

SZAKDOLGOZAT

De Groot Sára

2025



MAGYAR AGRÁR- ÉS
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Élelmiszertudományi és
Technológiai Intézet

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Budai Campus
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Élelmiszermérnöki alapképzés

**Hűtést igénylő állati eredetű élelmiszerek házhozszállítási
körülményeinek vizsgálata**

Belső konzulens:

Vargáné dr. Tóth Adrienn

beosztás: Tudományos munkatárs

Boros Anikó

Belső konzulens intézete/tanszéke:

Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Állatit termék és Élelmiszertartósítási Technológiai
Tanszék

Készítette:

De Groot Sára

Budapest

•

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések.....	3
1.1 Bevezetés.....	3
1.2 Célkitűzések	3
2. Szakirodalmi áttekintés	5
2.1 Az élelmiszerbiztonság fontossága.....	5
2.2 A húsról	5
2.3 A csirkehús illatjellemezői.....	6
2.4 Hűtési lánc.....	7
2.5 Hús minősége fogyasztói szemmel	8
2.5.1 Vásárlói döntés	8
2.5.2 Mi befolyásolja a frissességet?.....	9
2.5.3 Értékesítési módszerek	9
2.5.4 „PVC overwrap”	9
2.5.5 Módosított atmoszférájú (MAP) csomagolás	9
2.6 A csirke hús minőségét befolyásoló tényezők.....	10
2.6.1 Genetikai tényezők	10
2.6.2 Külső tényezők	10
2.7. Érzékszervi vizsgálatok.....	11
2.7.1 Háromszögpróba	11
2.7.2 Érzékszervi módszerek összehasonlítása	11
2.8 Műszeres és érzékszervi bírálatok összehasonlítása.....	15
2.8.1 Elektronikus „érzékszervek” (orr, nyelv, szem).....	15
2.8.2 Szín- és spektroszkópiai módszerek (CIELAB, elektronikus szem, NIR)	16
2.8.3 Csomagolásba épített és kémiai szenzorok	17
2.8.4 Szempontok, a megfelelő érzékszervi módszer és bírálók kiválasztásához	18
2.8.5 Érzékszervi módszerek csoportosítása	18
2.9 A hús csomagolása	19
2.9.1 Általánosságban a csomagolásról.....	19
2.9.2 Intelligens csomagolásról	19
3. Anyagok és módszerek.....	21
3.1 Tárolási próba.....	21
3.2 Műszeres mérések	21
3.2.1 Színmérés	21
3.2.2 Színmérés csomagolt minta esetében	21

3.2.3	Állománymérés TPA módszerrel	22
3.3	Érzékszervi vizsgálatok	23
3.3.1	Kategória-skála	23
3.3.2	Háromszögpróba	23
3.4	Érzékszervi és műszeres mérések integrációja.....	24
3.5	Biofilm	25
3.5.1	Előkészületek, puffer oldatok elkészítése.....	25
3.5.2	Filmek elkészítése	25
3.5.3	Filmeken végzett mérések	26
4.	Eredmények és értékelésük	28
4.1	Színmérés	28
4.1.1	Világossági tényező (L*).....	28
4.1.2	Vörös-zöld színtényező (a*).....	28
4.1.3	Kék-sárga színtényező (b*)	29
4.1.4	Színkülönbség tényező (ΔE)	29
4.2	Állománymérés eredményei.....	30
4.2.1	Keménység	30
4.2.2	Kohézió	32
4.2.4	Rághatóság	34
4.3	Kategória-skála eredményei.....	35
4.3.1	Kategóriaskála értékelése megjelenés alapján.....	35
4.3.2	Kategóriaskála értékelése illat alapján	36
4.3.3	Kategóriaskála értékelése összbenyomás alapján.....	37
4.4	Háromszögpróba eredményei.....	37
4.5	Biofilm	38
4.5.1	Elkészült filmek tulajdonságai (szín; vastagság; színmérés különböző pH-n).....	38
4.5.2	pH változás vizsgálata csirkemellfilén	41
5.	Következtetések, javaslatok	44
6.	Köszönetnyilvánítás	48
7.	Irodalomjegyzék/Felhasznált irodalmak	49
8.	Ábrák és táblázatok jegyzéke	51
9.	Mellékletek.....	53

1. Bevezetés és célkitűzések

1.1 Bevezetés

Az élelmiszerpazarlás egy olyan probléma, amely egyöntetűen érinti az egész társadalmunkat. Mind az iparági szereplőket, mind a fogyasztókat. Az emberi fogyasztásra szánt élelmiszerek mintegy 30%-a végzi hulladékként (FAO, 2013; Gustavsson, Cederberg, Sonesson, Van Otterdijk, & Meybeck, 2011). A háztartásokban keletkező élelmiszerhulladék sok esetben a nem megfelelő tárolásból, kezelésből keletkezik. A hűtés az egyik legenergiaigényesebb folyamata a tárolásnak. Célja, hogy az élelmiszerek minél tovább megőrizzék eredeti állapotukat, frissességüket. Az ultrafriss élelmiszerek fogyaszthatósági ideje általában hét nap. Ide tartozik az általunk vizsgált élelmiszercsoport is, ami a friss hús. Kémiai összetételének köszönhetően, a hús tökéletes táptalaj a különböző mikroorganizmusok számára. A húsban természetes módon különböző mikroorganizmusok is előfordulnak. A tárolás során végbemenő mikrobiális romlásnak több oka is lehet. A tárolás kezdetén a hús felszínén megtalálható kiinduló baktériumszám. A különböző kémiai tulajdonságok, mint pH érték, víz-, és tápanyagtartalom. Külső tényezők is befolyásolják, a hús mikrobiológiai romlását. Ide tartozik a tárolási/szállítási hőmérséklet, légtérösszetétel. A hűtést igénylő állati eredetű élelmiszerek házhozszállítási szakasza jelenti a hűtési lánc legkritikusabb pontját, ahol a hőmérséklet-ingadozás közvetlen érzékszervi minőségromláshoz vezethet. A nyers hús fogyaszthatósági idő lejártá után, már veszélyes hulladéknak minősül, ami élelmiszerpazarlás szempontjából azt jelenti, hogy meg kell semmisíteni, nem komposztálható. Ezért ez az élelmiszercsoport esetében különösen nagy hangsúlyt kell fektetnünk a megelőzésre. A szakdolgozatom során a fogyasztók szemszögéből vizsgálom a tárolás során bekövetkező változásokat. Az ő érzékszerveiken keresztül figyeljük meg, hogy a hőmérséklet-idő függvényében milyen változásokat vélnek felfedezni a hús hűtve tarolása során.

1.2 Célkitűzések

A hűtést igénylő állati eredetű élelmiszerek házhozszállítása során különösen nagy figyelmet kell fordítani a szállítás körülményeire, legfőképpen a megfelelő hőmérséklet biztosítására, ugyanis ezek a termékek már a kis mértékű hőmérséklet-ingadozásra is nagyon érzékenyek. A fogyasztók házhozszállítás esetében is elvárják a kifogásolhatatlan minőséget, friss húsok esetében, hogy azok megőrizzék eredeti megjelenésüket, állományukat, mikrobiológia stabilitásukat. Valamint érzékszervi tulajdonságaik is friss hússal emlékeztetőek legyenek. A szállítási körülmények – például a hőmérséklet-ingadozások vagy a nem megfelelő csomagolás – közvetlenül befolyásolják a romlási folyamatokat, ezért alapvető a házhozszállítás során a minőség

objektív nyomon követése. A szakdolgozat célja, hogy a házhozszállítás során jelentkező minőségváltozásokat komplexen vizsgálja, és feltárja, milyen módszerekkel lehet korai jelzést adni a romlásra. Ez indokolja a jelen vizsgálat három fő célkitűzését:

- Tárolás során, mennyire befolyásolja a hőmérséklet-ingadozás a húsminőséget (szín & állomány)?
- Mit érzel a fogyasztó és mit egy műszer, ha állományról van szó? Integrálható-e ez a két módszer?
- Mennyire megbízhatóak egyes érzékszervi módszerek, mint például a háromszögpróba vagy a kategóriaskála? Alkalmazhatóak csirkemell frissesség meghatározására?
- Mennyire alkalmas egy biofilm a romlás előrejelzésére?

Tesztelendő felvetések:

- Feltételezhető, hogy, a hőmérséklet-fluktuáció növeli a ΔE , színkülönbség értéket a konstans hőmérséklethez képest.
- Lehetséges, hogy a kategória-skála eredményei, korrelálnak a TPA keménységgel
- Vélhető, hogy a fogyasztók illat alapján hamarabb és pontosabban detektálják a különbséget, mint megjelenés alapján. Különösen a háromszögpróba során.
- Valószínűsíthető, hogy a biofilm szín változása jól korrelál a hús pH-változásával, és a színváltozás szabad szemmel is észlelhető, így a csomagolásba integrálva, frissesség megállapítására is szolgálhat.
- Feltételezhető, hogy az alacsony (1 °C) hőmérsékleten történő tárolás biztosítja leginkább a csirkemellfilék szerkezeti és érzékszervi stabilitását, mivel a TPA és kohéziós vizsgálatok alapján az ilyen hőmérsékleten tárolt minták szerkezete maradt a legstabilabb, míg a magasabb (12 °C) hőmérsékleten tárolt minták gyors szöveti bomlást mutattak.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1 Az élelmiszerbiztonság fontossága

Amikor termékekről beszélünk, nekünk, mint fogyasztóknak két dolog a legfontosabb. A minőség és a biztonság. Különösen igaz ez az élelmiszerek esetében. A minőség egy tág és mondhatni szubjektív fogalom. Ezzel ellentétben a biztonság már nem az. Mindenkinek joga van ahhoz, hogy olyan élelmiszereket fogyasszon, amik semmiféle negatív hatást nem gyakorolnak a szervezetünkre. Statisztikai adatok szerint az élelmiszerekben lévő patogén mikroorganizmusok évente 6,5-33 millió megbetegedésért felelősek (Ahn et al., n.d.). A megbetegedést okozó élelmiszerek csoportjában a húsok az élen járnak.

2.2 A húsról

A Magyar Élelmiszerkönyv húsokról és húskészítményekről szóló része leírja a „hús”, mint gyűjtőfogalom meghatározását, ami a következőképpen szól:” Az emlősállatok és madárfajok (szárnyasok) emberi fogyasztásra alkalmasnak minősített, természetes alkotórészüket képező vagy hozzájuk kötődő szövetből álló „vázizomzata”, ahol az összes zsír- vagy kötőszövet-állomány nem haladja meg az alább jelzett értékeket, és ahol a hús valamely más élelmiszer összetevőjét képezi. A külön jogszabály szerint mechanikusan szeparált húsnak minősülő termékek nem tartoznak e meghatározás körébe. A vázizomokhoz tartozik a rekeszizom és a rágóizom, nem része viszont a szív, a nyelv, a fejen lévő egyéb izmok, a lábízületek izmai és a farok. (Bizottság and Szakbizottsága, n.d.)” A vágás pillanatában a hús aszeptikus, viszont felülete a környezet hatására könnyen tud szennyeződni. Változatos felépítése miatt jó táptalaj a rákerült mikroorganizmusok számára. Tápanyag dús, kedvező a pH tartománya, fehérjékben és lipidekben gazdag, mindemelett nagy a vízáktivitása (Nastasijević et al., 2017). Bejelentések alapján legtöbb fertőzést a Salmonella spp. okozta. A szalmonellafertőzésnek vannak közvetlen okai, mint például a nyersanyag mikrobiológiai minősége, de vannak közvetett okai is. Ilyen például a tárolási hőmérséklet (AL-Dughaym and Altabari, 2010). Kutatómunkám során friss csirke-mellfilével dolgoztam. Táplálkozás tekintetében a húsnak pozitív a megítélése, ugyanis nagyon jó fehérjeforrások, ásványianyagokban és vitaminokban gazdagok. Főleg B és E vitamin tartalmuk nagy. Fehérjetartalmat tekintve a húsok körében a csirke hús fehérjetartalma magasnak számít. A csirkehús fehérjetartalma 20,9% és 24,7% közé tehető.

2.3 A csirkehús illatjellemezői

A csirkehús illatát a marhához hasonlóan, a különböző illékony komponensek alkotják. Számszerűsítve 621 ilyen vegyület mutatható ki. Ezek között találhatóak aldehidek, ketonok, alkoholok, fenolok, savak, észterek, furánok, pirazinok, szénhidrogének és különböző kéntartalmú vegyületek is. Ezek közül szemléltet néhányat a második táblázat. A második táblázat a vegyület nevét és a hozzá kapcsolódó illatot szemlélteti (Feng et al., 2018).

