ami összefüggésben állhat az emulgeáló sók hidrolízisével és azok fehérjékkel való kölcsönhatásával. Tárolás során lassú pH-csökkenés figyelhető meg, amely főként a foszfátok hidrolíziséből adódik. A pH csökkenése rontja az emulzió stabilitását, fokozhatja a színerezist (savókiválást), és a sajt keményebb, morzsásabb lehet. (Juhászné Tóth, 2020) kimutatták, hogy különböző természetes sajtalapokból készült ömlesztett sajtoknál eltérő mértékű pH-változás tapasztalható, ami szoros összefüggést mutatott az olvadási és texturális tulajdonságok romlásával.

#### **2.6.1.4. Olvadás és újra melegítés**

Az ömlesztősók révén a sajt olvadékonyabbá válik, jól kenhető, és hő hatására is egységes marad az állaga. Ez különösen fontos pl. ömlesztett sajtkrémek vagy szeletelhető ömlesztett sajtok esetén. Az emulgeálósók (citrátok, foszfátok, polifoszfátok) a kalciumot kirántják a kazein-micellákból, a parakazein oldódik, a fehérje „peptizálódik”, és ezzel stabilizálódik a zsír-víz emulzió; sima, krémes olvadt állag alakul ki. Ez az első, kontrollált olvadás lényege. Többszöri melegítéskor nő a fehérjék denaturációja és aggregációja, a mátrix részlegesen vissza aggregálódhat, ez csökkentheti az olvadékonyságot és növelheti a gumis, rágós állományt. Többszöri melegítés elősegítheti a zsír szabadulását és a nedvességvesztést, emiatt romlik az állomány és a megjelenés. Hőkezelés (olvasztás, hőkezelés) és tárolás során a zsírok két fő módon változnak. A hidrolitikus lipolízis során a szabad zsírsavak (FFA) növekedése, illetve oxidáció során a többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA) csökkenése és peroxidok/aldehyde/ketonok képződése a jellemző. Ezek a változások befolyásolják az ízt (avas mellékíz), a tápértéket és a funkcionális tulajdonságokat (zsír kiválás). (Lazárková et al., 2025)

Az enzimatis lipázok és mikrobiális hatás termikus/kémiai hidrolízishez vezethet. Az alapanyag-sajtokban maradt lipázok és mikrobiális lipázok (ha jelen vannak) katalizálják a trigliceridek bontását; melynek eredménye a növekvő szabad zsírsav tartalom. Hőkezelés

részben inaktíválja az enzimeket, de egyes lipázok hőtűrőek lehetnek, és a technológiai lépések (pl. pasztörözés, sterilizálás) sem teljesen semlegesítik a későbbi lipolízist a tárolás alatt. Oxidációs folyamatok a többszörösen telítetlen zsírsavak érintik elsősorban. Az oxidáció során csökken a linolsav/linolénsav aránya, nő a peroxidérték (PV) és a tiobarbitursav reaktív anyagok (TBARS), valamint megjelennek illó aldehidek/ketonok (pl. hexanal). A folyamatot gyorsítja a magasabb tárolási hőmérséklet, hozzáférés oxigénhez, fény, jelen lévő vas-ionok, alacsony antioxidáns-tartalom.

## **2.7. Ömlesztett sajt gyártástechnológiája**

Az ömlesztett sajtokat, a meghatározott elvárások alapján többféle összetétellel, többféle állománnyal, kiszerezésben lehet készíteni. Az ömlesztett sajt gyártástechnológia fontos irányelve, hogy az alapanyagokat gyorsan, és egyenletesen melegítsük fel a kívánt hőmérsékletre. A melegítés hatására kiolvadt zsírcseppek eloszlata gyorsan történjen meg, a felületükön a fehérjeburok gyorsan kialakuljon. A hőmérséklet, idő aránya a késztermék állományának kialakulását befolyásolja. A hosszabb ideig hevített alapanyag kenhető állományú készterméket eredményez. Az ömlesztett sajt gyártásánál a keverés intenzitása is befolyással van a késztermék állományának kialakulására, gyors fordulatú keveréssel kenhető állomány érhető el, míg lassú fordulatú keveréssel szilárdabb, vágható állomány alakul ki. Az ömlesztett sajtok gyártásánál a szol- gél állapot kialakítás, fenntartása határozza meg a termék állományát, melyet a mechanikai megmunkálás, főzési és hűtési hőmérséklet határoz meg. (Szakály, 2001)

Az ömlesztett sajt gyártás az alapanyagok előkészítésével kezdődik. Az ömlesztésre szánt alapanyagot ki kell bontani, ha szükséges meg kell tisztítani, válogatni a minőségi elvárások szerint. A nagyobb darab ömlesztési alapanyagokat darabolni kell, melyet lehet végezni húros szeletelővel, vagy daráló berendezéssel. A darabolás célja a jobb feltáródás. Szükség esetén próba ömlesztést kell végezni, mellyel a receptúrához szükséges anyagokat lehet meghatározni, befolyásoló tényező az alapanyag sajt érettségi foka, az ömlesztett sajt pH értéke. Ismert alapanyagok esetén ez a művelet nem szükséges. Az ismert alapanyagokat pontosan ki kell mérni, a szükséges ömlesztősó mennyiséggel és az emulgeáláshoz elengedhetetlen vízzel az aprító, keverő, hőkezelő berendezésbe, a kutterbe kell adagolni. Az alapanyagok megmunkálása a kívánt állomány elérésének függvényében meghatározott sebességgel és hőfokon történik. Az ömlesztés befejezése után, az ömledéket lecsomagolják és lehűtik. (Somogyi et al., 1998)

## 2.8. Az eltarthatóság előrejelzése gyorsított tárolási körülmények között

Ideális esetben az élelmiszert a tervezett tárolás körülményei között vizsgálják annak mérése érdekében, hogy mennyi ideig elfogadható, élelmiszerbiztonsági, minőségi szempontból. Egy rövid eltarthatósági idejű élelmiszer esetében ez könnyen kivitelezhető, nyomon követhető, de a hónapok, akár évekig eltartható élelmiszerek esetében ez nem támogatott és nehezen kivitelezhető. A gyártó gyorsabb módszert szeretne, azaz olyat, amely a tervezett tárolási körülmények között az eltarthatósági időnél rövidebb idő alatt ad eredményt. Az élelmiszerekben, az oxidáció sebessége eltérő, gyakran lassan megy végbe a normál tárolási körülmények között. Emiatt célszerű felgyorsítani az eltarthatósági kísérleteket azáltal, hogy az élelmiszereket olyan környezeti körülmények között tesztelik, amelyek felgyorsítják az élelmiszer minőségének romlását, majd az eredményeket extrapolálják a termék normál tárolási körülményeire. (Hole, 2003a) Ezt a tesztet gyorsított eltarthatósági tesztnek nevezik. A gyorsított eltarthatósági teszt alkalmazás előfeltételei, hogy az oxidációs sebesség csak a gyorsulási tényező függvényében változik, míg más környezeti és összetételi változók állandóak maradnak. Rendelkezésre kell állni az élelmiszer tárolás során történő oxidáció pontos kinetikai leíró modellnek. Ismert legyen az oxidáció és a gyorsító tényező közötti kapcsolat. Oxidatív reakciók vizsgálata esetén a hőmérséklet a leggyakrabban használt gyorsító tényező. Azonban más tényezők, például az oxigénkoncentráció, a nedvesség, és a fény is alkalmazhatók (Cruz, 2025). Az élelmiszerek oxidatív stabilitásának vizsgálata a különböző környezeti tényezők függvényében kiterjedt, az eredményeket nehéz értelmezni az eltarthatósági adatok szempontjából a vizsgálati körülmények és az elfogadhatósági határértékek meghatározásának eltérései miatt. A gyorsított módszerek nagyon hasznosak a relatív eltarthatósági idő jelzésében. Ez lehetővé teszi, hogy az eredeti eltarthatósági idő ismeretéből új eltarthatósági időt javasoljanak. Az eltarthatósági idő meghatározása csak akkor releváns, ha a tényleges korlátozó tényező, például a szag, vagy szín mérésén alapul. Ez a szempont kritikussá válhat gyorsított eltarthatósági vizsgálat során, ha a korlátozó tényező magasabb hőmérsékleten megváltozik, például a Maillard reakció bekövetkező barnulás vagy illat változás (Fu and Labuza, 1993). Az eltarthatósági prediktív tanulmány célja azonban a termék eltarthatóságának helyes becslése tényleges tárolási körülmények között. Így az elfogadott matematikai modellnek képesnek kell lennie arra, hogy meghatározott becslési hibákkal megjósolja az eltarthatóságot. Az elméleti alap az Arrhenius-kapcsolathoz kapcsolódik, amelynek egyik formája:

$$\ln k \propto \frac{1}{T},$$

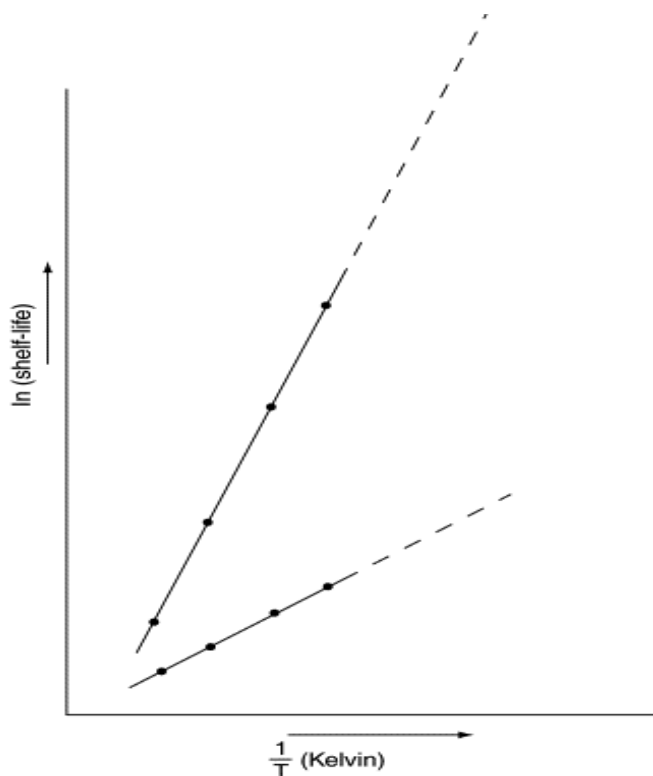


ahol  $T$  a hőmérséklet (Kelvin-fok), és  $k$  a sebességállandó, amely ebben az összefüggésben az eltarthatósági idővel hozható összefüggésbe, azaz:

$$\ln(\text{polc} - \text{élet}) \propto \frac{1}{T}$$

Az  $\ln$  (eltarthatósági idő) és az  $1/T$  grafikonja egyenes vonalat ad (2. ábra).

**2. ábra** Arrhenius-diagram, amely két különböző minőségromlási sebességű élelmiszer extrapolált eltarthatósági idejét mutatja. (Forrás: Élelmiszertudományi és táplálkozási enciklopédia (második kiadás)2003.)



Az élelmiszer hőmérséklet-változásra való érzékenységét az "Arrhenius-gráf" meredeksége jelzi (2. ábra) – az érzékenyebb élelmiszer nagyobb gradienssel rendelkezik. (Hole, 2003b)

Alternatív megközelítés, ahol  $t_{T1=t_{T2}} * Q_{10}^{\frac{(T2-T1)}{10}}$

$T1$  = a tényleges tárolási hőmérséklet

$T2$  = gyorsított tárolási hőmérséklet (esetünkben 25°C vagy 50 °C)

$t_{T2}$  = kísérleti idő

### 3. Anyag és módszer

#### 3.1. Vizsgálati minta bemutatása

Szakdolgozati témám megfigyelt terméke a Fino-Food Kft által készített Hazai és Finom márka nevű tejszínes-natúr tömlős ömlesztett sajt 85 g; 100 g kiszerelésben. A termékek nem csak tömegükben különböznek, hanem alapanyag összetételükben is. Az alapanyagokat és összetételt a 2. táblázatban mutatom be.

#### 2. táblázat A vizsgálati minták alap és adalékanyagok listája

(Forrás: Fino-Food Kft)

<b>Félzsíros, kenhető natúr ömlesztett sajt 85g</b>	<b>Félzsíros, kenhető tejszínes-natúr ömlesztett sajt 100g</b>
<b>Minta kódolás: HÉF 1</b>	<b>Minta kódolás: HÉF 2</b>
<b>Összetevők:</b>	<b>Összetevők:</b>
<b>Zsírszegény tej,</b>	<b><u>Sajtok</u> min. 47%</b>
<b><u>sajtok 29%</u></b>	tej,
tej,	tejfehérje-koncentrátum,
étkezési só,	étkezési só,
baktérium szintenyészet,	<b><u>szilárdítóanyag:</u></b>
<b><u>szilárdítóanyag:</u></b>	kalcium-klorid
kalcium-klorid	<b><u>tartósítószer:</u></b>
<b><u>tartósítószer:</u></b>	kálium-nitrát;
kálium-nitrát;	baktérium szintenyészet,
oltóenzim,	oltóenzim,
<b><u>friss sajt</u></b>	savanyított zsírszegény tej,
sajtsavó,	savanyított tejszín,
<b><u>savanyúságot szabályozó anyag:</u></b>	módosított kukoricakeményítő,
citromsav,	tejszín 5%,
savanyú tejszín,	sovány tejpor,
tejszín,	<b><u>emulgeáló sók:</u></b>
ivóvíz,	difoszfátok,
módosított keményítő,	polifoszfátok;

édes tejsavópor,

**emulgeálósók:**

difoszfátok,

polifoszfátok,

**savanyúságot szabályozó anyag:**

nátrium-foszfátok;

**ízesítő keverék:**

maltodextrin,

étkezési só,

ízfokozó E621;(mononátrium-glutamát)

sajtpor,

kukoricakeményítő,

cukor,

aromakészítmények,

aromaanyagok,

**savanyúságot szabályozó anyagok:**

E339, (nátrium-foszfát)

E330; (citromsav)

**színezék:**

E160a. (Karotin)

A vizsgált ömlesztett sajtok tápérték összetételét a 4. táblázatban mutatom be. A tápérték jelölés alapján szemléltethető a minták összetétel belső különbsége. A HÉF 1 mintának magasabb a zsír, fehérje, só tartalma, a HÉF 2 mintához képest, a szénhidrát tartalma pedig alacsonyabb.

**3. táblázat** *A vizsgálati minták tápérték jelölése*

(Forrás: Fino-Food Kft)

	Félzsíros, kenhető natúr ömlesztett sajt 85g		Félzsíros, kenhető tejszínes-natúr ömlesztett sajt 100g	
	<b>HÉF 1</b>		<b>HÉF 2</b>	
<b>Átlagos tápérték</b>	<b>100 g termékben</b>	<b>RI %</b>	<b>100 g termékben</b>	<b>RI %</b>
Energia	726 kJ/175 kcal	9%	681 kJ/163 kcal	8%
Zsír	13 g	19%	9,5 g	14%
- amelyből telített zsírsavak	8,5 g	43%	6,2 g	31%
Szénhidrát	5,4 g	2%	11 g	4%
- amelyből cukrok	1,9 g	2%	4,8 g	5%
Fehérje	9,0 g	18%	8,4 g	17%
Só	1,7 g	28%	0,70 g	12%

## 3.2. Tárolási kísérlet leírása

A tárolási kísérletben 2025. január 21.-én, két különböző gyártási tételből vettem 50-50 db mintát. A mintákból 3-3 párhuzamos vizsgálatot végeztem a gyártás napján, melyben vizsgáltam a termék kémiai, beltartalmi, fizikai és érzékszervi tulajdonságait. A kísérleti mintákat ezután inkubátorba helyeztem, 25°C és 50°C hőmérsékletre. A megfigyelés 31 napig tartott, mely során a 9.napon, 18. napon és a 31. napon vizsgáltam ismét a minták kémiai, fizikai, valamint érzékszervi változásait.

## 3.3. Vizsgálati módszerek és vizsgáló eszközök

### 3.3.1.pH mérés

Knick portavo 902 pH mérő készülékkel (3.ábra) határoztam meg a minta pH értékét. A készüléket használat előtt 4,0-es és 7,0-es pH puffer oldatokkal kalibráltam. A pH mérő elektródát vizsgálat előtt ioncserélt vízzel leöblítettem, papírtörülkövel finoman áttöröltem, majd a vizsgálati mintába mártottam. A hőmérséklet és pH érték beállta után, a kijelzett pH értéket leolvastam, három párhuzamos mérést végeztem. A vizsgálat befejezése után az elektródát ismét leöblítettem ioncserélt vízzel, ügyelve, hogy maradék nélkül eltávolítsam a terméket az eszköztől, majd az elektródát visszahelyeztem a 3 mólos kálium- klorid oldatba. A tisztítási folyamatot minden mérés előtt és után elvégeztem.

3. ábra Knick portavo 902 pH manual (Forrás: Kezelési útmutató)



### 3.3.2. Száranyag meghatározás

Mettler Toledo HX204 Halogén nedvességmeghatározó műszer (4.ábra) szinte bármilyen anyag nedvességtartalmának meghatározására használható. A műszer a termogravimetria alapelvén

működik. A mérés kezdetekor a műszer meghatározza a minta tömegét, ezután a beépített halogén fűtőmodul gyorsan felfűti a mintát, és a nedvességtartalom elpárolog. A szárítási folyamat alatt a műszer folyamatosan méri a minta tömegét, és kijelzi a nedvességtartalom csökkenését. A szárítás befejezése után a minta nedvesség- és szárazanyagtartalmát megjeleníti végeredmény formájában. A vizsgálati mintából három párhuzamos mérést végeztem. Az eszköz mérő cellájára helyeztem a bemérő tálcát, melyet a berendezés lemért. A bemérő tálcát letáraztam, majd 1 g körüli mintát rámértem. Elindítottam a vizsgálatot, mely a minta tömegállandóságáig történő szárítás. A mérés befejezése után a kapott nedvesség eredményt rögzítettem, majd átalakítottam szárazanyag tartalomra az alábbi képlet segítségével.

$$\text{Szárazanyag tartalom}\% = 100 - \text{nedvesség tartalom}\%$$

#### 4. ábra Mettler Toledo Excellence Plus HX204 (Forrás: Kezelési útmutató)



### 3.3.3. Összetett beltartalmi vizsgálat

Foodscan NIR Közeli infravörös spektroszkóp (5.ábra), ami a transzmisszió és reflexió, azaz mind a mintán áthatoló, mind pedig az arról visszaverődő sugárzás alapján méri az elnyelést, így a minta homogenitása nem befolyásolja. Mérési idő:15 másodperc/ minta, ez alatt 18 alponton végez mérést, kiküszöbölve az inhomogenitásból adódó hibát. A közeli-infravörös tartomány (NIR), amelynek hullámszáma kb.  $14\,000\text{--}4000\text{ cm}^{-1}$  ( $1,4\text{--}0,8\text{ }\mu\text{m}$ ), a legnagyobb energiájú, itt felhangok vagy harmonikus rezgések jöhetnek létre(Internet 2, 2017). A vizsgálandó mintából 3 párhuzamos mérést végeztem, úgy, hogy a bemérő tégelybe helyeztem a mintát, ügyelve, hogy légmentes legyen és a felszíne egyenletes, mindig egyforma mennyiséget vizsgálva, a bemérő tégelyt teljes mértékben megtöltve. A mintafogadó egységbe helyeztem a bemérő tégelyt és a megfelelő csatornán (sajtkrém) elindítottam a mérést. Az eredmény a műszer kijelzőjén is látható volt, valamint az eszköz adatbázisába is lementésre került. Az eszköz a kalibrációs mintákhoz hasonlítja az elnyelt és visszavert fény hullámhosszát

és a referencia értékek alapján megadja a minta zsír, fehérje, nedvesség, szárazanyag, só tartalmát.

**5. ábra** Foodscan sajt, joghurt és vajkrém analizáló műszer (Forrás:(Internet 2, 2017)



### 3.3.4. Színmérés

A színmérés Konica Minolta CR 410 kézi digitális készüléssel (6.ábra) végeztem. A készülék három érték mérésére alkalmas, a világossági tényező ( $L^*$ ), kék/sárga hányados ( $b^*$ ) és a zöld/vörös hányados ( $a^*$ ). Mérés során, három bemérő tégelybe, három párhuzamos mintát, majd a színmérő készülékre helyezve meghatározásra került az  $L^*$ ,  $b^*$   $a^*$  értékek, amelyeket a készülék kijelzőjéről lehet leolvasni. A színínger különbség jele a  $\Delta E^*$ . A vizsgálat során meghatározásra kerül a  $L$ -világosság (Lightness) értéke, mely 0-100 terjedő tartomány, ahol a 0 a fekete, a 100 a fehér fokát jelöli. A vörösés- zöldes árnyalat (Red- Green) intenzitását az  $a^*$  tengely érték határozza meg, míg a sárga- kék árnyalatot (Yellow-Blue) a  $b^*$  tengely értékével számszerűsíthetjük. A mérést a különböző hőmérsékleten tárolt mintákon végeztem el, a tárolási napok függvényében.

Az alábbi képlettel tudjuk kiszámolni a színínger különbséget:

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta b^2 + \Delta a^2}$$

A színínger különbség értéke alapján, ha:

$\Delta E < 1 \rightarrow$  alig észrevehető a színkülönbség

$\Delta E \approx 2-3 \rightarrow$  kis szín különbség érzékelhető

$\Delta E > 5 \rightarrow$  jól látható a szín különbség

**6. ábra** Konica Minolta CR 410 (Forrás: Kezelési útmutató)



### **3.3.5. Állomány mérés**

A Stable Micro Systems TA.XT plus állománymérő készülék (7.ábra) egy egyoszlopos, hordozható műszer, amelyet átfogó állományelemzésre és anyagtulajdonságok tesztelésére terveztek különböző iparágakban. Akár 50 kg (500 N) erőhatás befogadására is alkalmas, és 0,01-40 mm/s sebességtartományt kínál, lehetővé téve a valós mechanikai hatások precíz szimulációját. Ez az állománymérő készülék alkalmas a fizikai jellemzők széles spektrumának számszerűsítésére, beleértve a keménységet, a törhetőséget, a tapadást, a gélerősséget és a nyújthatóságot. Sokoldalúsága alkalmassá teszi az élelmiszeripari alkalmazásokra. A TA.XT plus megkönnyíti mind a nyomó-, mind a húzóvizsgálatokat, lehetővé téve a szilárd, félszilárd, viszkózus folyékony, por és granulált anyagok értékelését. A TA.XT plus állománymérő objektív és reprodukálható mérésére alkalmas. A vizsgálati minta állomány méréséhez kúpos feltétet (Spreadability rig) alkalmaztam. Mintánkként 3 kúpot töltöttem meg légmentesen a sajtkrémmel, majd a minták felületét elsimítottam. Ezt követően hűtőszekrényben termosztáltam a mintákat  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ -ra a mérést megelőzően. A vizsgálat során  $1-2^{\circ}\text{C}$  eltérés is szignifikáns eltérést okozhat a minták között. Az eredményeket Excel táblázatban kaptuk meg, melyek közül a következőket értékeltük: keménység (puhaság), N kenhetőség, adhezivitás, tapadosság, N, tapadás.

7. ábra SMS TA.XT. plus állománymérő (Forrás: www.stablemicrosystems.com)



### 3.3.6 Érzékszervi bírálat

A bírálati rendszer 20 pontos, melynél a 0-14 pontos nem megfelelő, 15-20 pontot kapott termékek kereskedelmi forgalomba bocsájthatóak (a gyártmánylapban leírtak alapján). Az öt főből álló bíráló csoport az állomány, szín, szag, íz jellemzőit pontozta, mely pontozási rendszerben minden szempontra 0-5 pontot lehet adni. A pontozási szempontot a 4. táblázatban mutatom be. Az 5 pont a táblázatban meghatározott jellemzők teljes mértékű teljesülése, a 0 pont az elvárt értékektől való jelentős mértékű eltérés.

4. táblázat Késztermék érzékszervi tulajdonságai (Forrás Fino-Food Kft)

	Szín	Állomány	Szag	Íz
Termék érzékszervi tulajdonságainak meghatározása	Egyenletes csontfehér vagy sárgásfehér	Jól kenhető, sima, szájbán könnyen olvadó	Sajtszerű, idegen szagtól mentes.	Jellegzetes, sajtra jellemző, enyhén sós, idegen íztől mentes.