1. táblázat Csirke hús szagát jellemző vegyületek és hozzá tartozó illat
(forrás: Feng et al., 2018)

Illat	Vegyület
édes	acetaldehid
malátás	metilbutánál
vanília, édes	(E)-2-butenál
füves, zöld	pentanal
zöld, füves, zsíros, burgonyás, virágos	hexán
csípős, marcipán	(E)-2-hexenál
zsíros, gyümölcsös, burgonya	heptanon
zsíros, mandulaszerű, fahéj, zöld	2-heptán
halas, olajos	(Z)-4-heptán
szappanos, citrusos	octanol
földes, humuszos	(E)-2-okténál
faggyús, zsírós	nonanal
zsíros, kellemetlen	(E)-2-nonenál
szappanos, édes kellemetlen	(E,E)-2,4-nonadienál
uborka	(E,Z)-2,6-nonadienál
fémes, kenyérszerű	decana
érett banán	(Z)-4-decenál
faggyús, csirkés, viaszos	(E)-2-decenál
mézszerű, édes	fenilacetaldehid
kénes, rothadó	metanethiol
kénes, pörkölt kávé szerű	2-furánmetántiol
élesztős hús szag	2-metil-3-furanthiol
kénes, rothadó	kénhidrogén-szulfid
földes	2,4,5-trimetiltiazol
dohos	5,6-dihidro-2,4,6-trimetil-4H-1,3,5-ditiazin
ragasztós, csípős	2-butanol
gumis, fenolos	1-pentanol
sajtos	1-hexano
gomba, burgonya	1-oktén-3-ol
penészes, uborkaszerű	2-oktén-1-ol
fűszeres, virágos, fához hasonló	3,7-dimetil-1,6-oktadién-3-ol (linalool)
lime szerű	α -terpineol
karamell, édes, tejes	2,3-butanedio
oldószeres, csípős	2-butanon
izzadság szag	3-metil-butánsav

zöld bab	2-pentylfuran
sült csirke	4-hidroxi-5-metil-3(2H)-furanon
hidrolizált fehérje	3-hidroxi-4,5-dimetil-2(5H)-furanon
fenolos	4-metilfenol
barackos	γ -decalakton
mogyorós, égett	2-etil-3,5-dimetil-pirazin
édes égett	indol
ibolya szerű	β -ionon
ánizs	4-allylanisol (estragol)
tonkabab	2H-1-benzopirán-2-on (kumarin)

2.4 Hűtési lánc

A nyers hús az ultrafriss élelmiszerek kategóriájába sorolható. Az ebbe a kategóriába tartozó élelmiszerek fogyaszthatósági ideje a legrövidebb. Maximum hét nap. A különböző csomagolási technológiákkal, mint például vákuum csomagolással vagy módosított atmoszférás csomagolással (MAP) meghosszabbítható az eltarthatóság. De a hőmérsékletnek, mint tényezőnek az eltarthatóságban, nagyobb szerepe van. Ez különösen igaz, mivel a pszichrotrof baktériumok szaporodása erősen hőmérsékletfüggő, így már kisebb hőmérséklet emelkedés is gyorsabb romláshoz vezethet.

A hűtés az egyik legrégebb óta alkalmazott tartósítási módszer, mellyel a mikroba pusztulás nem történik, de élettevékenységük lassul. Így a termékünk minél tovább meg tudja őrizni eredeti állapotát. Élelmiszerbiztonsági szempontból a vágás után egyszerre le kell hűteni a húst és az élelmiszerlánc teljes folyamata alatt megszakítás nélkül biztosítani kell a hűtési láncot. A kis mennyiségű, helyi és marginális élelmiszer-előállítás és -értékesítés higiéniai feltételeiről szóló 60/2023. (XI. 15.) AM rendelet 7. § (1) bekezdése előírja, hogy a baromfi és nyúl-félék húsát 0-4 °C közé, míg a baromfi és nyúl-félék húsán kívüli állatból származó friss húst 0-7 °C közé kell hűteni. Ezt a hőmérsékletet pedig haladéktalanul biztosítani kell a hűtési lánc teljes folyamata alatt. Nemhiába tartozik CCP pontok közé a hűtés folyamata. Ugyanis termék életútja során több kritikus pont is felmerül. Ezek közé tartozik például a megfelelő hőmérséklet biztosítása, ha a termék az egyik élelmiszerlánci szereplőtől, egy másikhoz kerül. Ilyen helyzetek lehetnek, ha a terméket az előállítási helyről a raktározási/értékesítési helyre szállítják. Ha a hűtési lánc megszakad, nemcsak a mikrobiológiai kockázat nő, hanem a mioglobinnal történő oxidációja is fokozódhat, ami a hús színének változásához és a ΔE érték növekedéséhez vezethet, rontva a külső megjelenést. Ha a hűtés folyamata megszakad, vagy nincs végig biztosítva a megfelelő hőmérséklet, akkor az a termék fogyaszthatósági idejének lejárt előtti romlását eredményezi,

ami élelmiszerbiztonsági és élelmiszerpazarlási szempontból is kifogásolható. A friss hús hűtését már a vágóhídon megkezdik egy úgynevezett gyors hűtéssel. Ennek célja, hogy a testek legmelegebb pontja is minél előbb 0-7 °C, baromfi esetében 0-4 °C közé hűljön. A hűtés ezen szakaszában négyféle hűtési módot alkalmaznak. Ezek: légcirkulációs hűtés, folyadékos hűtőkád, evaporatív hűtés és vákuumhűtés. A hús hűtése szállítás során különböző hűtőkamrákkal rendelkező járművekben történik. A járművek hűtési teljesítményét több tényező is befolyásolhatja, mint például a hűtőkompresszor teljesítménye, szigetelés, jármű szellőzése (Nastasijević et al., 2017). Ezeket figyelembe véve is tudnia kell a járműnek a szállítás teljes időtartama alatt az adott hűtési hőmérsékletet tartania. Hosszú távú szállítás esetén különösen nehéz biztosítani a hőmérséklet fenntartását. Legelterjedtebb szállítási módok hosszú távra történő szállítás esetén a tengeri és a légi szállítás. Itt a legnagyobb nehézséget az jelenti, hogy a konténerek sok ideig vannak kitéve olyan körülményeknek, amik nem kedvezőek sem a konténer, sem pedig a bennük lévő élelmiszerek számára. Ebben az esetben szintén nehezíti a hűtési lánc folyamatos fenntartását, hogy a repterekre és kikötőkbe beérkező áruk útjukat egy négymillió járműből álló hálózaton folytatják tovább. Az értékesítés helyén a hűtés különböző hűtőbútorokban, hűtőkamrákban zajlik. Ezeknek a hőmérséklet szabályozásáról is több kutatás, kísérlet is készült. Fontos megemlíteni, hogy a nem megfelelő hűtés proteolitikus bomlást idézhet elő, amely szaghibák megjelenéséhez vezethet, rontva a termék érzékszervi minőségét és fogyasztói megítélését.

2.5 Hús minősége fogyasztói szemmel

2.5.1 Vásárlói döntés

Fogyasztóként, legyen szó hús vagy akár más élelmiszer vásárlásáról az első benyomás az adott termékről mindig a külső megjelenés alapján történik. A minőségnek sokféle meghatározása létezik, melyek közül az egyik így szól: „minőségi attribútumok a termék által nyújtott funkcionális és pszicho szociális előnyök.”. Ide tartoznak olyan jellemzők, mint például a szín, állomány. Ezek sokszor befolyásolják a vásárlási döntéseinket is, ugyanis a vásárlók ezek a tulajdonságok alapján párhuzamot vonnak a frissességgel és minőséggel. A döntés, hogy melyik terméket vásároljuk meg, vagy melyiket ítéljük frissnek, több dimenzió együttes mátrixán alapul. Ezek a minőség, tápérték összetétel, egészségügyi hatásai az adott terméknek és állatjóléti, valamint etikai vonatkozásai az adott terméknek. Szerepet játszik még a termék társadalmi megítélése és a bizalom. Az áruházban történő vásárlás során elmondható, hogy amikor az ember ránéz egy húsról általában ránézéssel el tudja dönteni, hogy az a termék friss-e vagy sem. Viszont erre nincs lehetőség amikor az ember online rendeli meg a bevásárlását. Ezért ebben az

esetben a fogyasztók sokkal kritikusabbak a minőségi követelményekkel szemben. Ez a folyamat tudományosan három szakaszra bontható, melynek első szakasza az expozíció, mely során a fogyasztó az őt ért ingereket befogadja. Második fázis, a figyelem, ahol az expozíciós ingerek találkoznak a fogyasztó által felállított elvárásokkal. Az értelmezés a folyamat utolsó pontja, ami már egy magasabb szintű gondolkodást igényel. Itt az egyén a személyes tapasztalatira és az előzetes tudására van utalva.

2.5.2 Mi befolyásolja a frissességet?

A friss hús hatást a mioglobin és az izomsejtek közti biomolekuláris kölcsönhatás eredményezi. Ámbár még a friss húson belül is eltérőek a vásárlói preferenciák. Egyesek a sötétebb, míg mások a világosabb árnyalatot kedvelik, ha nyers húsról van szó (Gagaoua et al., 2023). A különböző elváltozásoknak, mint az elszíneződésnek, kellemetlen szagok kialakulásának, elsődleges oka az, hogy a húspanban lévő fehérjék és lipidek elkezdnek lebomlani (Hussein et al., 2023). A hús végső érzékszervi tulajdonságai már az állattartás, vágás, feldolgozás, tárolás során kialakult körülményektől is függenek. Ezek közül mi a kutatásunk során leginkább a post mortem körülményeket, azon belül is a tárolás körülményeit, paramétereit vizsgáljuk. Érzékszervi vizsgálatok szempontjából ez azért érdekes, mert míg a bírálatok kivitelezésének körülményeit és feltételeit szabványok és előírások szabályozzák, addig a minták tárolási körülményeire nem vonatkoznak hasonló előírások (Máté et al., n.d.).

2.5.3 Értékesítési módszerek

Az értékesítés során különböző csomagolási módokkal próbálják meg minél tovább vonzónak tartani a húst a vásárlók számára.

2.5.4 „PVC overwrap”

Az inkább Amerikában elterjedt hagyományos „PVC overwrap”, ami lényegében egy réteg fólia, ami érintkezik a hússal, viszont lehetővé teszi az oxigén bejutását is, ami a hússal való érintkezés következtében, oximioglobinnak kialakulásához vezet, ami élénk színt eredményez. Viszont ezzel a csomagolási formával az a probléma, hogy csak rövid távon érvényes rá, hogy megtartja a hús élénk színét, ugyanis a mioglobin oxidációja bekövetkezik. Ezzel szemben egy sokkal jobb megoldás a módosított atmoszférájú, MAP csomagolás.

2.5.5 Módosított atmoszférájú (MAP) csomagolás

Ez a módszer sokkal hosszabb eltarthatósági időt és szín stabilitást eredményez. A MAP csomagolási módnál, nagy figyelmet kell fordítani a megfelelő gáz összetételre. Ugyanis a túl magas oxigén jelenléte a lipidek oxidációjához és íz elváltozáshoz vezet. A fogyasztók egyfajta avas íz megjelenését tapasztalhatják. A zsírok oxidációja negatív hatással van szín stabilitásra

Ezt elkerülhető emelt széndioxid tatalommal, szénmonoxid és nitrogén jelenlétében (Gagaoua et al., 2023). A tárolás folyamata alatt a hús színe megváltozik, azt az idő intervallumot, amíg ez a folyamat nem következik be, case-life-nak hívjuk. Vizuálisan, ebből annyit lehet észrevenni, hogy a hús élénk piros színe barnára vált át. Ez a húsban lévő mioglobín és oxigén reakciójának, valamint a fehérjék változásának eredményeképpen következik be. Ez nem jelenti a termék romlását, viszont a fogyasztók már nem tartják olyan kívánatosnak, negatívan ítélik meg. A vákuumcsomagolás csökkentette az oxidációs folyamatokat. Vásárlói megítélése nem volt minden esetben a legjobb, ugyanis valamilyen szintű színváltozás történt, de a hús vörös színe helyreáll, amikor a terméket kibontjuk és oxigénnel érintkeznek.

2.6 A csirke hús minőségét befolyásoló tényezők

2.6.1 Genetikai tényezők

A fogyasztók által leginkább kedvelt és leggyakrabban fogyasztott húsok, mint a sertés, marha és baromfi, közül eltarthatóság szempontjából a baromfi hús a legkritikusabb. A csirkehús minőségét számos tényező befolyásolja. A legújabb kutatások szerint a fajta, genotípus is jelentősen befolyásolja a hús egyes jellemzőit. Többek között a vágás utáni végső pH és szín értékeket. Az állatok neme között is véltek felfedezni különbségeket, ugyanis a vágás után mért pH értékek a nőstény egyedeknél alacsonyabb értékeket mutattak, illetve a CIE Lab színtényezők közül a b^* , ami a sárga-kék skála értékeit mutatja meg, is nagyobb értékeket mutatott a nőstényeknél. Ami azt jelenti, hogy az ő húsuk sárgább volt, mint a hímeké. Ez a magasabb lipidtartalomnak köszönhető, ugyanis a zsírszövetekben lévő karotin eredményezi a sárga színt. A hímek esetében pedig a nyers-fehérje tartalom bizonyult magasabbnak. Állományi eltérést is véltek felfedezni. A nőstények húsa kevésbé volt léeresztő. A hús minőségét az is jelentősen változtatja, hogy mennyi idősen vágják le a csirkét. A fiatalabb korban vágott állatok húsanak karakteres íze csökkenést eredményez, míg szaftossága és zsendesége emelkedik. A zsendeség a kollagén szerkezeti változásával hozható összefüggésbe. Az állatok vágósúlya is befolyásolhatja a minőséget. A kifejlett állatok tömege pedig kapcsolatba hozható a takarmányozással. A nagyobb súlyban levágott csirkék húsnál azt tapasztalták, hogy a hús színe vörösebb volt, post mortem pH értéke alacsonyabb volt. A húsnál nagyobb csepegési veszteséget tapasztaltak, és több volt az izomszövet közti zsír is.

2.6.2 Külső tényezők

A baromfi egyes fajtái nagyon érzékenyek az őket érő környezetváltozásokra. Ezek a változások stresszes állapotot generálnak az állatok számára. Ilyen stresszfaktor lehet számukra a szállítás is. Ez a stressz kihat a húsminőségre is. A szállítás egy viszonylag hosszan fennálló stressz, amely során az izomban elfogy a szénhidrát, így nem tud tejsav képződni és a hús végső pH-

ja magas marad. Ez az úgynevezett DFD húshiba. A rövid ideig fennálló stressz következménye a PSE jellegű hús. Ez általában hirtelen keletkezett stressz hatás következménye, ahol az izomban sok a szénhidrát, így sok tejsav tud képződni és a hús pH-ja alacsony lesz. Ez jellemző húshiba a baromfinál. A pH mellett színében a hús halvány állományában pedig léeresztő lesz (Tougan et al., n.d., 2013).