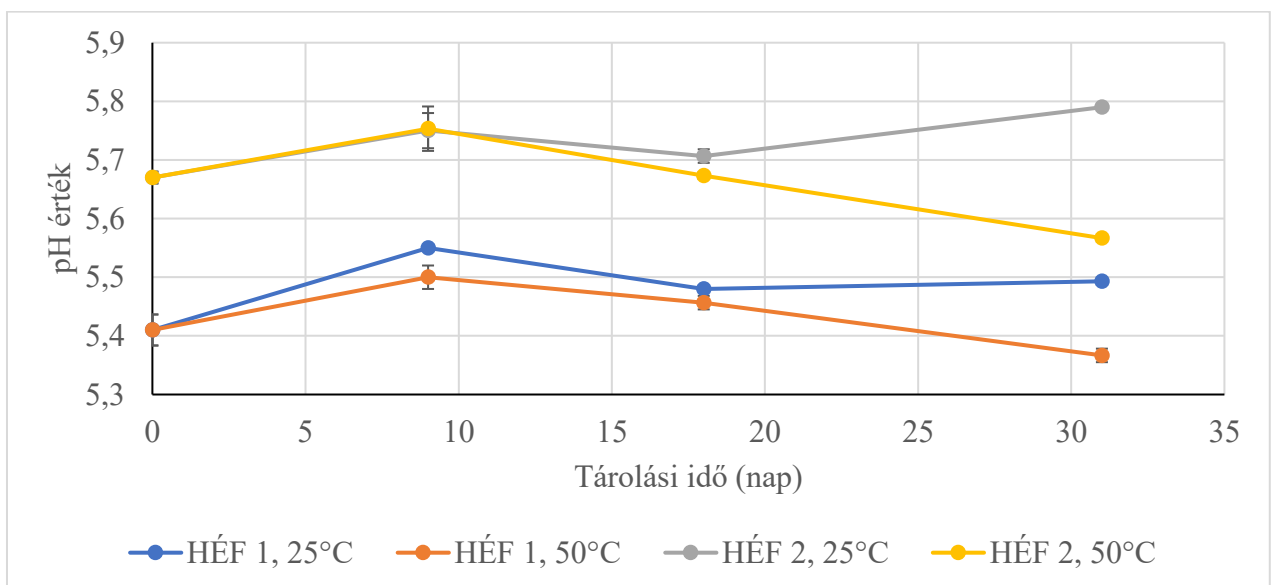


## 4. Eredmények és értékelésük

### 4.1 pH változás vizsgálata

A vizsgálat során megmértem a teszt kezdetén a minták pH értékét. Ezután egy mintasort a 25 °C-os inkubátorba helyeztem, egy mintasort pedig 50 °C-os inkubátorba. A különböző hőfokon tárolt minták pH értékét mértem a 9.; 18.; 31. napon. Az eredményeket diagrammon ábrázoltam (8. ábra). A vizsgált értékek alapján, megállapítható, hogy a félzsíros, kenhető natúr ömlesztett sajt 85g (HÉF1) minta kissé alacsonyabb pH értékről indult a szakirodalmi 5,6-6,2 pH értékhez képest. A minta ízében, állományában ez nem okozott eltérést. A tárolás kezdeti szakaszában kismértékű pH érték emelkedés tapasztalható, mely összefüggésben van az anyagok minőségének változásával, a tapasztalat szerint nagyjából 2 hét alatt alakul ki a termék végleges állománya. Ez idő alatt a vízáktivitás miatt tapasztalhatunk pH emelkedést. Az idő előrehaladtával a 18. napig mind a négy minta közel azonos mértékben változik, független a tárolási hőfoktól. A 31. napon megfigyelhető, hogy a magasabb hőmérsékleten tárolt minták pH értéke elkezdett csökkenni, mely a termék savasodására utal. A kémiai savanyodás a fehérje szerkezet változására utal.

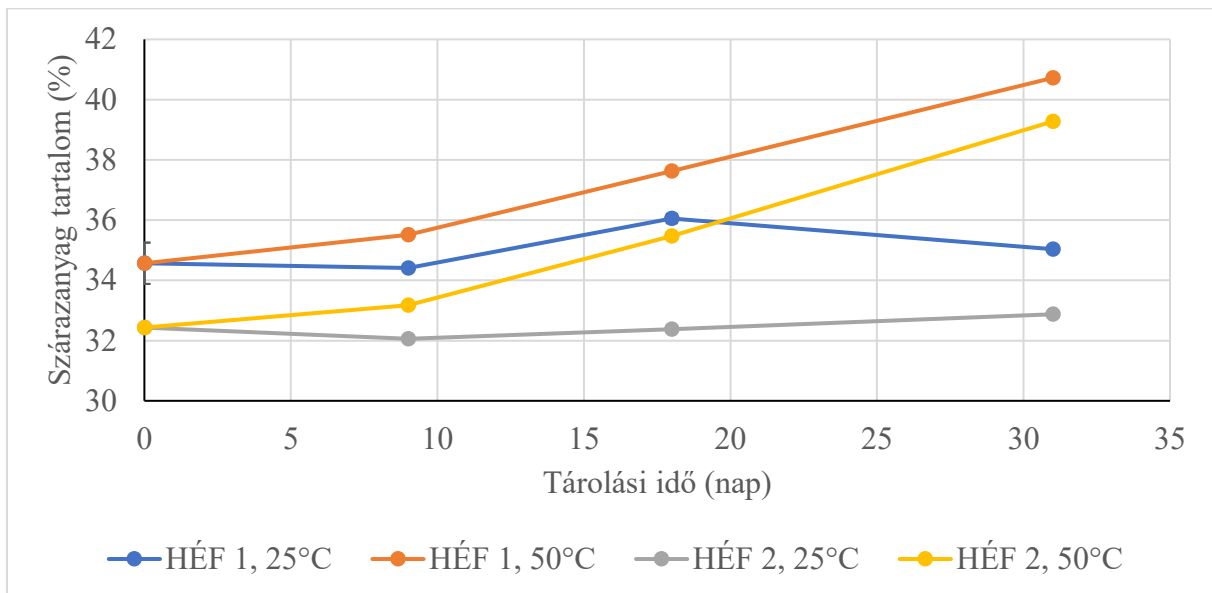
**8. ábra** Különböző hőmérsékleten (25 és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták pH érték változása a tárolási idő függvényében



## 4.2 Szárazanyag mérési eredmények

A szárazanyag tartalom vizsgálat során megállapítható, hogy a két eltérő alapanyagokból külön keverés részeként vizsgált minták közel azonos szárazanyagtartalomra lettek beállítva, 32-35 % között, mely érték megfelel a specifikációkban rögzített minimum 31m/m % szárazanyag tartalomnak. Az azonos tárolási hőmérsékleten, azonos mértékben változtak 50°C -on az értékek (9.ábra). A változás oka esetlegesen a hő hatására végbemenő Maillard- reakció, a víz kötések megváltozása, s a csomagolóanyag vízgőz-áteresztő képessége, mely mértékétől függően nedvesség távozhat a termékből. A távozó nedvesség mértékétől függően a vizsgált minták szárazanyag tartalom értéke változik.

**9. ábra** Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták szárazanyag taralom mérési eredményei a tárolási idő függvényében

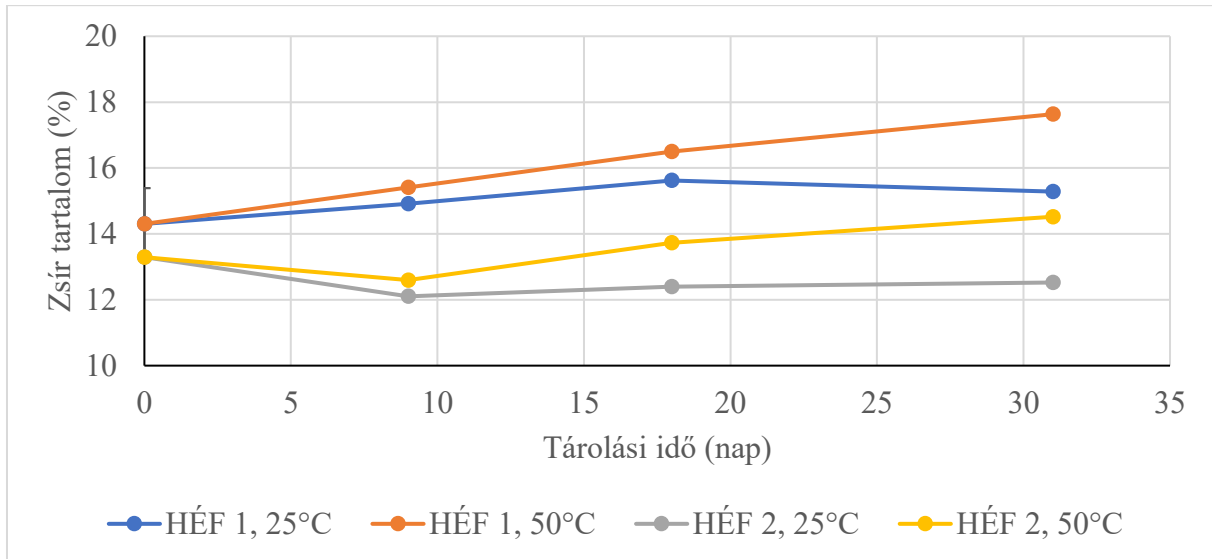


## 4.3. Összetett beltartalmi vizsgálat

A közeli infravörös spektroszkóppal vizsgált minták esetében a zsír, fehérje, só tartalom változását elemeztem ki a tárolási próba során. A diagrammon ábrázolt adatokból leolvasható, hogy a magasabb hőmérsékleten tárolt termékek zsirtartalma a tárolási idő előre haladtával kismértékű növekedést mutat. Ennek valószínű oka a vízaktivitás, csomagolóanyag vízgőz áteresztő képességének mértéke. A zsír mennyisége nem lesz több a termékben, csak a szerkezeti változás miatt a spektrum megváltozik (10. ábra). A távozó nedvességtartalom hatására a szárazanyag tartalom emelkedést mutatott, mely a 13. ábrán is megfigyelhető. A fény

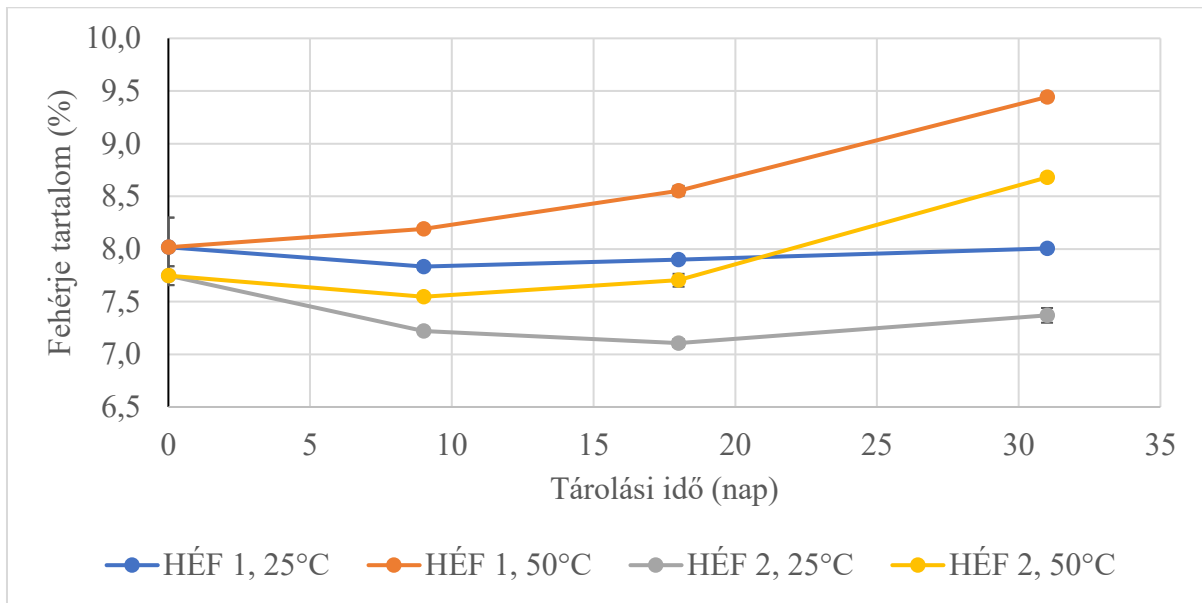
elnyelés és visszaverődést befolyásolja a minta nedvesség tartalma. Emiatt változik a minta spektruma, ennek a változásnak oka a zsírtartalom eredményének emelkedése a tárolási idő előre haladtával.

**10. ábra** Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták zsír taralom mérési eredményei a tárolási idő függvényében



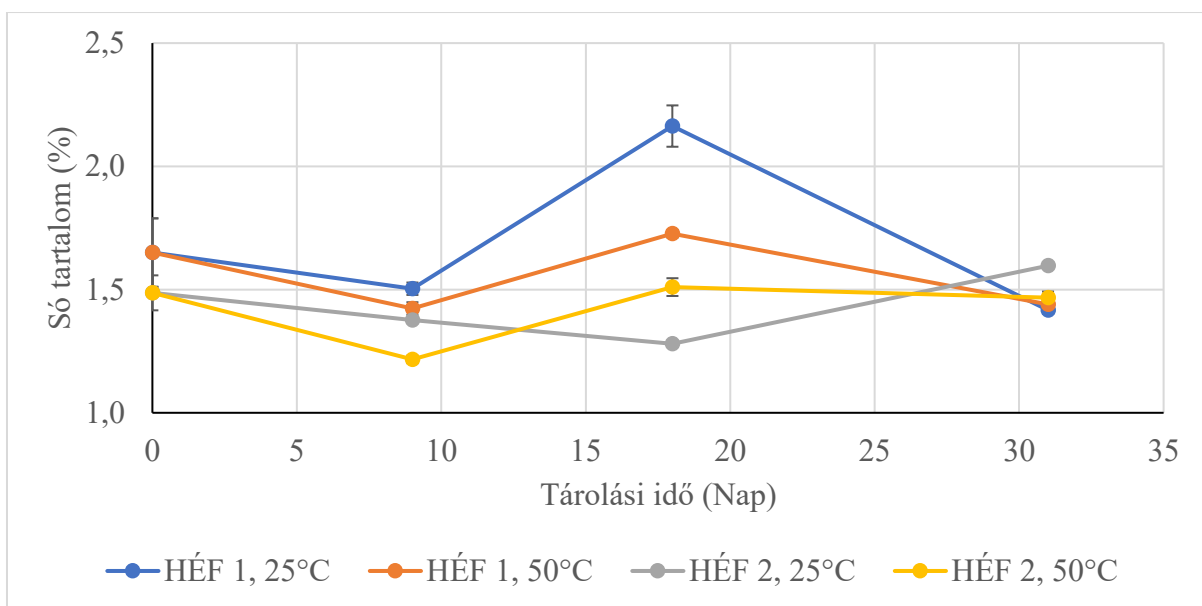
A minták fehérje taralom mérésénél megfigyelhető (11. ábra), hogy a tárolás kezdeti szakaszában a magasabb fehérje tartalmú minta stabilitása jobb volt, mint az alacsonyabb fehérje tartalmú mintáké. Ennek valószínű oka, hogy a fehérjék részben denaturálódhattak és lebomlottak kisebb peptidekké, aminosavakká, kimutathatóságuk csökkent a minta fehérjetartalmához viszonyítva. A mérés elve itt is a fény emisszió, transzmisszió, így szerkezeti változások hatással vannak a vizsgált minta fehérje tartalom meghatározhatóságára. A kezdeti csökkenés után a magasabb hőmérsékleten tárolt minták esetében látható változás, oka szintén összefüggésbe hozható a csomagolóanyag vízgőz áteresztéssel, a mely a minta nedvesség tartalmát csökkenti, ennek értelmében a fehérje tartalom növekedés relatív növekedés.

**11. ábra** Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták fehérje taralom mérési eredményei a tárolási idő függvényében



A sótartalmi vizsgálat során, a kiindulási sótartalomhoz képest alacsonyabb sótartalmat mértem a különböző hőmérsékleten tárolt minták esetében (12. ábra). A csökkenés valószínű oka az állomány kialakulás folyamata, mely több napig is eltarthat az ömlesztett sajtok esetében. Ez összefüggésben van a vízaktivitással a sók megkötésével. Az infravörös spektroszkópos mérési eredmények alapján a sótartalom változását is a csomagolóanyag vízgőz- áteresztő képességére vezetném vissza, a magasabb hőmérsékleten a sótartalom növekedése látszólagos, a koncentrációja változott a távozott szabad víz, nedvesség függvényében.

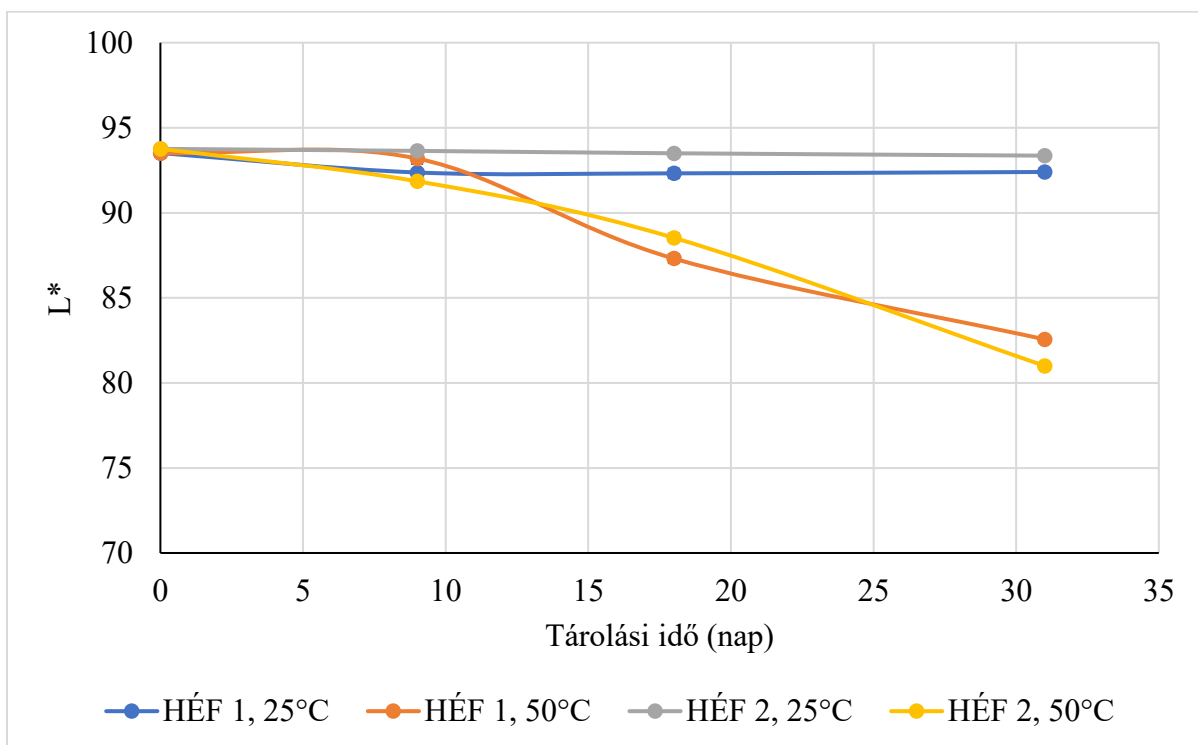
**12. ábra** Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták só taralom mérési eredményei a tárolási idő függvényében



## 4.4 Színmérés eredményei

A színmérés során objektív, számszerű eredményt kaptunk a Konica Minolta CR 410 kézi digitális készülékkel történő vizsgálat során. A színmérés során külön elemeztem a világossági tényezőt, piros-zöld együtt hatót és a sárga-kékes árnyalat számszerűsített értékeit. Az elemzés során táblázatba foglaltam az eredeti minta és a tárolási minták közötti különbséget, mellyel számszerűsíteni lehet az észlelhetőség mértékét. A világosság ábrázolása tekintetében (13. ábra) a 0 érték a fekete, a 100 a fehérnek felel meg. E tekintetben a kiindulási pontunkon egy világos színű terméket vizsgáltunk, mely a kisebb tárolási hőmérsékleten tartotta is a szín intenzitását. A vizsgálat során megfigyelhető, hogy a nagyobb hőmérsékleten tárolt minták színe, független az alapanyag összetételétől a sötétebb tartományba kezdett el változni. Ennek valószínű oka a tárolási hőmérséklet hatására lejátszódó Maillard reakció (El Hosry et al., 2025).

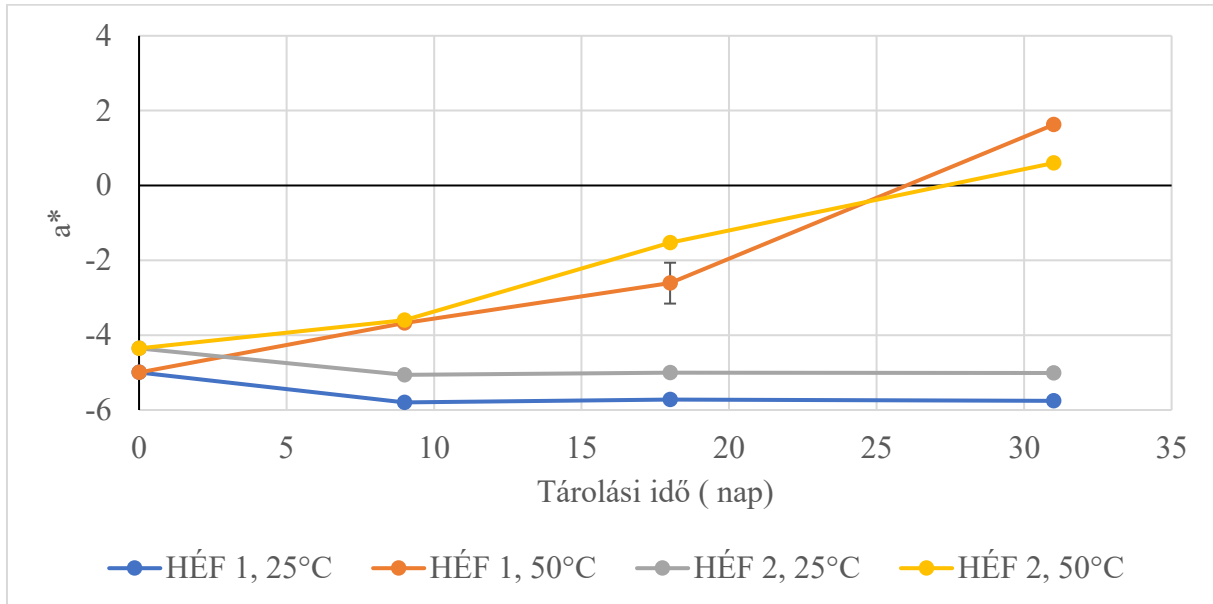
**13. ábra** Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták szín vizsgálata (Lightness -világosság) mérési eredményei a tárolási idő függvényében



A vörös-zöld színkoordináta mérési adatai alapján szintén megfigyelhető, hogy a kiindulási minta vörös-zöld színkoordinátái egységesen a magas tartományban vannak, ami egy világos szint jelez (14. ábra). Az idő előre haladtával, a magasabb hőmérsékleten tárolt minták esetében

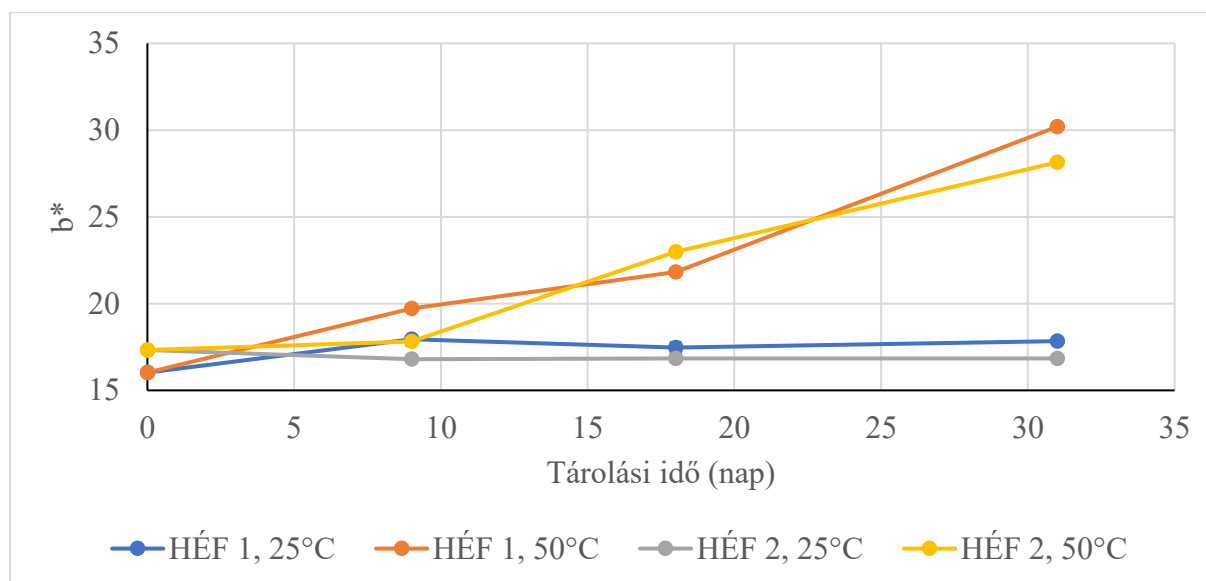
a vörös árnyalat nagyobb mértékben van jelen, ami azt jelzi, hogy a minta sötétebb színű lett. A színváltozás valószínű oka itt is a hőmérsékleti paraméter hatására bekövetkező barnulás.