2.7. Érzékszervi vizsgálatok

Amint a célkitűzésben bemutattam, a szakdolgozatom középpontjában a fogyasztók állnak. Az ő véleményüket pedig úgy tudjuk leghatékonyabban kikérni, ha érzékszervi bírálatokba vonjuk be őket. Az érzékszervi vizsgálatok a bíráló öt érzékszervére hatnak, és ezek alapján gyűjtenek információt az adott termékkel kapcsolatban. Ez az öt érzékszerv a látás, hallás, szaglás, ízlelés és a tapintás. Mivel mi nyers hússal dolgoztunk, ezért az öt közül, csak három érzékszerv reakciójára voltunk kíváncsiak. Ezek a látás, tapintás és szaglás voltak. Az érzékszervi vizsgálatoknak módszerüket tekintve három csoportja van. A különbségvizsgálatok, a leíró vizsgálatok és a rangsoroláson alapuló vizsgálatok. A szakdolgozatomban 3 különböző érzékszervi bírálati módszert alkalmaztam. Ezek közül az egyik a háromszögpróba volt, ami a különbségvizsgálaton alapuló módszerek egyike. Alkalmaztam még rangsorolós vizsgálatokat is. Ez a módszer közül az egyszerű-, illetve a skálás rangsorolási módszert használtam az érzékszervi bírálatok lebonyolításához. Utóbbiak kiegészültek szabad leíró vizsgálattal (“*elelmiszeripari-kezikonyv_erzekszervi vizsgalat online,*” n.d.).

2.7.1 Háromszögpróba

Háromszög próbát akkor alkalmazunk, ha arra vagyunk kíváncsiak, hogy két minta között van-e érzékelhető érzékszervi különbség. Jelen esetben külső megjelenés és szag alapján kerestük a különbséget. A bírálók egyszerre egy mintahármasat vizsgálnak. A mintahármasok két azonos és egy eltérő mintából állnak. A bírálat végző személyek feladata, megtalálni az eltérő mintát. Fontos, hogy ez egy kényszerválasztásos módszer, vagyis, ha a bíráló nem tud különbséget tenni az adott minták között, akkor is választania kell. A minták eltérő betű és számkombinációkkal lettek megjelölve. A bíráló között voltak laikusok és szakemberek egyaránt (“*elelmiszeripari-kezikonyv_erzekszervi vizsgalat online,*” n.d.).

2.7.2 Érzékszervi módszerek összehasonlítása

Az érzékszervi vizsgálatokat arra használják, hogy feltárják a termékek közötti különbségeket, valamint jellemezzék és mérjék azok érzékszervi tulajdonságait. Ezenkívül segítenek annak megállapításában is, hogy ezek a különbségek észrevehetőek-e a fogyasztók számára, illetve

elfogadhatóak-e. A termékfejlesztés és a minőségellenőrzés során különösen fontos a termékek érzékszervi jellemzőinek megismerése, meghatározása és értékelése. Az érzékszervi vizsgálatok többek között alkalmazhatók eltarthatósági tesztekben, termékillesztésben, terméktérképezésben, termékleírás készítésében, minőségbiztosításban, a termék receptúrájának módosításánál, szennyeződések azonosításánál, valamint a termék fogyasztói elfogadhatóságának vizsgálatakor. A 3. táblázatban különböző érzékszervi módszereket hasonlítottam össze megadott szempontok szerint.

2. táblázat Különböző érzékszervi módszerek összehasonlítása
(forrás: saját munka a megjelölt szakirodalmak alapján)

Tanulmány	Érzékszervi teszt	Anyagok	Módszertan	Előnyök és hátrányok
(Ishii et al., 2014; Ruiz-Capillas et al., 2021) (Sepulveda et al., 2017)	Háromszög próba	3 különböző típusú, fagyasztott, vákuumcsomagolt marhahús szelet. Hűtőszekrényben (2-4 °C) felolvasztani. 71 °C-os maghőmérsékletre melegíteni.	vizsgált paraméterek: megjelenés, illat, általános benyomás. Azonosítsa, hogy a 3 minta (A, B, R) közül melyik azonos és melyik különbözik egymástól.	A termékek közötti különbségeknek jelentősnek kell lenniük ahhoz, hogy azokat értékelők jelentősnek minősítsék. Az értékelőknek minimális képzésre van szükségük.
(Gulyás et al., 2022) (Ruiz-Capillas et al., 2021)	Kategóriaskála	5 °C-on műanyag zacskóban tárolt darált sertéshús	vizsgált paraméterek: megjelenés, illat, általános benyomás. A skála egyik vége a nem friss, a másik vége a friss állapotot jelzi. Az operátor a mintát a két végpont között tetszőleges helyre helyezheti	Nagyobb érzékenység, az eredmények eltérése. Negatív hatással lehet a kevésbé képzett bírálók eredményeire, ha az értékelés során túl sok hasonló szempontot vesznek figyelembe
(“elelmiszeripari-kezikönyv_érzékszervi vizsgálat online,” 2025. 05. 03.)	strukturált skála	100% szaggal szennyezett minták: darált hús, szárazon érlelt sonka és kolbász; 10% darált hús és szárazon érlelt kolbász, amely szaghibás húst	Vizsgált paraméterek: első benyomás, aroma, íz, frissesség, utóíz, íz összbenyomás, eltérő íz Az értékelés 15 centiméteres strukturált skálán történt (0 = nem	Ez a módszer akkor előnyös, ha kevesebb képzett értékelő áll rendelkezésre. Ugyanakkor fennáll a fáradtság kockázata. A termékeket egymástól függetlenül értékelik.

		tartalmaz; szárazon érlelt sonka, közepes szaggal szennyezett. 4 °C-on tárolva	érzékelhető szaghibák, 4 = nagyon intenzív szaghibák). Az utolsó két jellemzőt eltérően értékelték. Az általános érzékszervi minőséget 10 pontos skálán értékelték, míg az ehetőséget igen/nem válaszszal.	
(Choi et al., 2015)	CATA (Check-All-That-Apply)	1 cm vastag fagyasztott csirkemell, amelyet 4 °C-on 12 órán át felolvasztottak, majd 4 °C-on 24 órán át különböző mártásokban pácoltak. Hőkezelés után 55-65 °C-on érzékszervi értékelés.	Az értékelés során az értékelők egy előre meghatározott készletből kiválasztják a termékre jellemzőnek tartott paramétereket. Ebben az esetben ez az öt alapvető paraméter volt: a pácokra jellemző fűszerek aromás jellemzői és a textúrára vonatkozó jellemzők.	Előnyök: költség-hatékony, gyors, könnyen megvalósítható még képzetlen értékelők számára is. Az eredmények könnyen értékelhetők és vizuálisan értelmezhetők. Leíró módszerekkel kombinálva teljes képet ad az eredményekről. A módszer hátránya, hogy szubjektív és főként a tetszés/nem tetszésre koncentrál. Az értékelők hajlamosak torzítani az eredményeket. Ezért fontos a jellemzők sorrendje a válaszlapon. Korlátozott megkülönböztető képesség. A statisztikai értelmezéshez nagy mintanagyság szükséges.
(Ruiz-Capillas et al., 2012)	Hedonikus skála	Különböző zsírtartalmú szalámi (chorrizo), 48 órán át érlelve, majd 13 °C-on tárolva.	Az értékelést előzetesen képzett értékelők végezték. Az értékelés strukturálatlan skálán történt, ahol a mintákat	Előnyök: egyszerű, gyors eredmények, könnyebben értelmezhető, mint a strukturált skálák. Legalkalmasabb a

			megjelenés, textúra, állag, frissesség és általános benyomás alapján értékelték.	fogyasztói preferenciák mérésére. Hátrányok: az értékelők képzése szükséges. Szubjektív értékelés. A diszkriminatív tesztekkel ellentétben nem képes objektíven kimutatni a különbségeket.
(Dehlholm et al., 2012)	Flash profilalkotás	Különböző májpástétomok, 5x3x1 cm, 2 °C-on tárolt, értékelés előtt 15 °C-ra temperált, műanyag edényekben.	Az értékelők egyidejűleg értékelik a mintákat. Az első lépésben attribútumokat generálnak számukra. Ez azt jelenti, hogy olyan érzékszervi jellemzőket keresnek, amelyek megkülönböztetik a mintákat egymástól. A szubjektív véleményeket itt félre kell tenni. A második lépésben a mintákat ezeknek az attribútumoknak megfelelően rangsorolják.	Előnyök: gyors, rugalmas, költséghatékony, fogyasztókkal is alkalmazható, de termékismeret szükséges. Hasonló termékek hatékony megkülönböztetése. Könnyen kombinálható más módszerekkel (pl. CATA). Hátrányok: Az értékelés szakértelmet igényel, és nem alkalmazható friss, rövid eltarthatóságú termékeknél. Mivel konszenzusos értékelésen alapul, kevésbé pontos, és a sok szinonim kifejezés miatt a pontossága is alacsonyabb.
(Lorido et al., 2016)	Idő-intenzitás (TI)	Vákuumcsomagolt, hőkezelt szeletelt sonka, 90 g. Hűtőben tárolt, a tesztelés előtt szobahőmérsékletre hozott.	A bírálók egy érzékszervi jellemző intenzitását követik nyomon az idő függvényében. Ebben az esetben ezek a sós, érett és avas ízek voltak. A textúra tekintetében a keménységet, a rostosságot	Előnyök: Pontosan leírja az egyes érzékszervi jellemzők intenzitását. A skála módszerekkel ellentétben dinamikusan követi az időbeli változásokat. Az eredmények könnyen digitalizálhatók. Hátrányok: Egyszerre csak egy jellemző

			és a lédúságot vizsgálták.	értékelhető. Nem érzékeli az érzékszervi módszerek közötti interakciókat. Képzett értékelőket és speciális berendezéseket igényel.
(Fellendorf et al., 2015)	Rangsorolási leírási elemzés (RDA)	Sertéshúsból és zsírból készült fehér puding, 4 °C-on tárolt, 1,2 cm vastag szeletekre vágva, 72 °C-os maghőmérsékletre hőkezelt.	A bírálók a mintákat előre meghatározott érzékszervi jellemzők alapján értékelték Kritériumok: zsírtartalom, csípőség, sós íz, lédúság, rágóság, idegen ízek. A mintákat duplikálták és véletlenszerű sorrendben találták.	Előnyök: A duplikálás növeli a hatékonyságot és a megbízhatóságot. Ötvözi az objektív és szubjektív módszereket. Átfogó profil. Hátrányok: Fáradság kockázata. A mérés nem reprodukálható.

2.8 Műszeres és érzékszervi bírálatok összehasonlítása

Az élelmiszer előállítás és kereskedelem során a gyártók és a forgalmazók is arra törekednek, hogy a termékeik minél magasabb minőségűek legyenek. Ez a baromfiiparban sincs másképp. A minőség meghatározásának többféle módja is ismert. Ezek lehetnek műszeres, laboratóriumi vagy érzékszervi bírálatok is.

2.8.1 Elektronikus „érzékszervek” (orr, nyelv, szem)

A húsok és halak esetében az egyik frissesség meghatározására alkalmas eszköz a Torrymeter, ami a szövetek elektromos tulajdonságai között bekövetkező változásokat figyeli, ugyanis az izom dielektromos tulajdonságainak változásai egyenes arányosságban állnak a hús frissességével. Halak esetében ez egy közkedvelt, gyakran alkalmazott módszer, viszont baromfi esetében inkább csak a húshibás húsok kiszűrésére alkalmas. Ugyanis a módszer nem függ össze a hús egyéb minőségjelző tulajdonságaival, mint pH és szín tényezők és WHC érték (Lee et al., 2022). Az elektronikus orr, nyelv és szem az emberi „érzékszervek” modellezésével jöttek létre. Az elektronikus orr egy elterjedt és népszerű frissesség meghatározó módszer húskészítmények esetében. Célja, hogy megismételje az emberi szaglás értékelését, és olyan mennyiségi adatokat szolgáltatassanak, amelyek validálhatják vagy megjósolhatják a fogyasztók romlott szagokra adott reakcióit. Az ember esetében az illékony komponenseket neuronok érzékelik, és továbbítják az agyba, ahol az illat érzet kialakul. Az elektronikus orr esetében ezt egy számítógépes

algoritmus helyettesíti (Wijaya et al., 2017). Ez az algoritmus folyamatosan frissül, ugyanis a rendszer új szagokat tanul meg az ismert, jellegzetes szagok ujjlenyomatainak segítségével. Ezt a módszert előszeretettel alkalmazzák, ugyanis olcsó és könnyen elsajátítható a használata (Chen et al., 2014).

Ízeket, a nyelvünkön található ízlelőbimbók segítségével érzünk, majd az agyunk és memóriánk segítségével detektálunk. Az emberi ízérzékelésen alapszik az elektronikus nyelv, ami az emberi nyelvnél sokkal érzékenyebb, gyorsabb és pontosabb. Alapja ugyanúgy az ízérzékelés szempontjából elkülönülő öt alapíz, mivel ezeknek fontos szerepe van az ember étel-miszerrel való kapcsolatában. A sós íz az étel-miszerek elektrolit egyensúlyáról tájékoztat, savasság a mikroorganizmusok általi bomlást jelzi az umami íz az aminosavak jelenlétére utal. Az édes ízről az adott étel-miszer tápanyag tartalmára tudunk következtetni. A keserű ízérzet, pedig a mérgező anyagokra figyelmezteti a szervezetünket és reflexszerűen megpróbálja megakadályozni a szervezetünk ezeknek az anyagoknak a lenyelését. Az elektronikus nyelv három fő részből áll. Egy szenzorcsoporthoz, amely a mintában jelenlevő ízérzetet okozó kémiai anyagokkal, mint például ionok, aminosavak, szerves savak reagál. Ezek az érzékelők által adott választ egy mérőmodul rögzíti. A harmadik része a mérőrendszernek, egy mintafelismerő rendszer, amely statisztikai program segítségével kielemezi az adatokat. Az elektronikus nyelv használata nagy jelentőséggel bír a húspárában is. Az elektronikus nyelv az öt alapíz segítségével meg tudja határozni egyes húsok karakterisztikáját. A hús fajtáját, minőségi osztályát, érlelési folyamatát és csomagolás módját is. A post mortem pH befolyásolja a fehérjék denaturálódását, ami viszont hatással van a víztartó képességre és a textúrára - mindkettőt közvetlenül érzékelik a fogyasztók a rágás során.