**14. ábra** Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták szín vizsgálata (Red–Green -vörös- zöld szín) mérési eredményei a tárolási idő függvényében



A színvizsgálat során a sárga-kék szín tartományban (15.ábra) a pozitív tartományban a sárga, negatív tartományban a kék szín intenzitása mérhető. A vizsgált mintáink esetében leírható, hogy egy közép magas sárga intenzitás tapasztalható a tárolási kísérlet kezdetén, melyben az alacsony hőmérsékleten tárolt minták esetében nem tapasztaltunk változást, ellenben a magas hőmérsékleten tárolt mintáknál az idő előre haladtával a sárga színintenzitás erősebb lett, mely összefüggésbe hozható a termék szénhidrát tartalmával, abból pedig a magasabb tárolási hőmérséklet miatt bekövetkező Maillard -reakcióval.

**15. ábra** Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták szín vizsgálata (Yellow–Blue-sárga-kék szín mérési eredményei a tárolási idő függvényében)



Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt minták színe közti különbség kiszámolható, az L, a, b értékekből s a kapott értékek alapján kategorizálható. (5.táblázat) A 20. ábra szemlélteti, hogy a vizsgálat során mit tapasztal a vizsgáló személy, s a számszerűsített adatokból lehet a változást kategorizálni. A színintenzitás változását a kiindulási mintához képest határoztam meg. Az értékek alapján elmondható, hogy az alacsonyabb hőmérsékleten tárolt minták szín intenzitás változása közepes mértékű, a kismértékben észlelhető tartományban volt. Ezzel szemben a magasabb hőmérsékleten tárolt minták színintenzitás változása már a tárolási kísérlet 18. napjától jelentős mértékű, azaz jól látható. A változás a szénhidrát barnulásával, a Maillard-reakcióval hozható összefüggésbe.

**5. táblázat** Színkülönbség változása ömlesztett sajt tárolási kísérlete során

$\Delta E$	9 nap	18 nap	31 nap
HÉF 1, 25°C	5,47	3,78	4,93
HÉF 1, 50°C	15,75	45,44	255,56
HÉF 2, 25°C	0,91	0,92	1,07
HÉF 2, 50°C	2,71	45,27	154,33

A különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták színváltozásait szemléltetem a 16. 17.és 18. ábrán. A 16. ábrán a tárolás kezdeti napján szín eltérés nem

tapasztható a minták között, ez a kiindulási állapot. Bal oldalról az 1-es minta kiindulási állapota, jobb oldalról pedig a 2-es minta látható, a vizsgálatok 0. napján.

**16. ábra** Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták színváltozása a tárolási első napján



A tárolás 18. napján a vizsgálat során szemmel látható szín különbség kialakulást láthatjuk a 17. ábrán. Itt az alacsonyabb szénhidrát tartalmú termék, a Félzsíros, kenhető natúr ömlesztett sajt 85g (HÉF 1- es) minta esetében a tárolási hőmérséklettől függetlenül, nem érzékelhető jelentős különbség a minták között. A magasabb szénhidrát tartalmú, félzsíros, kenhető natúr-tejszínes ömlesztett sajt 100g (HÉF 2) minta esetében a magasabb hőmérsékleten tárolt mintán máj jól érzékelhető a színintenzitás változás, mely a műszeres méréssel is igazolható.

**17. ábra** Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták színváltozása a tárolási 18. napján



A tárolási kísérlet utolsó napján érzékelhető színkülönbség látható a 18. ábrán. A színintenzitás különbség a kiindulási állapothoz képest itt szemléltethető a legjobban a magasabb hőmérsékleten tárolt minták esetében, mely a számított értékekkel is alátámasztható.



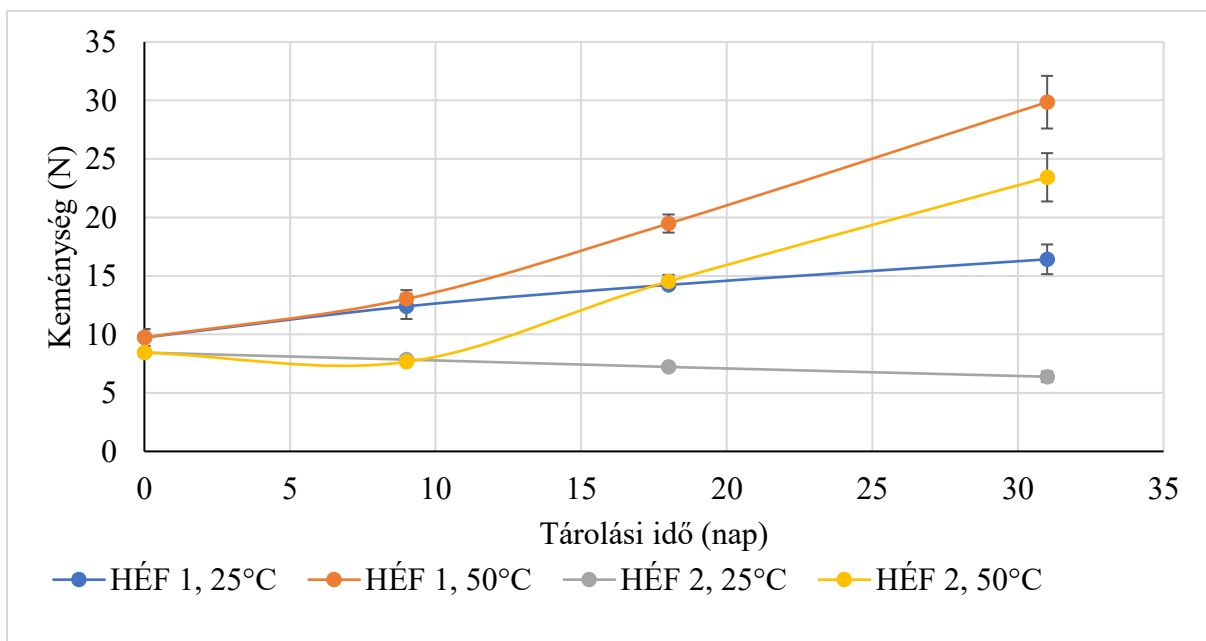
**18. ábra** Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták színváltozása a tárolási 31. napján



#### 4.5. Az állomány mérés eredményei

Az ömlesztett sajt állomány vizsgálata során Stable Micro Systems TA.XT plus állománymérő műszerrel meghatároztuk a minta keménységét, kenhetőségét, tapadosságát és tapadását a különböző tárolási hőmérsékleten, az idő függvényében, mely változásokat diagrammon ábrázoltam. Az elemzés első vizsgálati értékei a keménység (Force 1) vizsgálati értékek (19. ábra)

**19. ábra** Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták keménység vizsgálata



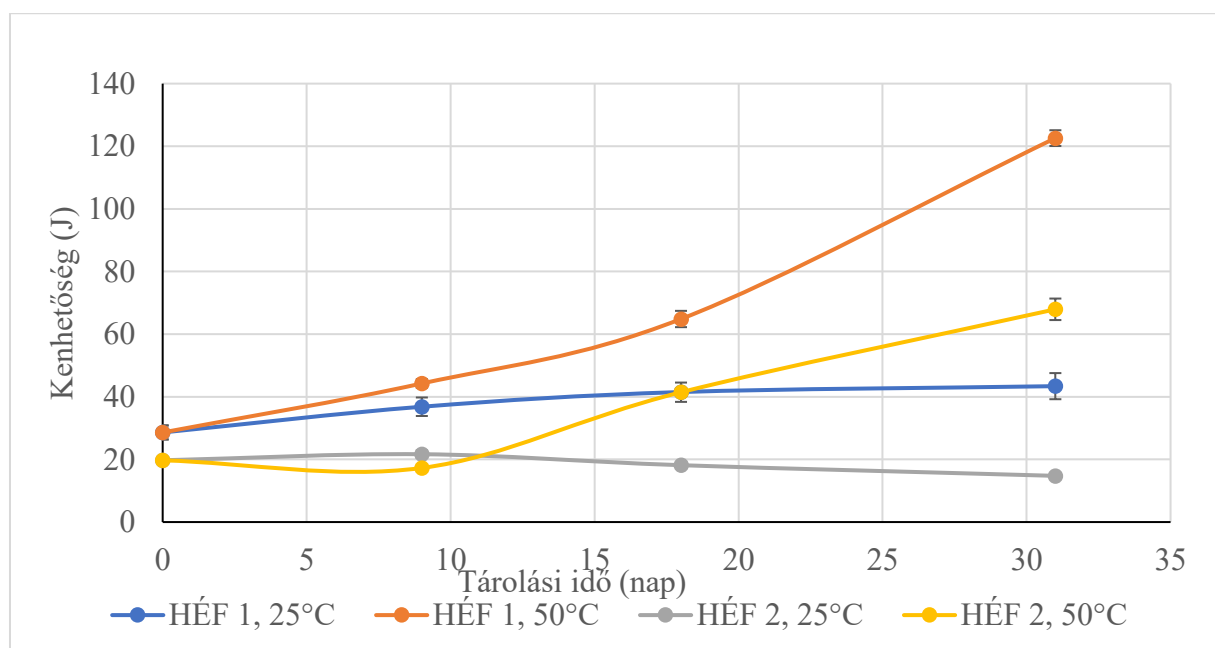
A keménység értékei a tárolási idő előrehaladtával minden esetben növekedést mutattak, ugyanakkor a változás mértéke jelentősen függ a hőmérséklettől.

A 50 °C-on tárolt minták keménysége lényegesen nagyobb volt, mint a 25 °C-on tároltaké, ami arra utal, hogy a magasabb hőmérséklet gyorsította a szerkezeti átalakulásokat pl. fehérjeháló erősödése, a szabad víz aktivitás hatására a fehérje megduzzad.

Az egyes csoport félzsíros, kenhető natúr ömlesztett sajt 85g (HÉF 1) minták keményebbé váltak, mint a félzsíros, kenhető natúr ömlesztett sajt 100g ömlesztett sajt (HÉF 2) minták, feltehetően a kisebb minta tömeg gyorsabb hőátadása miatt. További megállapítás, hogy a két minta összetétele eltérő, a félzsíros, kenhető natúr ömlesztett sajt 85g, fehérje tartalma magasabb, mely szintén befolyásolja a tárolási kísérlet során a termék keménységét. Ez az ömlesztősókkal feltárt fehérje duzzadásával, térhálószerkezet erősödésével magyarázható.

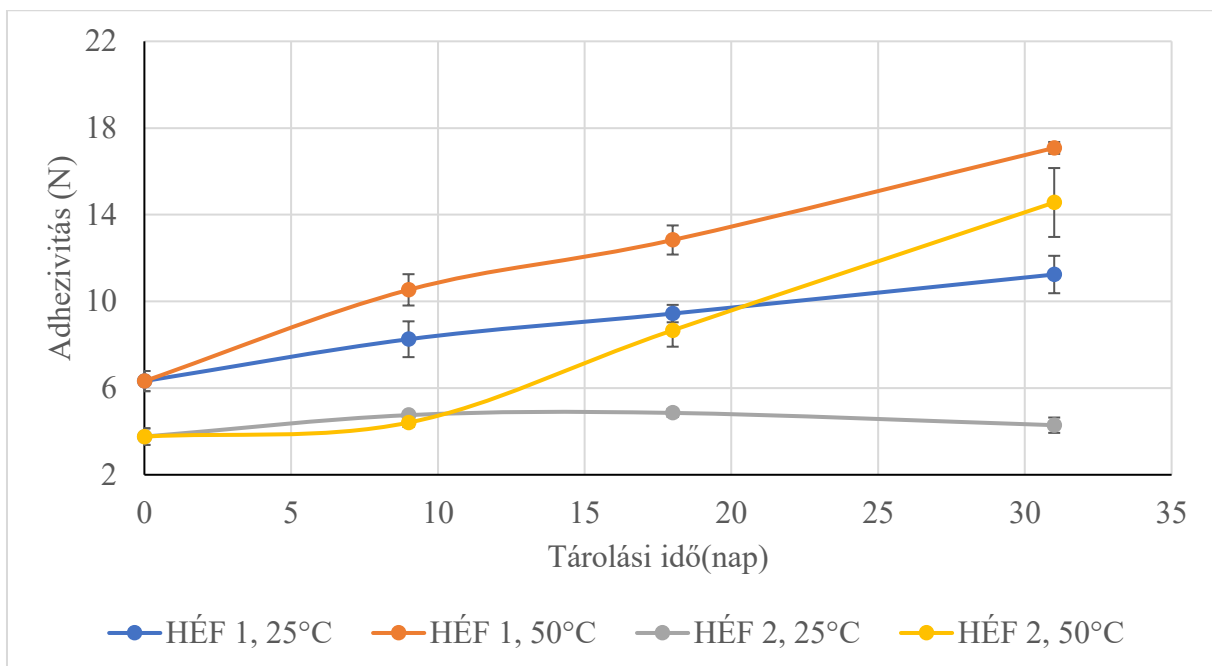
A félzsíros, kenhető natúr-tejszínes ömlesztett sajt 100g, 25 °C-on tárolt minta keménysége alig változott, ami stabil szerkezetre utal. Az alacsonyabb hőmérsékleten tárolt minták szárazanyag tartalom változása nem volt jelentős, ebből arra következtettem, hogy a vízakivitása nem volt számottevő. Így feltárt fehérjék szerkezetében nem történt további térháló növekedés, duzzadás. Összességében a keménység változása a tárolási idő és hőmérséklet emelkedésével párhuzamosan figyelhető meg.