2.8.2 Szín- és spektroszkópiai módszerek (CIELAB, elektronikus szem, NIR)

A frissesség megítélésében nagy szerepe van a színnek is. A szín nem más, mint egy érzékelési válasz arra a fényre, amelyet egy tárgy visszaver vagy kibocsát, és amely a látható spektrum tartományába esik. Ennek észlelése akkor jön létre, amikor a fény kölcsönhatásba lép a retinán található fényérzékelő receptorokkal, ingerületet generálva, amit a látóideg az agy felé továbbít feldolgozásra. Ennek műszeres mérésére szolgál az elektronikus szem. A módszer alapulhat kolorimetrián, spektrofotometrián vagy számítógépes látáson. A színmérés során a CIELAB színrendszert veszi alapul a rendszer. Ez a rendszer három szín tényezőből tevődik össze. Az L^* , ami a termék világosságát adja meg, az a^* , ami azt mutatja meg, hogy a vizsgált termék a vörös-zöld skálán hol helyezkedik el. A harmadik tényező pedig a b^* , ami a sárga-kék skálát foglalja magába. Ez a szín rendszer hasonlít leginkább az emberi szem tulajdonságaira, mert az

emberi szem ehhez hasonlóan három szín receptorral rendelkezik, melyek a vörös, zöld, kék és ezeknek a kombinációi. Valamint A műszeresen mért L^* , a^* , b^* színekoordináták megfelelnek a frissesség fogyasztói érzékelésének, húsok esetében legjelentősebb vörösség (a^*), ami az oxymyoglobinhoz kapcsolódik. A spektrofotometria elvén működő elektronikus szemek a minta által visszavert vagy áteresztett fény spektrális eloszlását mérik. Hús színének meghatározásában leginkább a számítógépes módszer terjedt el. Ez a legpontosabb és legátfogóbb módszer a három közül. Ez olyan algoritmusokon alapul, amelyek a termékről készült képeket, pixelpontosságúan elemzik. (Munekata et al., 2023). Egy szintén műszeres frissesség meghatározó módszer a NIR hyperspectral imaging system, ami egy spektroszkópai eljárás. Az elektromágneses spektrum közeli infravörös tartományában mér. Ez egy gyors, roncsolásmentes, megbízható mérési eljárás. Megbízhatónak azért mondható, mert a húsnak egyszerre több tulajdonságát is vizsgálja. Ezek lehetnek szín, pH, víztartó-képesség, nyíróerő teljes VBN, glikogén koncentráció. A kémiai tulajdonságok közül szárazanyag-; nyersfehérje-; éter-; összes hamu- és kollagéntartalom mérésére is alkalmas (Choi et al., 2017).

2.8.3 Csomagolásba épített és kémiai szenzorok

A hús frissesség követésére különböző szenzorok is alkalmasak. Ezek általában a csomagolásban vagy a csomagoláson elhelyezett érzékelők, amik az élelmiszer környezetének a tulajdonságait, változásait mérik és ebből tudunk következtetni az élelmiszer különböző tulajdonságaira, mint például a frissességre. Ezeknek a legnagyobb előnye, hogy a fogyasztók számára is elérhető és az értelmezése nem igényel különös szaktudást, így számukra is információt szolgáltat. Ezek közül a legelterjedtebb az Radio Frequency IDentification (RFID). Ez egy bélyeg, amelyben hőmérséklet, páratartalom és gáz érzékelők találhatóak. A fehérje ammóniává, kénhidrogénné és etanetiollá bomlik; a zsír aldehidekké és aldehidsavakká bomlik; a szénhidrát pedig alkohollá, ketonokká és karbonsavakká bomlik. A tárolás előrehaladtával ezeknek a koncentrációja megnövekszik és ezeknek a nyomonkövetésére alkalmasak ezek az érzékelők. A hőmérséklet és páratartalom kiegészítésével meghatározható a hús fogyaszthatósági ideje, viszont ez csak abban az esetben lesz hiteles, amennyiben a tárolás körülményein nem változtattunk (Eom et al., 2014). Vannak CO_2 alapú érzékelők is, amelyek azon a tényen alapulnak, miszerint a CO_2 koncentráció növekedése egyenesen arányos a baktériumok elszaporodásával. Vannak különböző kémiai módszerek is, viszont ezek fejlesztése is még kezdetleges. Itt általában valami kémiai vagy biológia indikátort helyeznek a termékhez, amely színváltozással jelzi a termékben bekövetkezett változást. Baromfi esetében mioglobinn alapú indikátort használtak, ami a hidrogén szulfid kimutatásával jelezte a változást. A mérés optimalizálása érdekében vöröskáposzta kivonatból és antociánokból készítettek filmet. Ezek kiértékelése vagy analitikai

módszerekkel történik, mint a spektrofotometriás abszorbancia vagy szabad szemmel láthatjuk a színváltozást (Perez De Vargas-Sansalvador et al., 2020).

2.8.4 Szempontok, a megfelelő érzékszervi módszer és bírálók kiválasztásához

Az érzékszervi bírálatok az emberi érzékszerveken, mint látás, hallás, szaglás, tapintás, ízlelés alapulnak. Ebből adódóan ez egy szubjektív minőség meghatározó módszer és jóval költségesebb, sőt olykor még időigényesebb is mint a műszeres módszerek. A bírálók típusától függően nagy lehet a szórás az egyes eredmények között (Ishii et al., 2014). Ennek a szórásnak a minimalizálásának érdekében körültekintően kell kiválasztanunk, hogy melyik érzékszervi módszert alkalmazzuk. Figyelembe kell vennünk, hogy kik a bírálók. Minél képzetesebb bírálókkal dolgozunk, annál pontosabb eredményt várhatunk. A bírálók kiválasztásánál figyelembe kell vennünk az egészségügyi állapotukat is. Különös tekintettel az érzékszerveikre. A szemünk az egyik leginkább igénybe vett érzékszervünk az érzékszervi bírálatok során, mert a minták szemrevételezésére minden esetben szükség van. A látás minőségét három fő tényező határozza meg: a látásélesség, a kontrasztérzékenység és a színlátás. Szabványos érzékszervi vizsgálatok előírásai mindössze a színlátás vizsgálatát teszik kötelezővé a bírálóknak (László et al., n.d., 2020).

2.8.5 Érzékszervi módszerek csoportosítása

Az érzékszervi tesztek két nagy csoportra bonthatóak. Analitikus és affektív vizsgálatok. Az analitikus vizsgálati módszereknek két alcsoportja van a leíró, mint például a különböző profilalkotási módszerek. Ezeknek az elvégzéséhez képzett bírálókra van szükség. A másik csoport az analitikus vizsgálatokon belül a megkülönböztetésen alapuló vizsgálatok, mint a háromszög- vagy a duó-trió próba. Ezeket legtöbbször termék- vagy technológia fejlesztésénél alkalmazzák, mikor arra kíváncsiak, hogy van-e különbség két termék között. Az affektív tesztek a fogyasztókat helyezik a középpontba és arra kíváncsiak, hogy ők mennyire elfogadóak egy adott termékkel. A hatékonyság növelésének érdekében újabb érzékszervi módszerek jelennek meg. Az egyik ezek közül a Check-All-That-Apply (CATA), ami a termékek leíró jellemeiben alapuló módszer. Ez egy feleletválasztós kérdőív, amit leginkább képzett bírálók körében alkalmaznak, de alkalmazása egyre népszerűbb a fogyasztók körében is. Ebben az elemzésben fontos, hogy az attribútumokat a fogyasztó válassza ki. Szintén a termék jellemzőinek leírásán alapul a Flash Profiling (FP). Ennek a módszerének két lépése van, melynek első lépéseként a bírálókkal együtt meghatározzák a leíró kifejezéseket. Második lépésben pedig ezek alapján minősítik a termékeket. A mapping egy különbségeken és hasonlóságokon alapuló módszer, amit a legjobb eredmények elérése érdekében más módszerekkel kombinálva szoktak alkalmazni.

Ez a módszer a mapping-et veszi alapul. Polarized Sensory Positioning (PSP) elve, hogy a vizsgálandó terméket egy referencia termékkel hasonlítjuk össze. Az alább megemlített módszerek mind statikus elemzésen alapulnak, amivel az a probléma merülhet fel, hogy maga az érzékszervi minősítés egy dinamikus folyamat, ugyanis minden pillanatban változhat a véleményünk az adott termékről. Más a benyomásunk, ha a szánkba helyezzük a terméket, rágás közben és lenyelés után is. Ezeknek a változásoknak a követésére szolgálnak a dinamikus érzékszervi módszerek. Ezek közül a legnépszerűbbek, a The Time-Intensity (TI), first to be developed, and temporal dominance of sensations (TDS) (Ruiz-Capillas et al., 2021).

2.9 A hús csomagolása

2.9.1 Általánosságban a csomagolásról

A csomagolás nem csak az élelmiszereknél, hanem minden terméknel egy hangsúlyos dolog, ugyanis ez alapján von le először következtetéseket a fogyasztó. Az alapján már kialakul benne az a bizonyos „első benyomás”. A jó csomagolás az, ami minél tovább képes megőrizni az élelmiszer eredeti állapotát, vagyis lassítja a romlási folyamatokat. Élelmiszerek esetében a csomagolás fő feladatai közé tartozik a termék védelme a környezetből érkező hatásoktól (mechanikai hatások, sugárzás). Ugyanígy a környezet megóvása a terméktől. A kétirányú migráció elkerülése mellett fontos feladata a tájékoztatás, kommunikáció a fogyasztóval. A fogyasztó informálása. Az „Európai Parlament és a Tanács 1169/2011/EU rendelete (2011. október 25.) a fogyasztók élelmiszerekkel kapcsolatos tájékoztatásáról” értelmében a következőket kell feltüntetni az élelmiszerek csomagolásán: élelmiszer megnevezése, összetevők, összetevők vagy összetevő csoportok mennyisége, nettó mennyiség minőségmegőrzési/fogyaszthatósági idő, különleges tárolási vagy felhasználási feltételek, élelmiszer előállítója vagy forgalmazója, eredet vagy származás helye, felhasználási útmutató, allergének, tápértékjelölés, 1,2 térfogatszázaléknál több alkoholt tartalmazó italok esetén a pontos alkoholtartalmat térfogatszázalékban.

2.9.2 Intelligens csomagolásról

Az intelligens, más néven okoscsomagolás a fent említett kötelező követelményeken felül valamilyen plusz információt szolgáltat a fogyasztóknak. Ezt úgy teszik, hogy folyamatosan monitorozzák az élelmiszer állapotát és annak közvetlen környezetét. Az intelligens csomagolás egy viszonylag új, folyamatosan fejlődő területe az élelmiszeriparnak. (Ghaani et al., 2016). Az

aktív csomagolásnak eddig három fő típusát fejlesztették ki. Ez a három típus, az antimikrobiális aktív csomagolás, az antioxidáns alapú aktív csomagolás és a szén-dioxid kibocsátó csomagolás.

3. Anyagok és módszerek

3.1 Tárolási próba

A tárolási próba előtt előkészítettük a mintákat, amik esetünkben 5 +-1 g-os darabokra vágott csirkemell filé volt (3.ábra). A mintákat sous vide zsákokba helyeztük (2.ábra), amelyeket fóliavágóval méretre vágtunk. Az előkészített mintákat vákuumcsomagoltuk, majd hűtőbe helyeztük, mindegyiket 4 °C-ra. A tárolási próba első napján kerültek át az adott hőmérsékletre. Az aszeptikus munkavégzés biztosítása érdekében mind a műszereket, mind a kezeket folyamatosan alkoholos fertőtlenítővel tisztítottuk. A különböző hőmérsékletű mintákat 48 óránként cseréltük. Az mintaelőkészítést követően, a mintákat egy előre elkészített tárolási terv alapján tároltam. A tárolás 1, 4, 7 és 12 °C-on történt. Ezen belül megkülönböztetünk azonos hőmérsékleten tartott és váltakozó/fluktuáló hőmérsékleten tartott mintákat. A fluktuáló minták esetében az alábbi hőmérséklet kombinációkat alkalmaztuk: 4-7; 4-12; 7-12 °C. A 0. napi mérést követően történt a minták áthelyezése. A fluktuáló minták minden esetben az alacsonyabb hőmérsékleten kezdték meg a tárolási próbát és 48 óránként történt az áthelyezés. A kiválasztott hőmérsékletek közül, az 1 °C volt a kontroll hőmérséklet, 4 °C a maximális tárolási hőmérséklet, amit szakirodalom ajánl csirkemell tárolása esetében. A háztartásokban található hűtőszekrények átlag hőmérséklete 7 °C. 12 °C az a szakirodalmi ajánlás, ahol kísérletek szerint, már romlás bekövetkezett csirkehúsok esetében (Argyri et al., 2018; Oscar, 2011).

3.2 Műszeres mérések

3.2.1 Színmérés

A színmérést egy Minolta CR-400 Chroma Meter (Konica Minolta, Inc., Japán) típusú kézi, tristimulus elven működő műszerrel végeztem (lásd 4. ábra). A mérés alapelve, hogy a készülék mérőfejében található xenon ívlámpa szolgál fényforrásként, míg a mintáról visszaverődő fényt nagy érzékenységgű szilícium cellák érzékelik. A színjellemezők a CIELAB színrendszer (CIE, 1978) szerint kerültek meghatározásra, amely három fő komponensből áll: L* (világosság), a* (vörös-zöld tengely), és b* (sárga-kék tengely). E három érték kombinációja egyértelműen definiálja a színt a színtérben. A műszer kalibrálását minden mérés előtt elvégeztem a gyártó által biztosított CRA43 típusú fehér standard kalibráló táblával. A mérések 8 mm átmérőjű mérőnyílással („aperture”) és „illuminant C” megvilágítási módban történtek, amely a 6774 K szín-hőmérsékletű déli napfény spektrumának felel meg. A megfigyelési szög (observer angle) 2° volt. A minták színét minden esetben a frissen feltárt (vágott) belső felületen mértem.

3.2.2 Színmérés csomagolt minta esetében

Csomagolt minta esetében első lépésben elvégeztem a kalibrációt, a minta esetén használt vákuumfóliával (lásd. 2.ábra), valamint a gyártó által biztosított CRA43 típusú fehér standard

kalibráló táblával. A negyed csirkemellek esetében a színmérés három ponton történt. Az 1. ábra szemlélteti ezt a három pontot. Minden hőmérséklet esetében három mintát mértem és a mintákon belül három ponton végeztem el a színmérést.

A három alapszínérték meghatározása után kiszámítottam a színkülönbséget (ΔE^*) az alábbi képlet alapján:

1. egyenlet színkülönbség kiszámítása

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

ahol:

- ΔE^* a színkülönbség mértéke,
- ΔL^* a két minta világossági értékeinek különbsége ($L_{minta1} - L_{minta2}$),
- Δa^* a vörös-zöld tengely menti különbség ($a_{minta1} - a_{minta2}$),
- Δb^* a sárga-kék tengely menti különbség ($b_{minta1} - b_{minta2}$).

A kapott ΔE^* értékeket Lukács (1982) kategóriái szerint értékeltem, amelyek az emberi szem színérzékelési képességét tükrözik:

- Nem észrevehető: $\Delta E^* = 0 - 0,5$
- Alig észrevehető: $\Delta E^* = 0,5 - 1,5$
- Észrevehető: $\Delta E^* = 1,5 - 3,0$
- Jól látható: $\Delta E^* = 3,0 - 6,0$
- Nagy eltérés: $\Delta E^* = 6,0 - 12,0$

3.2.3 Állománymérés TPA módszerrel

Az állományvizsgálatot egy 500 N kapacitású erőmérő cellával felszerelt SMS TA.XT Plus készülékkel (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Surrey, UK) végeztem, az állományprofil analízis (Texture Profile Analysis, TPA) módszerét alkalmazva. Ez a technika az emberi harapást modellezi oly módon, hogy a vizsgálatra előkészített mintát kétszer összenyomja, egészen addig, amíg annak belső szerkezete megreped. Az így kapott erő–deformáció–idő görbéből kiolvasható, illetve számított paraméterek jól korrelálnak az érzékszervi vizsgálatok eredményeivel (Friedrich, 2008). A kiszaggatott húshengereket a mérés előtt szobahőmérsékletre temperáltam. Minden hőmérséklet esetében három párhuzamos mérést végeztem, ahol mérésenként 10-12 db hengert szaggattam ki. A minták stabil pozíciójának biztosítása érdekében vízszintesen helyeztem el őket a mérőfej alatt, és az összenyomás mértéke a húshengerek átmérőjének

50%-áig történt. A megfelelően behelyezett húshengert az 6.ábra szemlélteti. A mérőfej sebessége 2 mm/s volt, az adatrögzítés pedig minden esetben 0,049 N erőértéknél indult. A húsminták állományát a TPA görbék alapján meghatározott keménység és kohezivitás értékekkel jellemeztem. A méréseket három párhuzamos ismétlésben végeztem ($n = 3$), a minták mérete: átmérő = 18 mm, magasság = 30 mm.

3.3 Érzékszervi vizsgálatok

3.3.1 Kategória-skála

A Gulyás et al., 2022 - ben bemutatott módszerét követjük, az alábbi módosításokkal. A kísérlet 11 napig tartott. A minta 5 +/-1 g-os darabokra vágott csirkemell filé volt. A mintákat sous vide zsákokba helyeztük, amelyeket fóliavágóval méretre vágunk. Az előkészített mintákat vákuum csomagoltuk, majd még aznap lefagyasztottuk. Az aseptikus munkavégzés biztosítása érdekében mind a műszereket, mind a kezeket folyamatosan alkoholos fertőtlenítővel tisztítottuk. A mintákat a megadott hőmérsékleten hűtőszekrényben tároltuk a fagyasztásig. 1; 4; 7; 12; 4-7; 4-12; 7-12 °C hőmérsékleten tároltuk őket. A különböző hőmérsékletű mintákat 48 óránként cseréltük. A minták felolvasztása 1 °C - on történt a bírálat napján. Három párhuzamos mérést végeztünk, ami azt jelenti, hogy hőmérsékletenként három mintát készítettünk elő, külön a megjelenés, és külön az illat bírálatához. 11 napra, ez összesen ez 462 db minta. A minták elnevezése teljesen random történt. Az 1 °C-os minta a „Q”; a 4°C-os „P”; a 7°C-os az „E”; a 12°C-os az „R”; a 4-7 °C-os a „T”; a 4-12°C-os a „Z”; a 7-12°C-os az „U” elnevezést kapta. A három párhuzamos minta megkülönböztetése, az „A”; „B”; „C” indexel történt. A bírálandó minták az 5.ábrán láthatóak. A bírálatot 18 bírálóval végeztük el. A három párhuzamos napon ugyanazok a bírálók végezték el a bírálatot. A bírálók között voltak laikusok, egyetemi hallgatók és tanárok is. Demográfia tényezőket tekintve, a bírálók között egységesen voltak férfiak és nők. Az átlagéletkor 20-25 évre tehető. A mintákat három szempont alapján értékelték. Külső megjelenés, illat és összbenyomás. Kategóriánként az összes mintát el kellett helyezniük az értékelőket a megadott három opció valamelyikébe. Ezek voltak a „friss”; „még elfogadható”; „már nem elfogadható” lehetőségek. Bírálti lapot lásd melléklet (23.ábra).

3.3.2 Háromszögpróba

A háromszög - teszt sajátossága, hogy a bírálónak három mintát kell értékelnie, amelyek közül kettő azonos, egy pedig eltérő. Tehát bár három mintát vizsgál, valójában kétféle típus szerepel a tesztben. A teszt elnevezése arra utal, hogy egy vizsgálati blokkban három minta kerül összehasonlításra. A mintahármasokon belül két minta megegyezik, míg a harmadik különbözik. A bíráló feladata, hogy az eltérő mintát azonosítsa. A teszt logikája hasonlít az „Itt a piros, hol a piros?” játékhoz. A vizsgálat során minden bíráló két különböző mintahármasot kapott. A minták

a tálcán függőleges sorokban helyezkedtek el (9.ábra). A bíráló először feljegyzi a tálcaszámot és a minták kódszámait, majd egyenként megszagolja/szemrevételezi az első mintahármas, és kiválasztja a különböző mintát a megfelelő mező megjelölésével. Ezután áttér a második mintahármas értékelésére. A kiegyensúlyozott mintapozícionálás érdekében a mintahármasok számának oszthatónak kell lennie a lehetséges elrendezések számával, jelen esetben hattal (ABB, BBA, BAB, ABA, AAB, BAA). Ha a bíráló nem tud különbséget tenni a minták között, akkor is választania kell egyet – ez az úgynevezett „kötelező választás” (forced choice), amely ebben az esetben véletlenszerű döntést jelez. A 11 napig tartó kísérlethez összesen 462 darab minta elkészítésére volt szükség. A minták elnevezése véletlenszerűen történt a hőmérsékletekhez tartozó elnevezések és a mintahármas kombinációk a 10.ábrán láthatóak. A kísérlet értékelhető elvégzéséhez naponta minimum három bírálóra volt szükség. Átlagosan öt bíráló vett részt egy nap a mérésben. A bírálók között voltak laikusok, egyetemi hallgatók és tanárok is. Demográfia tényezőket tekintve, a bírálók között egységesen voltak férfiak és nők. Az átlagéletkor 20-25 évre tehető. A háromszög-teszt kiértékeléséhez a szabványos grafikus módszer, valamint a binomiális tétel alkalmazása javasolt. A binomiális tétel akkor használható, ha a vizsgálat kimenetele két lehetséges eredményt ad (siker vagy sikertelenség), az egyes esetek egymástól függetlenek, és a siker valószínűsége a teljes kísérlet során állandó. A binomiális eloszlás segítségével kiszámítható az eloszlásfüggvény értéke (azaz annak valószínűsége, hogy pontosan ennyi sikeres választás történt), illetve más esetekben a sűrűségfüggvény, amely a sikeres választások valószínűségét mutatja. Az értékelést külső megjelenés és illat alapján volt szükséges elvégezni a bírálóknak. Valamint egy/kettő mintát kellett kiválasztaniuk, ami saját véleményük szerint mind közül a legfrissebb volt. A bírálati lapon szükséges volt feltüntetniük a bírálendő minták kódját, jelölni amelyikük szerintük eltér a három közül és indokolni az eltérés okát. Bírálói lapot lásd melléklet 24.ábra.

3.4 Érzékszervi és műszeres mérések integrációja

A kísérlet során összesen 7 hőmérsékletet különböztettünk meg.: 1°C; 4°C; 7°C; 12°C, 4-7°C; 4-12°C; 7-12°C. Egy adott mintán három mérést hajtottunk végre. Ezek a színmérés, állomány-mérés, valamint a kategória skálás érzékszervi vizsgálat voltak. A háromszögpróbát másik sarzból származó csirkemellfilén végeztük el.

3.5 Biofilm

3.5.1 Előkészületek, puffer oldatok elkészítése

A Siji K. et al., 2020 - ban bemutatott cikkét vettük alapul. A kontroll-ként alkalmazott film receptje ez alapján készült. Az általunk fejlesztett film kiindulásaként is ezt vettük alapul, viszont itt módosításokra volt szükség, mivel a cikkben alkalmazott titán-dioxidot az Európai Unióban 2022-től tilos élelmiszerek összetevőjeként alkalmazni. A mi célunk, pedig mindenféleképpen az volt, hogy egy emberi fogyasztásra is alkalmas biofilmet fejlesszünk. Ezért titán-dioxid helyett Na-alginátot használtunk. A kísérlet első lépéseként 4,5; 5; 5,5; 6; 6,5; 7; 7,5 pH-jú puffer oldatokat készítettünk. Azért ezt a pH tartományt választottam, mert a hús pH-ja ezen belül mozog. Még a felmerülő húshibák esetén is. Ezek pH beállításához 0,2 M-os citromsav és 0,2 M-os diszódium foszfát (Na_2HPO_4) oldatot készítettünk. A sikeres pH beállítás után minden oldatból kilenc ml-t kémcsőbe töltöttünk egy pipetta segítségével és egy ml pillangóborsó kivonatból készített oldatot adtuk hozzá. A pillangóborsó kivonatból (8. ábra) 1%-os oldatot készítettünk. 0,5 g pillangóborsó por és 50 ml desztillált víz felhasználásával. A 11. ábrán láthatóak a különböző pH-jú oldatok. A pH értékek balról jobbra 4,5; 5; 5,5; 6; 6,5; 7; 7,5. A színváltozás szabadszemmel jól látható változást eredményezett. A pH beállításhoz a 7.ábrán látható Testo 206-pH1 műszert használtuk.

3.5.2 Filmek elkészítése

3.5.2.1 Keményítő film

A filmhez mérlegen kimértünk 2,5 g burgonyakeményítőt. Ehhez hozzáadtunk 55 ml desztillált vizet. Az oldatot addig kevertük míg az teljesen homogén nem lett, majd körülbelül 85 °C-ig melegítettük. Ekkor a keményítő elérte a csirizedési pontját. Lehűtöttük körülbelül 50 °C-ra és hozzáadtunk 0,75 g glicerint, szintén alaposan elkevertük az oldatot. Ezután hőálló szilikonformába töltöttük az oldatot és 40 °C-on 18 óráig sütőbe helyeztük.

3.5.2.2 Keményítő, pillangóborsó kivonat film (0,2%; 1%)

Először oldatot készítettük a pillangóborsó kivonat felhasználásával. Két koncentrációjú oldatot is készítettünk. (0,2%; 1%). A 0,2%-os oldat a cikk alapján készült. 0,1 g pillangóborsópor és 5 ml desztillált víz felhasználásával. Az 1 %-os oldat 0,55 g és 5 ml desztillált víz felhasználásával készült. A desztillált vizet felmelegítettük, hozzáadtuk a kimért mennyiségű pillangóborsó port. Ezt az oldatot homogenizáltuk, majd szűrőpapíron átszűrtük. A filmkészítés többi lépése megegyezik a keményítő film készítés lépéseivel.

3.5.2.3 Na-alginát filmek (0,9/1,2 g glicerint)

50 ml oldat elkészítéséhez, 2 g keményítőre, 0,02 g Na-alginátra, 0,02 g pektinre, 0,9/ 1,2 g glicerintre, 0,01 g citromsavra, 10 ml 0,2/1 %-os pillangóborsóporra és 40 ml desztillált vízre

van szükség. Első lépésben kimérjük a száraz összetevőket egy főzőedénybe, amiben később melegíteni fogjuk az oldatot. Hozzáadjuk a 40 ml desztillált vizet, és elkészítjük a pillangóborsó kivonatból az oldatokat úgy, ahogy a „keményítő, pillangóborsó kivonat film (0,2%; 1%)” fejezetben ismertettem. Az oldatot melegítjük, amíg a keményítő gélesedik. Ezután körülbelül 50 °C-ra lehűtjük, hozzáadjuk a glicerint, és a 10 ml színezőoldatot. A kontrollként készített film esetében nagyon kevésnek bizonyult a cikk alapján megállapított referencia glicerin (0,75 g). Ezért a fejlesztett film esetében két különböző mennyiséget is kipróbáltunk (0,9; 1,2 g). A többi filmmel megegyezően szilikonformába töltjük és 40 °C-on 18 óráig szárítjuk.