**20. ábra** Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták kenhetőség vizsgálata



Az ömlesztett sajt minták kenhetőség értékének vizsgálata során azt tapasztaltam, hogy az 50 °C-on tárolt minták esetében a kenhetőség értéke jelentősen nőtt a tárolás ideje alatt, ami a sajt szerkezetének lágyulására utal. (20. ábra) A félzsíros, kenhető natúr ömlesztett sajt 85g (HÉF 1) minták kenhetősége gyorsabban növekedett, mint a párhuzamosan vizsgált, félzsíros, kenhető natúr-tejszínes ömlesztett sajt 100g (HÉF 2) mintáké, ami egyrészt a kisebb mintatömeg gyorsabb hőreakciójával magyarázható. Másrészt a minták vízkaktivitásával lehet összefüggésben, miszerint a szabad víz az állomány kenhetőségéhez hozzájárul. Megfigyelhető volt, hogy a fehérje tartalom növekedése hasonló ütemben zajlott le, mint a kenhetőség változása, így a fehérje térhálózat növekedése is hatással van a minta kenhetőségére. A 25 °C-on tárolt minták esetében a kenhetőség csak mérsékelten változott, ez összefüggésben lehet a kismértékű szárazanyag tartalom változással, ezekben a mintákban nem nőtt a tárolás során a szárazanyag, ebből következően a nedvesség tartalma sem csökkent.

**21. ábra** Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták tapadosság vizsgálata



A tapadosság értékei (21.ábra) – hasonlóan a keménységhez – a tárolás során általánosan növekvő tendenciát mutatnak, különösen a magasabb hőmérsékleten.

A magasabb fehérje tartalmú, félzsíros, kenhető natúr ömlesztett sajt 85g (HÉF 1), 50 °C-on tárolt minta (narancssárga görbe) esetében figyelhető meg a legnagyobb növekedés. A

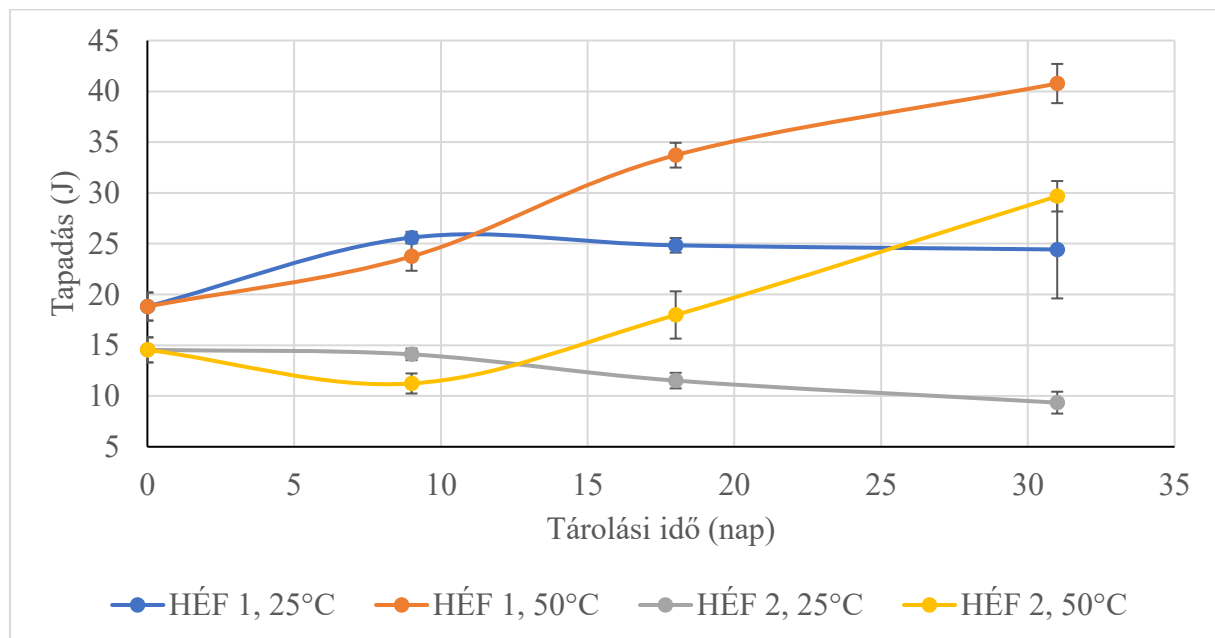
tapadóerő az induló kb. 7 N-ról 31 nap alatt közel 17 N-ra emelkedett. Ez arra utal, hogy a melegebb tárolás fokozza a sajt belső kohézióját és a felület tapadási hajlamát.

Az alacsonyabb fehérje tartalmú, félzsíros, kenhető natúr-tejszínes ömlesztett sajt 100g (HÉF 2), 50 °C minta (sárga) szintén növekvő tendenciát mutatott, de kisebb mértékben, ami a minta fehérje arányának mennyiségével magyarázható.

A 25 °C-on tárolt minták esetében (kék és szürke görbék) a tapadosság növekedése mérsékelt. Az egyes számú, félzsíros, kenhető natúr ömlesztett sajt 85g mintánál (HÉF1), 25 °C lassú, egyenletes növekedés, míg a nagyobb tömegű, alacsonyabb fehérje tartalmú, félzsíros, kenhető natúr-tejszínes ömlesztett sajt 100g (HÉF 2) minta, 25 °C-on gyakorlatilag állandó maradt, sőt kismértékben csökkent. Ez a jelenség arra utal, hogy alacsonyabb hőmérsékleten a szerkezet stabilabb, és a fehérje-zsír mátrix kevésbé változik.

A magasabb tárolási hőmérséklet nemcsak a keménységet és kenhetőséget, hanem a tapadosságot is növeli, vagyis a sajt állománya összességében sűrűbbé, ragadosabbá válik. Ez a viselkedés a fehérjeháló szerkezetének módosulásával és a víz- illetve zsírfázis átrendeződésével magyarázható.

## 22. ábra Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt tapadás vizsgálata



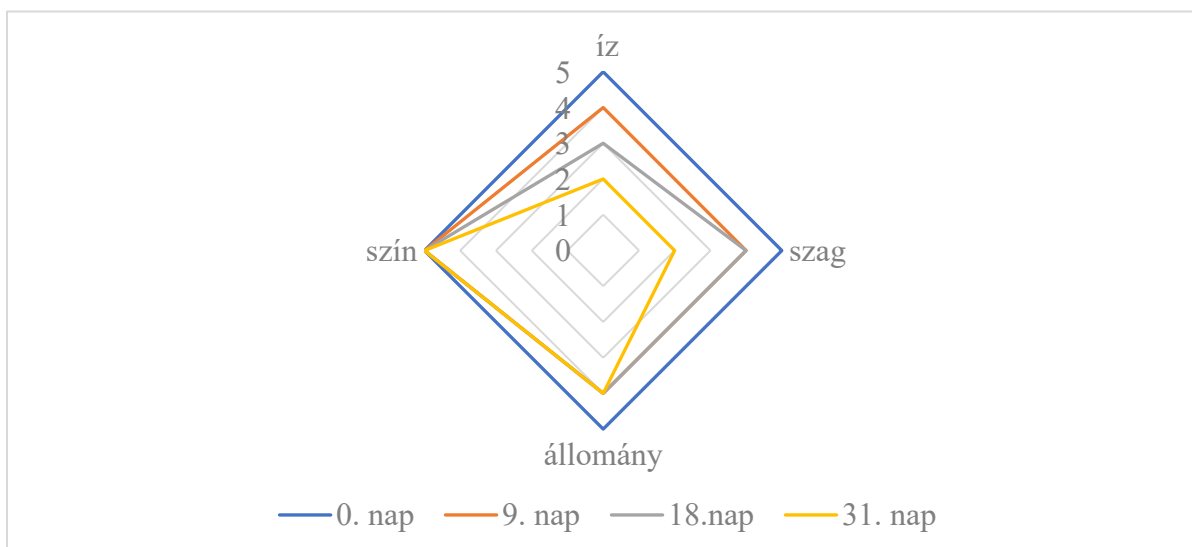
A magasabb tárolási hőmérséklet (50 °C) jelentősen növeli a kísérleti minták tapadását (22.ábra). Ennek oka lehet a hő hatására a zsírfázis részben megolvad, a fehérjék denaturálódnak, ami ragacsosabb, viszkózusabb állagot eredményez. Magasabb hőmérsékleten a fehérjék tovább denaturálódnak, és a már meglévő fehérjehálózat lazán összeragad, így az ömlesztett sajt „ragadosabbá” válik. A csomagolóanyag vízgőz áteresztő tulajdonsága miatti

vízvesztés következménye, hogy a termék sűrűbbé, koncentráltabbá válik, ami növeli a tapadást. A diagramról leolvasható, hogy a tárolási hőmérséklet döntő szerepet játszik az ömlesztett sajt tapadási tulajdonságaiban.

## 4.6 Érzékszervi bírálat

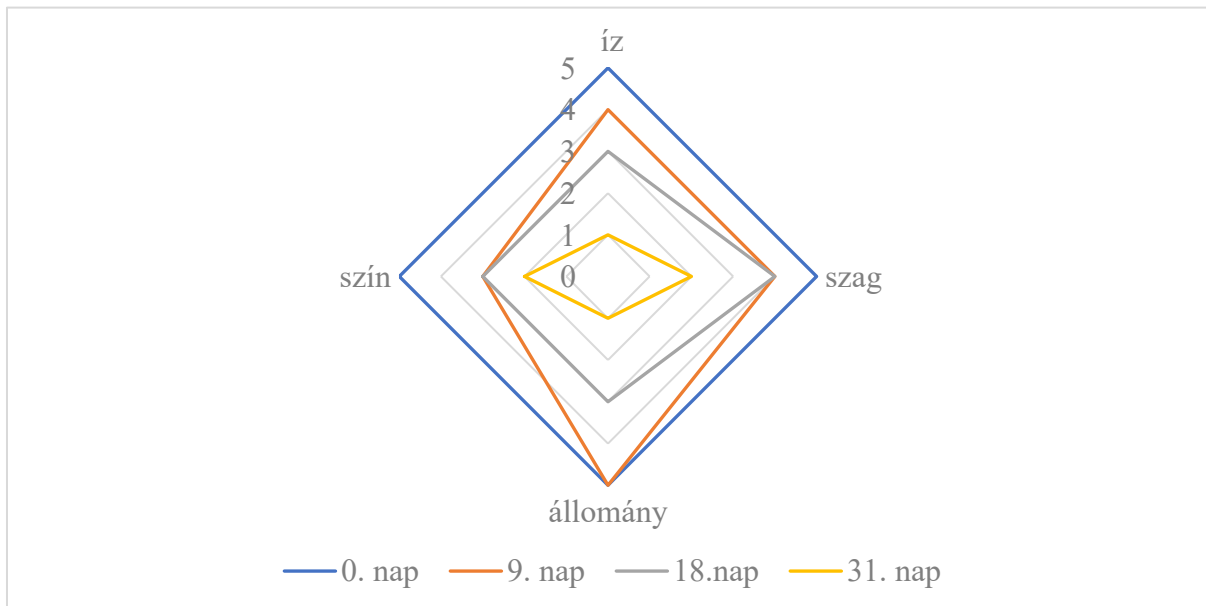
Az ömlesztett sajtokat a tárolási kísérlet során érzékszervi bírálatnak is alávettem az idő függvényében. A bírálat során a szín, íz, állomány, szag érzékszervi vizsgálatát végeztem el, és 0-5 pontos rendszerben pontoztattam független bíráló csoporttal. A bírálók a tárolási kísérlet elején egyöntetűen maximális pontszámot adtak mind a négy vizsgálati tulajdonságnak, a terméket megfelelőnek ítélték. Az idő előre haladtával, azonban fokozatosan jelentkeztek a minőségi eltérések, melyeket a kapott pontozási eredmények mutatnak. A tárolási kísérlet végére a szag, íz és állomány értékelésénél születtek eltérő eredmények a kezdeti állapothoz képest. Kémiai eltérés, savanyodás volt tapasztalható, mely a vizsgálatok során a pH érték változásával is alátámasztható. A félzsíros, kenhető natúr ömlesztett sajt 85g (HÉF 1), 25°C hőfokon tárolt minta vizsgálata során a bírálók nem tapasztaltak a színében változás a tárolási kísérlet végére, a kiindulási mintához képest (23. ábra). A vizsgált minták szag, íz, állomány bírálata során már eltérés volt tapasztalható, melyek értéke a tárolási idő végére fokozatosan romlott. Ennek valószínű oka a tárolás során lejátszódó kémiai folyamatok.