A filmek elnevezése az összetételükre utal. Az „K” elnevezésű a búzakeményítő film, ami jelen esetben a kontroll minta volt. Az „K-PB-L.” (keményítő-pillangóborsó-lágy koncentrációban) kódot kapott minta a Siji K. et al., 2020-as cikkben leírtak szerinti pillangóborsó mennyiséget tartalmazza. Ez a film 0,2 %-os pillangóborsó koncentrátumot tartalmaz. Mivel mi ennek a színét nem véltük elég intenzívnek, ezért készítettünk egy 1 %-os pillangóborsó oldatot is, amit az „K-PB-E.” (keményítő-pillangóborsó-erős koncentrációban) filmhez használtunk fel. Négy féle filmet fejlesztettünk, amikhez Na-alginátot használtunk fel. . A négy film glicerin és pillangóborsó tartalmukban térnek el egymástól. A pillangóborsó tartalmat jelen esetben is a színintenzitás miatt növeltük. A referencia glicerin nagyon alacsonynak bizonyult ezért ezt is növeltük az állományjavítás érdekében. Az „A-G09-PB-L” (alginát-0,9 g glicerin- lágy pillangóborsó koncentráció) elnevezésű film 0,9 g glicerint tartalmaz és 0,2 %-os pillangóborsópor felhasználásával készült. Az „A-G09-PB-E.” (alginát-0,9 g glicerin- erős pillangóborsó koncentráció) elnevezésű film 0,9 g glicerint tartalmaz és 1 %-os pillangóborsópor felhasználásával készült. Az „A-G12-PB-L.” (alginát-1,2 g glicerin- lágy pillangóborsó koncentráció) elnevezésű film 1,2 g glicerint tartalmaz és 0,2 %-os pillangóborsópor felhasználásával készült. Az „A-G12-PB-E.” (alginát-1,2 g glicerin- erős pillangóborsó koncentráció) elnevezésű film 1,2 g glicerint tartalmaz és 1 %-os pillangóborsópor felhasználásával készült.

3.5.3 Filmeken végzett mérések

3.5.3.1 Vastagságmérés

A filmek vastagságát digitális tólómérővel mértük le. Tíz mérést végeztem filmenként, amiből átlagot és szórást számoltam.

3.5.3.2 Színmérés

A filmek színmérését a 3.1.2 fejezetben ismertetett módszerrel végeztem el.

3.5.3.3. pH változás vizsgálata csirkemellfilén

A fejlesztett filmek hatékonyságát, pH változását csirkemellfilén vizsgáltuk. A kísérlethez egy-egy fél csirkemellfilét használtunk, amire ráhelyeztük a fejlesztett négy filmet, négy különböző pontban. A csirkemellfiléket 1 és 12 °C-on tároltam. Ez volt a két szélső hőmérséklet az előző tárolási próba esetében, ezért ezeket választottam. A pH okozta színváltozást, szemrevételezéssel, valamint műszeres színméréssel követtem nyomon. A színmérést a 0.; 2.; 5.; 9. napon végeztem el. Ezt a friss csirkemellfilé várható, 6–8 napos eltarthatósági ideje alapján választottuk meg. A 0. nap a kiindulási állapotot jelöli, a 2. és 5. nap a korai tárolási szakasz jellemzésére szolgál, míg a 9. nap a fogyaszthatósági határidő környékét reprezentálja. Az általunk vett 0. nap a vágás utáni második napot jelenti. Mi a fogyasztók szemszögéből vizsgáljuk a folyamatot, ezért vettük ezt a 0. napnak. Ugyanis nagy valószínűséggel ezen a napon tudnak a vásárlók is legkorábban hozzájutni a termékhez, így számukra ez lesz a 0. nap. A színmérést a 3.1.2 fejezetben ismertetett módszerrel végeztem el.

4. Eredmények és értékelésük

4.1 Színmérés

4.1.1 Világossági tényező (L^*)

Az érzékszervi vizsgálatokhoz használt csirkemellfiléken műszeres színmérést végeztünk. Az alábbi diagrammokon ezeknek az eredményei láthatóak, külön színtényezőnként (L^* ; a^* ; b^* ; ΔE). Külön diagrammon ábrázolva az állandó, valamint a váltakozó hőmérsékleten tárolt mintákat. Az L^* , vagyis a világossági tényező értéke egy 0-100 közötti skálán helyezkedik el, ahol 0 a fekete 100 pedig a fehér színt jelenti. Ennek értelmében, az érték minél magasabb, annál világosabb a csirkemellfilé. A 13. ábra szemlélteti az állandó hőmérsékleten tárolt minták L^* átlagértékeit, valamint szórásait, a minta előkészítéstől számított tíz napon keresztül. Az értékek 51,8 és 59,5 között ingadoztak. A 12 °C-on tárolt minták átlag L^* értéke 57,4 volt. Ez számított a legnagyobb értéknek. Legkisebb értéket az 1 °C-on tárolt minta mutatta. Ebből következtettünk arra, hogy a nagyobb hőmérsékleten tárolt minták világosabbak voltak. A szórás érték mutatja, hogy a legnagyobb eltérés a hatodik napon látható a 4°C-os minta esetén. A 12. ábra szintén a világossági tényező értékeit ábrázolja, viszont az a fluktuáló hőmérsékleten tárolt minták esetén végzett mérések eredményeit szemlélteti. A 0.napon az értékek 53,89 (4–7 °C) és 57,34 (4–12 °C), a kísérlet előrehaladtával ezek az értékek egyre nagyobb mértékben tértek el. A 4-7 °C-on tárolt minták L^* értéke mutatta a legnagyobb stabilitást a tárolási próba során, ugyanis a kiindulási napon 53,89, míg a tizedik napon 53,10 volt a világossági tényező értéke. A másik két ingadozó hőmérsékleten tárolt minta esetében nagyobb volt az ingadozás. A 4-12 °C-os hőmérsékleten tárolt húsok a 0.napon mért L^* értéke 57,34 volt, ami a tizedik napra 55,45-re csökkent. A 7-12 °C-on tárolt mintáknál, a következőféleképpen történt a változás: 55,36-ról, 57,52-re emelkedett a világossági tényező. A legkisebb és a legnagyobb értékek is a 7-12 °C között ingadozó mintán voltak mérhetőek. 52, 82 volt a második napon, míg a kilencedik napon 58, 63 volt.

4.1.2 Vörös-zöld színtényező (a^*)

Az a^* értékei a vörös-zöld színskálán helyezkednek el, ahol a zöld szín a negatív, míg a vörös a pozitív irányban van. Az eredményeket a lenti 14. ábra szemlélteti. Az átlagértékek 6,42, valamint 1,82 között helyezkednek el. A legnagyobb érték az 1 °C-os minta ötödik napján, a minimum érték pedig a 12 °C-os minta nyolcadik napján volt mérhető. Már az első nap érezhető különbség volt ezek a minták között. Az a^* értéke az első napon 1 °C-os minta esetében 5,94, míg a 12 °C-on tárolt mintáé 4,78. Ebből arra következtettünk, hogy a tárolás ezen, korai szakaszában a vörös szín fokozódása hőmérsékletfüggő. A tárolási próba előrehaladásával

egyre nagyobb mértékben tapasztalható lett az elszíneződés, különösen a nagyobb hőmérsékleteken. Az ingadozó hőmérsékleten tárolt minták esetében jelentős különbség fedezhető fel az idő előrehaladásával. Ezek az értékek olvashatóak le a 15. ábráról. Az első napon nagy mértékű eltérés volt tapasztalható a 4-12- (3,88), valamint a 4-7 °C-on (4,26) tárolt minták között. Ez arra ad következtetést számunkra, hogy a nagyobb mértékű kezdeti hőmérsékletingadozás csökkenti a vörös szín intenzitását a húsban. A tizedik napra a 7-12 °C-on tárolt minták a^* értéke lecsökkent 3,05-re. Ez volt a minimum érték a három különböző tárolási hőmérséklet között. 4-12 °C-os minták esetében a végső a^* érték 3,58, míg 4-7 °C-os minták esetében 5,09. Ezek az adatok azt bizonyítják, hogy minél nagyobb mértékű és minél hosszabb idejű hőmérséklet ingadozás egyenes arányosságban áll a hús elszíneződésének mértékével, ami hús vizuális megítélésre negatívan hat.

4.1.3 Kék-sárga színtényező (b^*)

A b^* értékei az a^* -hoz hasonlóan egy skálán helyezkednek el, viszont ez a sárga-kék színskála, ahol a kék szín a negatív, míg a sárga a pozitív irányban van. A 16. ábrán az állandó hőmérsékleten tárolt b^* értékei láthatóak. A negyedik napon a 4 °C-on (5,44) tárolt minta mutatta a legnagyobb mértékű eltérést. A többi hőmérsékletre képest ez az érték kiemelkedően magas volt. A hetedik tárolási napon szintén jelentős különbségek voltak megfigyelhetőek, viszont ezen a napon a 7 °C-os minta esetében (5,11). Ez az érték a sárga szín intenzitásának növekedését mutatja, aminek oka összefüggésbe hozható pigmentoxidációval, vagy nedvességtartalom megváltozásával. A minimumérték 2,60 volt, az 1 °C-on tárolt minta hatodik napján. A maximum érték 6,36 volt, ami szintén a tárolási próba hatodik napján volt mérhető, a 12 °C-os mintánál. A váltakozó hőmérsékleten tárolt minták esetében a tárolási napok előrehaladtával észrevehető változás következett be a b^* értékeiben. Mindkét szélsőérték, a 4-12 között fluktuáló mintánál volt mérhető (3,64; 7,51). A tárolási próba negyedik és hatodik napján jelentős volt a különbség a minták között. A negyedik napon 4-7 °C-on (5,39) tárolt minták kevésbé bizonyultak sárgának, mint a 4-12 (6,35) és 7-12 °C-os (6,54) minták. Ez a tendencia volt megfigyelhető a hatodik napon is. A b^* értékei 4-7 °C-on 4,05, 4-12 °C-on 6,45 és 7-12 °C-on 6,74 voltak. Ezek a megnövekedett értékek egy vizuálisan sárgább színre utalnak, amit a tárolás során felgyorsult pigmentbomlás, valamint oxidáció okozhat. Az értékeket a 17. ábra szemlélteti.

4.1.4 Színkülönbség tényező (ΔE)

A 18-19. ábra a ΔE színkülönbség átlag értékeit szemlélteti az egyes tárolási hőmérsékleteken a tárolási próba egyes napjain. 1 °C-on a ΔE értékek a tárolás során viszonylag alacsonyak maradtak, az első és a tizedik nap között 1,97 és 3,66 közötti átlagértékekkel. A harmadik (3,66)

és a negyedik napon (3,63) az értékek megközelítették a látható színeltérés határát ($\Delta E > 3,5$), összességében a változások mérsékeltek bizonyultak, és laikus megfigyelők számára nem voltak szembetűnők. Ezzel szemben 4 °C-on a ΔE értékek jelentősen magasabbak voltak, átlagosan 4,401. Az első naptól (3,96) kezdve a ΔE meghaladta a 3,5-öt, ami már látható színváltozást jelez. A harmadik (5,08), ötödik (5,39) és hatodik (5,11) napon az értékek átlépték az 5-ös küszöböt, amely két különálló szín érzékelésének felel meg. A 7 °C-on tárolt minták szintén erőteljes elszíneződést mutattak. Bár az első (3,25) és a negyedik (3,10) napon a ΔE értékek 3,5 alatt maradtak, a tárolási idő nagy részében meghaladták ezt a küszöböt. A második (5,99), ötödik (5,16) és hetedik (4,75) napokon a színváltozás már kifejezetten erős, vizuálisan jól látható volt. A 12 °C-on tárolt minták valamivel alacsonyabb ΔE értékeket mutattak. A legtöbb mérés eredménye 3,5 alatt maradt, egyedül az első napon (3,87) közelítette meg a látható eltérés határértéket. A legalacsonyabb értékeket a második (2,18) és a negyedik (2,31) napon mértük, ami arra utal, hogy a színváltozás észlelhető volt, de nem volt intenzív. Feltehetően a korai denaturációs folyamatok vagy az egyenletes pigmentlebomlás miatt, amelyek mérsékeltek a kontrasztot. A 4–7 °C között tárolt minták mellett az átlagos ΔE^* 2,86 volt, ami a legalacsonyabb érték a változó hőmérsékleten tárolt minták között. Bár az első (2,42) és az ötödik (3,68) napon az értékek közel kerültek a láthatósági küszöbhez, a legtöbb mérés a 2 – 3,5 tartományban maradt, ami mérsékelt, olykor alig észlelhető színváltozásra utal. A 4–12 °C-os csoportban a ΔE átlagértéke magasabb volt (3,87). Az első (3,72), második (4,18), ötödik (5,03), hetedik (4,74) és kilencedik (4,29) napon a ΔE meghaladta a 3,5-öt, ami látható színkülönbséget jelent, sőt az ötödik és kilencedik napon az értékek megközelítették vagy átlépték az 5-ös határt. A legerőteljesebb elszíneződés a 7–12 °C között fluktuáló minták esetében volt megfigyelhető, ahol az átlagos ΔE^* 4,10 volt. A hatodik naptól kezdve az értékek fokozatosan növekedtek, és a kilencedik-tizedik. napon 5,67-et értek el, ami arra utal, hogy a tárolás végére a minták már két különböző színeként voltak érzékelhetők.

4.2 Állománymérés eredményei

4.2.1 Keménység

A 4. táblázat azt az erőt szemlélteti, ami a csirkemellek maximális mértékű deformációjához szükségesek

3. táblázat Állománymérés keménység átlag és szórás értékei az adott napokon az egyes mintáknál (forrás: saját munka)

(N)	1°C	4°C	7°C	12°C	4–7°C	4–12°C	7–12°C
-----	-----	-----	-----	------	-------	--------	--------

0.nap	67,14 ±35,84	64,13 ± 36,76	81,53 ±4,65	72,51 ± 49,98	63,18 ± 22,25	84,20 ± 75,52	66,13 ± 15,16
1.nap	70,11 ± 45,61	123,73 ± 77,88	81,7 ±36,7	42,52 ± 28,19	70,99 ± 23,77	61,27 ± 41,68	86,22 ± 50,70
2.nap	80,94 ± 46,66	83,96 ± 39,20	42,79 ±15,96	110,81 ± 54,93	56,04 ± 4,32	98,86 ± 23,19	82,64 ± 8,57
3.nap	62,15 ± 45,95	49,43 ± 19,28	74,49 ±47,67	55,96 ± 42,66	46,68 ± 24,90	88,90 ± 16,17	87,18 ± 37,43
4.nap	83,51 ± 29,56	74,40 ± 63,81	81,16 ±36,48	56,29 ± 38,68	43,01 ± 27,89	73,69 ± 31,05	94,91 ± 14,75
5.nap	84,28 ± 48,01	79,14 ± 33,84	77,16 ±13,4	92,91 ± 37,54	53,48 ± 20,08	52,57 ± 47,23	62,04 ± 29,52
6.nap	106,17 ± 13,85	89,98 ± 6,95	85,82 ±42,32	166,14 ± 81,04	48,02 ± 37,69	58,40 ± 60,39	102,00 ± 19,59
7.nap	90,44 ± 31,20	81,84 ± 36,37	86,67 ±33,12	95,98 ± 51,60	72,21 ± 40,04	57,83 ± 13,01	81,73 ± 3,16
8.nap	53,14 ± 19,46	80,72 ± 48,31	56,04 ±8,65	124,78 ± 52,21	69,80 ± 19,29	76,48 ± 49,21	88,28 ± 30,97
9.nap	69,89 ± 9,54	86,88 ± 46,06	57,53 ±32,89	107,28 ± 39,83	62,89 ± 49,60	63,29 ± 13,10	105,28 ± 58,46
10.nap	68,88 ± 61,13	57,45 ± 42,22	91,61 ±8,17	29,54 ± 23,68	46,85 ± 15,37	76,69 ± 50,45	87,66 ± 28,75

Az 1 °C-os minta esetében nem volt tapasztalható kiugró érték egyik nap sem. A csúcserőérték a hatodik napon érte el (106,17). Mivel ezután az értékek újra csökkentek, ezért ez az érték a hullamerevség beállta során bekövetkező fehérje szálak összehúzódásával magyarázható. A 4 °C-os minta az első nap bizonyult a legkeményebbnek, ugyanis ekkor 123,73 N erő kifejtésére volt szükség a deformációhoz. Ezután ingadoztak a mért értékek, végül a tizedik napon 57,45 N-ra csökkent. 7 °C-on az első napon mért értékek (81,7) után egy jelentősebb csökkenés következett be (42,79). Majd a harmadiktól, a hetedik napig újra megemelkedtek az értékek (74,49-86,67). A kísérlet utolsó fázisában a mért erő ismét lecsökkent (56,04), végül az utolsó nap 91,61 N-t mértünk. Ennek a szabálytalan sorozatnak oka a fehérje kezdetleges lebomlása, vagy esetleges mikrobiológiai aktivitás is lehet. A 12 °C-os minták esetében változatos eredményeket kaptunk. Az első napon mért érték 42,52 volt, a hatodik napon volt mérhető a legnagyobb érték, ami 166,14 N volt. A kísérlet végére a kezdetinél is kevesebb erő kifejtése volt szükséges a deformációhoz (29,54). Ez a csomagoláson belül lejárlódó enzimatis és mikrobiológiai aktivitásnak köszönhető. A 4-7 °C közötti mintáknál viszonylag stabilak voltak a keménység értékei, ez a kisebb mértékű hőmérsékletingadozásnak köszönhető. Az ingadozó hőmérsékletű minták közül egyedül a 7-12 °C közötti minták eredményeztek 100 fölötti értéket

(105,28). Ez az érték a kilencedik napon volt mérhető. Ez arra utalhat, hogy a nagyobb mértékű hőmérséklet különbség az izom megkeményedését okozhatja, amit fokoz a vákuumsomagolás által fokozott nedvességvesztés. A nagy szórások a minták heterogenitásából adódnak

4.2.2 Kohézió

A kohézió, egy számított érték, amit a deformációhoz szükséges munkák hányadosaként kapunk meg. Ez egy dimenziómentes érték. A kohézió azt mutatja meg, hogy a mintát összetartó belső kötések mennyire erősek. A mért értékeket az 5. táblázat mutatja.

4. táblázat Állományérés kohézió átlag és szórás értékei az adott napokon az egyes mintáknál (forrás: saját munka)

(-)	1°C	4°C	7°C	12°C	4–7°C	4–12°C	7–12°C
0.nap	0,47 ±0,06	0,51 ±0,20	0,36 ±0,17	0,49 ±0,14	0,38 ±0,18	0,49 ±0,24	0,44 ±0,09
1.nap	0,41 ±0,06	0,34 ±0,04	0,39 ±0,12	0,50 ±0,2	0,40 ±0,15	0,45 ±0,25	0,40 ±0,20
2.nap	0,30 ±0,04	0,33 ±0,26	0,57 ±0,19	0,27 ±0,01	0,56 ±0,14	0,39 ±0,16	0,39 ±0,07
3.nap	0,52 ±0,21	0,51 ±0,21	0,41 ±0,24	0,48 ±0,23	0,43 ±0,14	0,39 ±0,08	0,20 ±0,03
4.nap	0,44 ±0,03	0,47 ±0,23	0,46 ±0,25	0,55 ±0,15	0,55 ±0,10	0,43 ±0,15	0,33 ±0,19
5.nap	0,47 ±0,07	0,35 ±0,15	0,29 ±0,08	0,45 ±0,12	0,41 ±0,27	0,52 ±0,20	0,43 ±0,10
6.nap	0,44 ±0,09	0,47 ±0,18	0,33 ±0,13	0,42 ±0,11	0,56 ±0,17	0,50 ±0,25	0,23 ±0,02
7.nap	0,44 ±0,13	0,44 ±0,10	0,37 ±0,12	0,38 ±0,1	0,42 ±0,15	0,41 ±0,13	0,59 ±0,13
8.nap	0,54 ±0,08	0,50 ±0,19	0,56 ±0,03	0,34 ±0,1	0,35 ±0,18	0,47 ±0,18	0,26 ±0,03
9.nap	0,47 ±0,05	0,31 ±0,20	0,48 ±0,05	0,38 ±0,09	0,51 ±0,19	0,36 ±0,21	0,41 ±0,14
10.nap	0,50 ±0,10	0,45 ±0,16	0,38 ±0,08	0,50 ±0,18	0,51 ±0,31	0,40 ±0,22	0,46 ±0,01

Az 1 °C-os minta szinte állandó értékeket mutatott. Kiindulási 0,47, majd a tizedik napon 0,50 volt. Ezek a stabil, nem ingadozó értékek arra utalnak, hogy az izomszerkezet ép maradt a kísérlet teljes ideje alatt. 4 °C-on a minták kohézió értéke hasonlóképpen stabilak voltak, mint az 1°C-on tárolt minta esetében. A kezdeti értékhez képest első két nap volt tapasztalható egy nagyobb mértékű csökkenés (0,51-ről 0,33-ra). A 7 °C-os minták esetében már egy nagyobb mértékű szerkezeti változás volt tapasztalható. A kohézió a második napon érte el a csúcserőérték

(0,57) a minimumértéket pedig az ötödik napon. A 12 °C-os mintánál drasztikusan csökkentek az értékek a második napon, ugyanis a kezdeti 0,49-ről, 0,27-re csökkentek. Majd ezután a kohézió mérsékelt emelkedést mutatott. Ez az izomban lévő fehérjék instabil kölcsönhatását jelenti. A 4-7 °C között ingadozó minta a 7 °C-hoz hasonló mintázatot mutatott, annyi eltéréssel, hogy a végső értékek nagyobbak voltak (0,51). Ez azt bizonyítja, hogy a kis mértékű hőmérsékletingadozás a vákuumsomagoláson belül, segít megőrizni az izom integritását és korlátozza a textúra romlását. A 7-12-es minta esetében nagy mértékű ingadozások voltak megfigyelhetőek a kohézió értékeiben. harmadik napon 0,20, a hetedik. napon 0,59. Ez azt jelenti, hogy ez a nagy mértékű hőmérsékletingadozás szerkezeti instabilitást eredményez.

4.2.3 Rugalmasság

A rugalmasság arról ad tájékoztat bennünket, hogy a „test”, esetünkben a csirkemell a deformáció után milyen mértékben nyeri vissza az eredeti formáját, magasságát.

5. táblázat Állománymérés rugalmasság átlag és szórás értékei az adott napokon az egyes mintáknál (forrás: saját munka)

(mm)	1°C	4°C	7°C	12°C	4-7°C	4-12°C	7-12°C
0.nap	0,83 ±0,05	0,36 ±0,15	0,26 ±0,29	0,49 ±0,14	0,57 ±0,32	0,46 ±0,12	0,53 ±0,44
1.nap	1,00± 0,34	0,47 ±0,13	0,72 ±0,16	0,50 ±0,20	0,21 ±0,26	0,34 ±0,05	0,36 ±0,25
2.nap	0,44 ±0,17	0,30 ±0,41	0,42 ±0,38	0,27 ±0,01	0,41 ±0,34	0,73 ±0,07	0,43 ±0,35
3.nap	0,24 ±0,10	0,74 ±0,04	0,62 ±0,08	0,48 ±0,23	0,44 ±0,33	0,34 ±0,20	0,48 ±0,28
4.nap	0,46 ±0,38	0,43 ±0,35	0,39 ±0,31	0,55 ±0,15	0,47 ±0,31	0,47 ±0,32	0,33 ±0,18
5.nap	0,44 ±0,26	0,26 ±0,12	0,32 ±0,25	0,45 ±0,12	0,27 ±0,34	0,47 ±0,38	0,39 ±0,38
6.nap	0,49 ±0,32	0,54 ±0,20	0,23 ±0,21	0,42 ±0,11	0,29 ±0,31	0,63 ±0,28	0,40 ±0,32
7.nap	0,58 ±0,40	0,43 ±0,38	0,17 ±0,12	0,38 ±0,10	0,35 ±0,43	0,67 ±0,30	0,25 ±0,37
8.nap	0,53 ±0,31	0,48 ±0,33	0,26 ±0,21	0,34 ±0,10	0,32 ±0,29	0,33 ±0,18	0,18 ±0,26
9.nap	0,48 ±0,32	0,50 ±0,41	0,45 ±0,3	0,38 ±0,09	0,23 ±0,11	0,38 ±0,194	0,60 ±0,28
10.nap	0,08 ±0,08	0,23 ±0,28	0,35 ±0,35	0,50 ±0,18	0,32 ±0,22	0,43 ±0,21	0,25 ±0,18

Már 1°C-on jelentős változás tapasztalható a kezdeti (0,83 mm), valamint a végső (0,08 mm) között. A fehérje denaturáció és a rostok lebomlása miatt egyre kevésbé tudta visszanyerni a kiindulási alakját a test. A 4°C-os minta esetében folyamatos ingadozás volt tapasztalható az értékek között. Harmadik napon érte el a legnagyobb értéket (0,74 mm). 7 °C-on az értékek 0,17 mm (nyolcadik nap) és 0,72 mm (második nap) között mozogtak, ami valószínűleg a hűtött tárolás alatt a fehérjehálózat ideiglenes átrendeződését tükrözi. 12 °C-on intenzív és szabálytalan rugalmasságcsökkenés volt tapasztalható, ami az intenzív fehérje bomlással áll kapcsolatban. A rugalmasság szabálytalanul ingadozott, 4–12 °C-on legmagasabb érték 0,73 mm a második napon. A nagyobb mértékű hőmérsékletingadozás valószínűleg ideiglenes rost átrendeződést idézett elő. A mérés eredményeit a 6. táblázat szemlélteti

4.2.4 Rághatóság

A rághatóság egy számított érték, ami azt mutatja meg, hogy az adott élelmiszer szétrágásához mekkora energiabefektetésre van szükség. A mért értékeket a 7. táblázatban láthatjuk.