**23. ábra** Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt tapadás vizsgálata



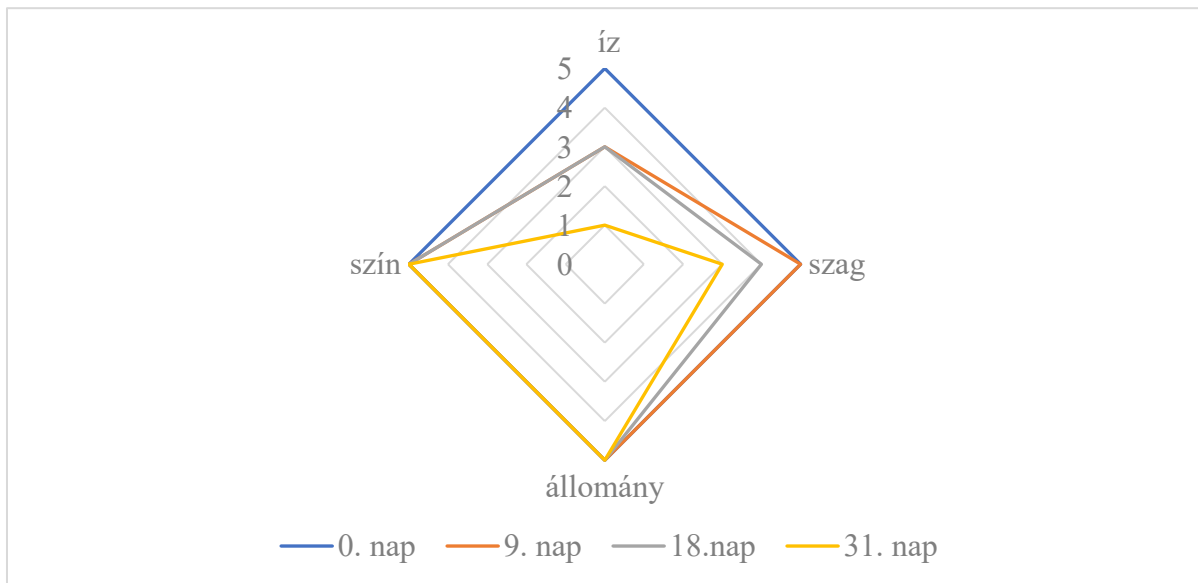
AZ érzékszervi bírálat során megállapítható, hogy a magasabb hőmérsékleten tárolt minták érzékszervi tulajdonságainak változása hamarabb volt tapasztalható (24. ábra). Az 50 °C -on tárolt ömlesztett sajt érzékszervi vizsgálata során, már a 9. napon tapasztalható volt változás az íz, szín, szag érzékszervi bírálata során. A teszt végére az íz és állomány már a legalacsonyabb értéket kapta, a kémiaifolyamatok jelentős érzékszervi elváltozást okoztak a terméken.

**24. ábra** 50°C -on tárolt ömlesztett sajt (HÉF 1) minta, érzékszervi, pontozásos bírálata



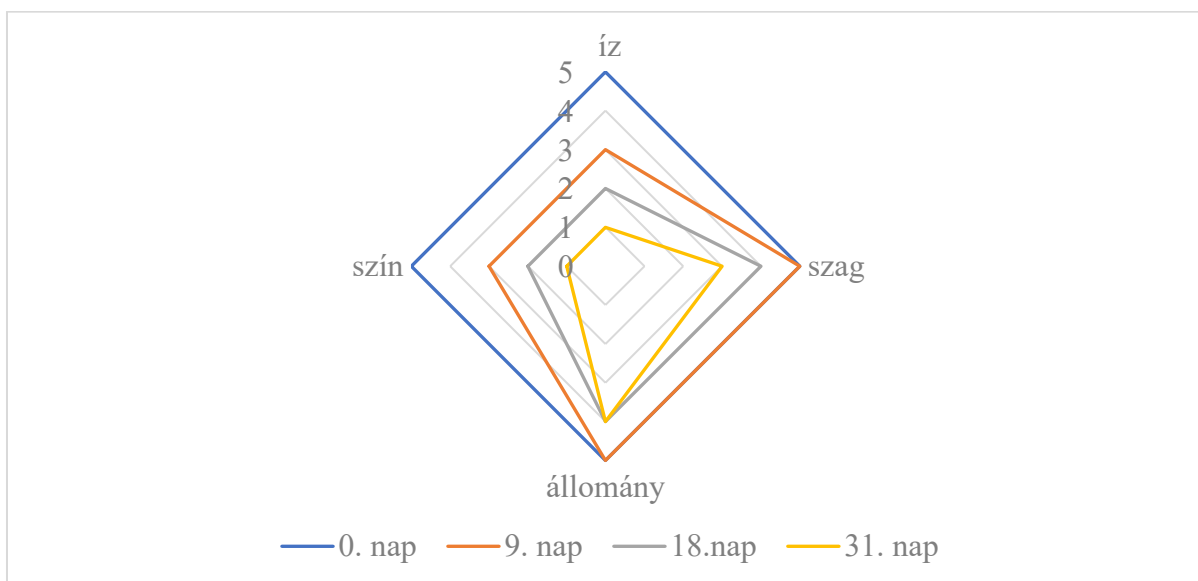
A háló diagrammból (25. ábra) kiolvasható, hogy az alacsonyabb fehérjetartalmú, magasabb tömegű félzsíros, kenhető natúr-tejszínes ömlesztett sajt 100g (HÉF 2) ömlesztett sajt mintán, amit 25°C -on tároltunk hamarabb, már a 9. napon érezhető volt íz eltérés, az érzékszervi bírálat során. Az eltérések az alacsonyabb tárolási hőmérséklet ellenére tovább fokozódtak. A tárolási idő végére ízében és szagában már erőteljesen érezhető volt a kémiai változás, savanyodás.

**25. ábra** 25°C -on tárolt ömlesztett sajt (HÉF 2) minta, érzékszervi, pontozásos bírálata



A magasabb hőmérsékleten, 50 °C- on tárolt félzsíros, kenhető natúr-tejszínes ömlesztett sajt 100g (HÉF 2) minta a tárolás 9. napján (26.ábra) már eltért íz, szín bírálatban a kiindulási minta azonos tulajdonságaitól. Az eltérés oka magyarázható az alacsonyabb fehérje tartalommal, a fehérje szerkezete nem stabil, a vízaktivitás magasabb, a kémiai folyamatok lejátszódása könnyebb. Az emulgeáló sók az eltérő fehérje tartalom miatt nem egyformán viselkednek a megfigyelt mintákban. Ennek eredményeként a kémiai folyamatok érzékszervi változást, kémiai romlást okoztak.

**26. ábra** 50°C -on tárolt ömlesztett sajt (HÉF 2) minta, érzékszervi, pontozásos bírálata



## 5. Következtetések, javaslatok

Az ömlesztett sajt tárolási kísérlete során megállapítható, hogy a tárolási hőmérséklet, a minták összetétele és tápértéke egyaránt befolyásolja a termék minőségének alakulását. A vizsgálat során az optimális 8 °C-tól eltérő, 25 °C és 50 °C közötti tárolási hőmérsékleteket alkalmaztuk azzal a céllal, hogy felmérjük a jelenlegi, 8 °C-on érvényes 135 napos minőségmegőrzési idő meghosszabbításának lehetőségét.

A két vizsgált minta félzsíros, kenhető natúr ömlesztett sajt 85g; és a félzsíros, kenhető natúr-tejszínes ömlesztett sajt 100g (HÉF1 és HÉF2) tápértéke alapján jól látható, hogy a félzsíros, kenhető natúr ömlesztett sajt 85g (HÉF 1) minta magasabb zsír- (13 g/100 g), fehérje- (9 g/100 g) és sótartalommal (1,7 g/100 g) rendelkezett, míg a félzsíros, kenhető natúr-tejszínes ömlesztett sajt 100g (HÉF 2) minta magasabb szénhidrát- és cukortartalmú (11 g, ill. 4,8 g/100 g) volt.

Ezek a különbségek a tárolás során eltérő stabilitási viselkedést eredményeztek:

A félzsíros, kenhető natúr ömlesztett sajt 85g (HÉF 1) minta nagyobb fehérje- és sótartalma miatt erősebb fehérjeháló-szerkezetet tud kialakítani, ami növeli a keménységet és tapadóságot, ugyanakkor hő hatására gyorsabb denaturáció és a Maillard-reakció lezajlása.

A félzsíros, kenhető natúr-tejszínes ömlesztett sajt 100g (HÉF 2) minta magasabb szénhidrát- és alacsonyabb zsírtartalma miatt kevésbé hajlamos a szerkezeti keményedésre, de a magasabb cukortartalom elősegíti a nem enzimátikus barnulási folyamatokat, ezért hosszabb tárolás alatt színváltozás és ízromlás tapasztalható.

A 25 °C-on tárolt minták stabilitása kielégítő volt, míg az 50 °C-on tárolt sajtokban a vízvesztés, fehérjeszerkezeti átalakulás és Maillard-reakciók következtében gyors minőségromlás történt. A szín és állomány romlása, valamint az érzékszervi pontszámok csökkenése a magas hőmérséklet hatásának egyértelmű jelei voltak.

A matematikai megközelítés módszerét alkalmazva a romlási folyamat egyértelműen gyorsul a hőmérséklet emelkedésével. A 25 °C-on mért eltarthatóság extrapolálva 8 °C-on kb. 90–130 napos minőségmegőrzést jelent. Ez összhangban áll a jelenlegi 135 napos lejáratival, tehát a termék stabilitása jó.



A vizsgálat eredményei alapján az ömlesztett sajt optimális tárolási hőmérséklete a 0-8 °C, amely biztosítja a kedvező szerkezeti és érzékszervi tulajdonságok megőrzését. A 25 °C-on végzett tárolás gyorsított stabilitási vizsgálatként alkalmas, de nem javasolt tényleges tárolási körülményként. A gyorsított tárolási kísérlet alapján a bekövetkezett színváltozás miatt a számított értékek nem relevánsak. A további fejlesztések során célszerű:

- a tápérték-összetételt tovább vizsgálni (fehérje, zsír, cukor arány),
- csomagolóanyag tekintetében kutatást végezni, hogy a jelenleginél alacsonyabb vízgőz-áteresztő képességű csomagolóanyagokat használni a vízvesztés csökkentésére,
- vizsgálni az antioxidáns, emulgeálószer alkalmazását vagy a sócsökkentés lehetőségét, hogy ezek milyen hatással vannak az eltarthatósági időre.
- az alapanyagok mikrobiológiai vizsgálata javasolt.

A mikrobiológiai tényezők befolyásolhatják a termék fehérje szerkezetét, az eltarthatósági idő alatt jelentős változásokat okozhatnak a termékben

Ezek a tényezők hozzájárulhatnak a minőségmegőrzési idő meghosszabbításához anélkül, hogy a termék érzékszervi tulajdonságai romlanának és nem preferált adalékanyagként tartósítószer alkalmaznánk.

## 6. Összefoglalás

A fogyasztói igények napjainkban egyre inkább az adalékanyag-mentes, hosszú eltarthatóságú és kiváló érzékszervi tulajdonságú élelmiszerek felé tolódnak. A tejipar e kihívásokra válaszul fejleszti az ömlesztett sajtokat, amelyek kedvező állományukkal, homogén szerkezetükkel és stabil minőségükkel fontos szerepet töltenek be az élelmiszerpiacon.

Az ömlesztett sajt tárolási kísérlet célja az volt, hogy tartósítószer-mentes, ömlesztett sajt készítmények minőségi változásait vizsgáljam különböző tárolási hőmérsékletek mellett, és meghatározzam a tárolási körülmények hatásait a termék kémiai, fizikai és érzékszervi tulajdonságaira. A kísérletet a Fino-Food Kft. két különböző összetételű, félzsíros kenhető ömlesztett sajt termékén (natúr és tejszínes-natúr változat) végeztem el. A gyártási körülmények, a technológiai folyamatok azonosak voltak a két gyártási tétel esetében. A mintákat 25 °C és 50 °C hőmérsékleten tároltam 31 napon keresztül, és a 9., 18. és 31. napon végeztem fizikai, kémiai és érzékszervi méréseket. A vizsgálatok során a pH érték, szárazanyagtaralom, zsír, fehérje, sótartalom, szín eltérés, kenhetőség, tapadósság, tapadás és keménység vizsgált paramétereit követtem nyomon.

A két vizsgált minta (HÉF 1 és HÉF 2) összetétele eltérő volt, ami befolyásolta a romlási folyamatokat: a HÉF 1 minta magasabb zsír- (13 g), fehérje- (9 g) és sótartalmú (1,7 g) volt, míg a HÉF 2 magasabb szénhidrát- (11 g), cukortartalmú (4,8 g) értékekkel rendelkezett.

A vizsgálatok során kiderült, hogy a magasabb fehérje- és sótartalmú (HÉF 1) minta erősebb szerkezetet és jobb vízmegkötő képességet mutatott, viszont hő hatására gyorsabb fehérje-denaturációja és szerkezeti keményedés következett be. A HÉF 2 minta magasabb cukortartalma fokozta a nem enzimátikus barnulási reakciókat, ami a szín és az íz változásához vezetett hosszabb tárolás esetén.

A 25 °C-on tárolt minták még elfogadható minőséget mutattak, azonban 50 °C-on a Maillard-reakciók, vízvesztés és oxidáció következtében gyors minőségromlás volt megfigyelhető. Összességében a tárolási hőmérséklet emelkedése gyorsította a fizikai, kémiai és érzékszervi romlást.

A további fejlesztések során a tápérték-összetétel optimalizálása (fehérje–zsír–cukor arány), a csomagolóanyag vízgőzáteresztésének csökkentése és antioxidánsok alkalmazása hozzájárulhat a minőségmegőrzési idő meghosszabbításához, a termék érzékszervi tulajdonságainak megőrzése mellett.



## Irodalomjegyzék

- A Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet története, I. rész» MTKI, 2021. URL <https://www.mtki.hu/a-magyar-tejgazdasagi-kiserleti-intezet-tortenete-i-resz/> (accessed 11.4.25).
- Abd El Salam, M.H., Al Khamy, A.F., El Garawany, G.A., Hamed, A., Khader, A., Abd El Salam, M.H., Al Khamy, A.F., El Garawany, G.A., Hamed, A., Khader, A., 1996. Composition and rheological properties of processed cheese spread as affected by the level of added whey protein concentrates and emulsifying salt. *Egypt. J. Dairy Sci.* 24, 309–322.
- Buňka, F., Salek, R.N., Buňková, L., Lorencová, E., 2024. The impact of phosphate- and citrate-based emulsifying salts on processed cheese techno-functional properties: A review. *Int. Dairy J.* 158, 106031. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2024.106031>
- Caric, M., Gantar, M., Kalab, M., 1985. Effect of emulsifying agents on the microstructure and other characteristics of process cheese - A review. *ResearchGate*.
- Cruz, R.M.S., 2025. Storage and Shelf-Life Assessment of Food Products. *Foods* 14, 2795. <https://doi.org/10.3390/foods14162795>
- Deshwal, G.K., Gómez-Mascaraque, L.G., Fenelon, M., Huppertz, T., 2023. A Review on the Effect of Calcium Sequestering Salts on Casein Micelles: From Model Milk Protein Systems to Processed Cheese. *Molecules* 28, 2085. <https://doi.org/10.3390/molecules28052085>
- El Hosry, L., Elias, V., Chamoun, V., Halawi, M., Cayot, P., Nehme, A., Bou-Maroun, E., 2025. Maillard Reaction: Mechanism, Influencing Parameters, Advantages, Disadvantages, and Food Industrial Applications: A Review. *Foods* 14, 1881. <https://doi.org/10.3390/foods14111881>
- Fenyvessy, J., Csanádi, J., Csapó, J., Csapó-Kiss, Z., 2014. *Tejipari Technologia: tej és tejtermékek a táplálkozásban*, 2014th ed.
- Fu, B., Labuza, T.P., 1993. Shelf-life prediction: theory and application. *Food Control* 4, 125–133. [https://doi.org/10.1016/0956-7135\(93\)90298-3](https://doi.org/10.1016/0956-7135(93)90298-3)
- Gaspard, A., 2025. James Kraft élete: a Kraft Foods Company alapítója. *Cheese Distrib. Food Ind. Pioneer James Kraft*. URL <https://atouchofbusiness.com/biographies/james-kraft/> (accessed 11.4.25).
- Hole, M., 2003a. STORAGE STABILITY | Shelf-life Testing, in: Caballero, B. (Ed.), *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition)*. Academic Press, Oxford, pp. 5618–5624. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/01154-8>
- Hole, M., 2003b. STORAGE STABILITY | Shelf-life Testing, in: Caballero, B. (Ed.), *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition)*. Academic Press, Oxford, pp. 5618–5624. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/01154-8>
- Internet 1, 2022. NÉBIH. <https://portal.nebih.gov.hu>.
- Internet 2, 2017. Agromilk [WWW Document]. URL <https://agromilk.eu/foodscan> (accessed 10.28.25).
- Juhászné Tóth, R., 2020. *Sajt 2 - Ömlesztett Sajt, Túró, Sajt készítmények, Sajthibák*.
- Kozák P., 2013. *Gratz Ottó - Névpont 2025*. Névpont.hu.
- Lazárková, Z., Lorencová, E., Pětová, M., Novotný, M., Salek, R.N., 2025. Sterilized Processed Cheese: Principles, Technological Aspects, and Properties: A Review. *Foods* 14, 1072. <https://doi.org/10.3390/foods14061072>
- Magyar Élelmiszerkönyv 1-3/19-1 számú előírása a tejtermékekről, 2009.

- Salek, R.N., Buňka, F., Černíková, M., 2022. Chapter 3 - The use of different cheese sources in processed cheese, in: El-Bakry, M., Mehta, B.M. (Eds.), *Processed Cheese Science and Technology*. Woodhead Publishing, pp. 79–113. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821445-9.00010-8>
- Somogyi, I., Dr Schreiner, E., Krúdy, G., 1998. *Tejipari technológia II.*, 1998th ed. Ipar, Budapest.
- Szakály, S., 2001. *Tejgazdaságtan*, 2001st ed.
- Tarnavölgyi G., 2009. *AZ ÉLELMISZER-ADALÉKANYAGOK SZAKMAI ÉS FOGYASZTÓI MEGÍTÉLÉSE.*
- Upreti, R., 2008. Process Cheese: Scientific and Technological Aspects—A Review. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* <https://doi.org/10.1111/J.1541-4337.2008.00040.X>

# Ábrák és táblázatok jegyzéke

## Ábrák jegyzéke

<b>1. ábra</b> Az ömlesztett sajtok csoportosítása .....	8
<b>2. ábra</b> Arrhenius-diagram, amely két különböző minőségromlási sebességű élelmiszer extrapolált eltarthatósági idejét mutatja. (Forrás: Élelmiszertudományi és táplálkozási enciklopédia (második kiadás)2003.) .....	16
<b>3. ábra</b> Knick portavo 902 pH manual (Forrás: Kezelési útmutató).....	19
<b>4. ábra</b> Mettler toledo Excellence Plus HX204 (Forrás: Kezelési útmutató) .....	20
<b>5. ábra</b> Foodscan sajt, joghurt és vajkrém analizáló műszer (Forrás:“Foodscan Meat,” n.d.) .....	21
<b>6. ábra</b> Konica Minolta CR 410 (Forrás: Kezelési útmutató).....	22
<b>7. ábra</b> SMS TA.XT. plus állománymérő (Forrás: www.stablemicrosystems.com) .....	23
<b>8. ábra</b> Különböző hőmérsékleten (25 és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták pH érték változása a tárolási idő függvényében .....	24
<b>9. ábra</b> Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták szárazanyag taralom mérési eredményei a tárolási idő függvényében.....	25
<b>10. ábra</b> Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták zsír taralom mérési eredményei a tárolási idő függvényében .....	26
<b>11. ábra</b> Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták fehérje taralom mérési eredményei a tárolási idő függvényében .....	27
<b>12. ábra</b> Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták só taralom mérési eredményei a tárolási idő függvényében .....	27
<b>13. ábra</b> Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták szín vizsgálata (Lightness -világosság) mérési eredményei a tárolási idő függvényében .....	28
<b>14. ábra</b> Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták szín vizsgálata (Red–Green -vörös- zöld szín) mérési eredményei a tárolási idő függvényében.....	29
<b>15. ábra</b> Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták szín vizsgálata (Yellow–Blue-sárga-kék szín mérési eredményei a tárolási idő függvényében .....	30
<b>16. ábra</b> Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták színváltozása a tárolási első napján.....	31
<b>17. ábra</b> Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták színváltozása a tárolási 18. napján .....	31
<b>18. ábra</b> Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták színváltozása a tárolási 31. napján .....	32

<b>19. ábra</b> Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták keménység vizsgálata .....	32
<b>20. ábra</b> Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták kenhetőség vizsgálata .....	33
<b>21. ábra</b> Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt minták tapadosság vizsgálata .....	34
<b>22. ábra</b> Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt tapadás vizsgálata .....	35
<b>23. ábra</b> Különböző hőmérsékleten (25°C és 50°C) tárolt ömlesztett sajt tapadás vizsgálata .....	36
<b>24. ábra</b> 50°C -on tárolt ömlesztett sajt (HÉF 1) minta, érzékszervi, pontozásos bírálata .....	37
<b>25. ábra</b> 25°C -on tárolt ömlesztett sajt (HÉF 2) minta, érzékszervi, pontozásos bírálata .....	38
<b>26. ábra</b> 50°C -on tárolt ömlesztett sajt (HÉF 2) minta, érzékszervi, pontozásos bírálata .....	38

## Táblázatjegyzék

<b>1. táblázat</b> Az ömlesztett sajtokkal szemben támasztott fizikai és kémiai követelmények (Forrás: Magyar Élelmiszerkönyv 1-3/19-1 számú előírása).....	9
<b>2. táblázat</b> A vizsgálati minták alap és adalékanyagok listája .....	17
<b>3. táblázat</b> A vizsgálati minták tápérték jelölése .....	18
<b>4. táblázat</b> Késztermék érzékszervi tulajdonságai (Forrás Fino-Food Kft).....	23
<b>5. táblázat</b> Színkülönbség változása ömlesztett sajt tárolási kísérlete során .....	30

**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 hozzáféréséről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

**NYILATKOZAT**

**a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és  
eredetiségéről**

A hallgató neve: Scherer Szilvia  
A Hallgató Neptun kódja: M78EUB  
A dolgozat címe: Ömlesztett sajt készítmény tárolási kísérlete, a minőségváltozás nyomkövetése az összetevők függvényében  
A megjelenés éve: 2025  
A konzulens intézetének neve: Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat 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.

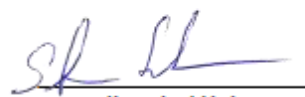
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor 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: Kaposvár, 2025. év november hó 01 nap

  
Hallgató aláírása



## NYILATKOZAT

Scherer Szilvia (hallgató Neptun azonosítója: M78EUB) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom<sup>1</sup>.

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

Kelt: Budapest, 2025. 11. 10.

Pábotorné Huszár Klára  
belső konzulens

Dr. Hódi Katalin  
belső konzulens

---

<sup>1</sup> A megfelelő aláhúzendó.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendó.

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

### 1. Általános adatok

Hallgató neve:	Scherer Szilvia
Neptun-kódja:	M78EUB
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	X BSc/BA a MSc/MA a Doktori (PhD) a Egyéb: .....
Tantárgy neve/kódja*:	Élelmiszermérnöki-B-KAP-L-HU-ELELM
A munka címe:	Ömlesztett sajt tárolási kísérlete, minőségváltozás nyomonkövetése az összetevők függvényében

\* 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!)

C] A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.) X 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)
Fogalmazás támogatása	Open A1 (Chat gpt)	Bevezetés, következtetés és összefoglalás egy részénél fogalmazásban kértem segítséget
Forrás keresés	Open A1 (Chat gpt)	fordítás

## 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 neve, eszköz 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:

---

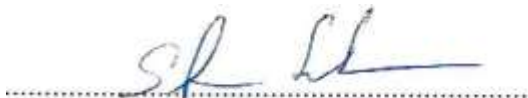
---

---

### 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: Kaposvár, 2025. 11. hó 01 nap



Hallgató aláírása



Konzulens/Témavezető aláírása