6. táblázat Állománymérés rághatóság átlag és szórás értékei az adott napokon az egyes mintáknál (forrás: saját munka)

(mJ)	1°C	4°C	7°C	12°C	4–7°C	4–12°C	7–12°C
0.nap	25,06 ±12,54	9,61 ±0,84	7,12 ±8,96	11,78 ±11,83	11,36 ±6,15	7,03 ±5,74	14,82 ±12,22
1.nap	1,55 ±0,52	17,73 ±6,44	20,18 ±2,54	10,97 ±7,74	4,52 ±4,18	7,22 ±3,07	10,28 ±8,40
2.nap	7,76 ±5,39	7,07 ±10,35	10,46 ±9,96	9,87 ±9,78	12,79 ±12,06	26,57 ±7,84	13,58 ±10,51
3.nap	7,01 ±7,11	17,54 ±8,46	17,54 ±8,46	6,56 ±4,55	8,12 ±6,75	13,30 ±11,66	10,14 ±7,53
4.nap	14,35 ±11,62	8,48 ±4,16	9,98 ±8,14	7,58 ±4,92	10,00 ±9,72	13,56 ±9,26	11,12 ±10,01
5.nap	13,43 ±7,14	7,44 ±6,44	7,87 ±5,95	16,68 ±2,64	3,39 ±3,62	7,22 ±10,83	13,45 ±17,07
6.nap	22,87 ±18,71	23,20 ±14,17	4,55 ±4,15	18,74 2,41	4,16 ±2,13	10,86 ±4,26	10,57 ±10,64
7.nap	25,01 ±18,71	12,07 ±9,51	7,24 ±8,5	41,98 ±8,44	10,60 ±13,85	14,75 ±5,20	9,36 ±12,98
8.nap	13,60 ±5,64	16,30 ±11,84	7,54 ±4,56	7,72 ±8,91	6,11 ±3,86	12,43 ±12,64	3,10 ±3,80
9.nap	15,54 ±9,51	9,98 ±9,56	16,21 ±17,69	4,20 ±0,03	7,06 ±6,28	7,61 ±4,20	19,13 ±10,85

10.nap	1,10 ±0,95	2,35 ±1,11	11,29 ±10,13	11,91 ±15,38	7,97 ±7,03	9,46 ±4,85	10,03 ±7,46
--------	---------------	---------------	-----------------	-----------------	---------------	---------------	----------------

A rághatóság komplex mintázatot mutatott. 1 °C-on viszonylag magas szinten indult (1,55 mJ), a 3. napra minimálisra csökkent, majd a tárolás közepén részben helyreállt, végül a tizedik napra ismét visszaesett (1,10 mJ), ami a vákuumcsomagolás alatt bekövetkező általános textúralágyulást mutatja. 4 °C esetében egy mérsékelt csökkenés volt tapasztalható, ami egy fokozatos puhulás eredménye. 7 °C-on a csúcstérték 20,18 volt, amit az első nap ért el. 4,55 (hatodik nap) volt a legkisebb mért érték. A napok között nem volt tapasztalható jelentős növekedés vagy csökkenés a tendenciában. Az eredmények között nagy szórás, valamint egyes időpontokban az eredmények között átfedés is tapasztalható. 12 °C-os minta esetében az értékek a következőképpen alakultak: 16,68 mJ (ötödik nap), 18,74 mJ (hatodik nap), és 41,98 mJ (hetedik nap). Ezt a folyamat elején, átmeneti aggregációt és megnövekedett keménységet jelent, amit egy gyors textúra lebontás követett. 4-7 °C között az értékek a teljes kísérlet alatt stabilok maradtak, ami azt bizonyítja, hogy a hús a kísérlet alatt jól megőrizte eredeti textúráját. 4-12 °C-on a kezdeti megkeményedés a hőmérsékletváltozásból eredő stresszel magyarázható. A 7-12 °C-os csoportban a csúcstérték 19,13 mJ volt (kilencedik nap). Az állománymérés során kapott eredményeknél nagymértékű szórás volt tapasztalható. Ez legfőképpen, a minták heterogenitásából adódott. Élelmiszerek, főleg húsok esetén ez gyakran előfordul, mivel nincs két teljesen ugyanolyan egyed, ebből adódnak az eltérések. A mérés eredményei a 7. táblázatban láthatóak

4.3 Kategória-skála eredményei

4.3.1 Kategóriaskála értékelése megjelenés alapján

A háromszögpróbán kívül, a kategóriaskála módszerével vizsgáltam a hús érzékszervi tulajdonságait. Ennek az eredményeit a 19-21. táblázatok tartalmazzák. A bírálók a kategória-skála módszerével történő érzékszervi minősítés során három szempont alapján döntötték el az egyes mintákról, hogy azokat „frissnek”, „még elfogadhatónak”, vagy „elfogadhatatlannak” minősítik. Ez a három szempont a megjelenés, illat és összbenyomás voltak. A skála nullától négyig tartalmaz beosztásokat, ahol nulla a legfrissebb, négy, pedig a már egyáltalán nem elfogadható minősítés. A 20. ábra szemlélteti a húsok külső megjelenésére érkezett érzékszervi bírálatok eredményeit. A bírálók tíz napon keresztül mindennap értékelték a mintákat. Az első napon az összes minta frissnek bizonyult. Ahogy a kísérleti napok előre haladtak, egyre jobban érzékelhető lett a különbség az egyes minták között. Azt láthatjuk, hogy a bírálók szinte minden nap

az 1 °C-os mintát tartották legfrissebbnek, és ennek a mintának romlott legkevésbé az összességében vett elfogadhatósága. Az első napon 1,35 volt és a tizedik napra 2,18-ra emelkedett. Az állandóan 4, valamint 7 °C-on tartott minták esetében egy folyamatos emelkedés volt tapasztalható. A leggyorsabb és legnagyobb mértékű minőség béli romlás a 7-12 °C között fluktuáló minták mutatták. A tizedik napra a minták elfogadhatósági értéke elérte a 2,82-t, ami már teljesen elfogadhatatlan frissesség és minőség szempontjából is. A minőségromlás idővel következett be, ugyanis az értékek a második napig elfogadhatóak voltak (2,35). Megfigyelhető, hogy a kísérlet nulla és harmadik napjai közül azokon a napokon, amikor a minta a 7°C-os hűtőben volt, azokon a napokon a bírálók elfogadhatóbbnak értékelték (1,94), ellenben azokkal a napokkal, amikor a minta 12 °C-on tartózkodott (2,35). A váltakozó hőmérsékleten tartott minták közül a 4-7°C-on tartottak mutatták a legkisebb mértékű minőségi romlást. Ebben az esetben a negyedik tárolási naptól kezdett el nagyobb mértékben negatív irányba változni a hús külső megjelenése. A magas hőmérsékletnek köszönhetően a 12°C-on tárolt minta esetében is elfogadhatatlan minőségi romlás következett be a kísérlet végére. Ugyanis ez a minta már a második vizsgálati napon elérte a 2,35-ös értéket. Az ötödik napon már elérte a 2,53-at és a kísérlet végére a 2,71-et. Ez az érték a már elfogadhatatlan minőségi kategóriába tartozik.

4.3.2 Kategóriaskála értékelése illat alapján

A 21. ábra az érzékszervi vizsgálat illat alapján történő elfogadhatósági értékeit szemlélteti az egyes mintákra nullától tíz napig. Az illat alapján történő megítélésben már kevésbé egyeztek a bírálóktól érkezett eredmények. A negyedik napig az 1 °C-os minták megőrizték kezdeti frissességüket. A negyedik naptól kisebb mértékű eltérések mutathatóak ki. Az ötödik kísérleti naptól már érzékelhető volt a minőségi romlás az egyes mintákon, ami a kísérlet során fokozódott egészen a tizedik napig. A 4 °C-on tárolt minták az első öt nap során megőrizték érzékszervileg a frissességüket. A jelentősebb mértékű illatbéli romlás a hatodik és tizedik nap között volt érzékelhető. A minta mindössze a 10. napra érte el a határértéket (2,53) A magasabb hőmérsékleten tárolt minták ezzel ellentétben már korábbi. napon elérték az elfogadhatóság határértékét. Ez azt jelenti, hogy a 4°C-on való tárolás lassítja a romlási folyamatokat, de meg nem állítja azokat. A 7 °C-on tárolt minták az ötödik naptól indultak jelentős romlásnak (2,41). A kísérlet utolsó napjára már elérték a határértékhez közeli 2,88-es értéket. A 12 °C-on tárolt húsok esetében már az első naptól kezdve érzékelhető volt az eltérés A magasabb hőmérséklet elősegítette a mikrobiális romlást, ami a kísérlet hatodik napjától (2,88) már elfogadhatatlan minőséget jelent. A 4-7 °C között fluktuáló minták esetében egy lassabban bekövetkező minőségbéli romlás tapasztalható. Az illat minősége a negyedik naptól veszítette el a stabilitását. A 4-12 °C között váltakozó minták mindössze a második napig maradtak frissek. A tizedik napra már

ezek is elfogadhatatlan minőségi kategóriába kerültek. (2,94) A legkorábban a 7-12 °C-on tartott minták indultak romlásnak. Már a második naptól jól érzékelhető volt a minőségbéli negatív irányú elváltozás. A tizedik napon már elérte a 3-as értéket, ami teljesen elfogadhatatlan. Ezek alátámasztják, hogy a nagyobb mértékű hőmérsékletingadozások fokozzák a romlás mértékét, valamint csökkentik a húsok eltarthatóságát.

4.3.3 Kategóriaskála értékelése összbenyomás alapján

Az összbenyomás alapján történő minősítés során a bírálók figyelembe vették mind a külső megjelenést, mind az illatot, illetve egyéb számukra relevánsnak bizonyuló tényezőket, érzékszervi tulajdonságokat, ezek az eredmények láthatóak a 22.ábrán. 1 °C-os állandó tárolási hőmérsékleten már a második naptól jelentős érzékszervi romlás volt kimutatható az általános benyomás tekintetében. Ennek ellenére az átlagos elfogadhatósági pontszámok a teljes vizsgálati időszak alatt viszonylag alacsonyak maradtak. A tizedik napon 2,18 értéket mutatva. Ez lassú, korlátozott mértékű romlásra utal, ami a frissesség jó megőrzését jelzi alacsony hőmérsékleten. Állandó 4 °C-on a romlás már korábban, a második és harmadik nap között vált szignifikánssá, ami a 1 °C-os tároláshoz képest a folyamat gyorsabb kezdetét mutatja. Az átlagos romlási pontszám a tizedik napra körülbelül 2,5-re emelkedett, ami már a határértékű elfogadhatóságot jelenti. 7 °C-on szintén a második és harmadik nap között mutatkozott jelentős romlás, a tizedik napra pedig az átlagos pontszám kissé 2,5 fölé emelkedett, ami határértékű vagy marginálisan elfogadhatatlan érzékszervi minőséget jelez. 12 °C-os tárolás mellett a romlás a harmadik naptól nagy mértékű eltérést mutatott, és ez gyors ütemben haladt előre. Az átlagos pontszámok az ötödik napon 2,59-re, a tizedik napon pedig 2,76-ra emelkedtek, ami a romlás felgyorsulását igazolja. Ingadozó hőmérsékleti viszonyoknál eltérő mintázatok figyelhetők meg. 4–7 °C között az első négy napban a minőség stabil maradt, majd az ötödik naptól kezdve mérsékelte, de egyértelmű romlás indult, a tizedik napi értékek azonban még mindig kedvezőbbek maradtak, mint a 12 °C-os tárolás esetén. 7–12 °C mellett a romlás késleltetve, a hatodik naptól vált érzékelhetővé. A tizedik napon azonban az értékek 2,94-re emelkedtek, ami elfogadhatatlan minőséget jelentett. Hasonló tendencia volt megfigyelhető 4–12 °C-os ingadozásnál is. Itt a romlás a hetedik naptól vált jelentőssé, a tizedik napon pedig 2,82 -re nőtt. Ez arra utal, hogy ilyen körülmények között a csirkemellfilék körülbelül egy hétig megőrzik elfogadható érzékszervi minőségüket, mielőtt a romlás érzékelhetővé válik.

4.4 Háromszögpróba eredményei

Az első érzékszervi vizsgálat, melyet elvégeztem a háromszögpróba volt. Ennek az eredményeit a 8. táblázat tartalmazza. A 8.táblázat a háromszögpróba eredményeit szemlélteti az egyes

bírálati napokon. A harmadik számú oszlop jelöli a külső megjelenésre kapott eredményeket, míg, a negyedik számú oszlop, az illat alapján értékelt eredményeket jelöli. A táblázat az eredményeket százalékosan szemlélteti. Ez az eredmény azt mutatja meg, hogy a bírálatot végző személyek közül hányan találták el helyesen, hogy melyik volt az eltérő minta. Ha 100 %-os az egyezés az jelenti azt, hogy mindegyik bíráló helyes választ adott. A bírálat eredményei azt mutatják, hogy a bírálók illat alapján előbb detektálták a különbséget. A hatodik, hetedik nap után már egyértelműen érezhető volt a különbség a minták között. Az utolsó, tizedik napon, szinte egyöntetűen 100 %-os volt az egyezés. Ha megvizsgáljuk az egyes mintákat, azt lehet észrevenni, hogy a bírálók könnyebben tettek különbséget azok mintahármasok mintái között, ahol, az egyes minták között nagyobb volt a hőmérséklet ingadozás. Ilyen minta, a hármas, ahol a minta hármas egyik eleme 12 °C-on volt tárolva a másik kettő, pedig 4 és 7 °C között ingadozott. Ide tartoznak még a négyes, nyolcas és tizenegyes mintahármasok. Az egyes, ötös, hatos, kilences és tízes minták között kevesebb aránnyal sikerült helyesen meghatározni az eltérő mintát a bírálóknak. Ezeknél a mintahármasoknál ugyanis a minták valamelyike változó hőmérsékleten volt tárolva. A változó hőmérséklet valamelyike pedig megegyezik a fix hőmérséklettel. Az egyes minta esetében, például az egyik minta 4 °C-on volt tárolva, míg a másik kettő 4 és 12 °C között váltakozott.

4.5 Biofilm

4.5.1 Elkészült filmek tulajdonságai (szín; vastagság; színmérés különböző pH-n)

A 9.táblázatban láthatóak az elkészült filmek színmérés és vastagság eredményei. Az L^* és a b^* együttes értékeiből arra tudunk következtetni, hogy mennyi pillangóborsó port tartalmaz az adott film. Látszik, hogy a búzakeményítő film („K”) a legvilágosabb (90,69), és ennek a legmagasabbak a b^* értékei (0,72). Ennek oka, hogy ez a film nem tartalmaz pillangóborsóport. A legsötétebbek az „K-PB-L”, aminek világossági tényezője 39,50, b^* értéke pedig -11,08. A másik legsötétebb film, az „A-G09-PB-E”, aminek L^* értéke 39,08, b^* értéke -6,83. A vöröszöld színtényező (a^*), mindegyik film esetében pozitív értéket mutat, ami azt jelenti, hogy a vörös színtartományba esnek az értékek. Legalacsonyabb értéket az „K-PB-E” film esetében mértem (0,08). Legmagasabb érték az „K-PB-L” film esetében volt tapasztalható (10,93). Színkülönbség minden film esetében nagy eltérést mutatott az „S” mintához képest. Az értékek nagyságrendileg azonosak voltak. Legnagyobb eltérés az „K-PB-L” film esetében, legkisebb eltérés az „A-G09-PB-L” esetében volt mérhető. Vastagságukat tekintve nagyságrendi eltérés nem volt tapasztalható az egyes filmek között. Legvastagabbnak az „SBPE I:” kódú film bizonyult (0,211 mm). Legvékonyabb az „S” film, aminek átlagvastagsága 0,036 mm.

7. táblázat Kész filmek szín és vastagság értékei K: Kontroll minta, csak búzakeményítő; K-PB-L; Keményítő + pillangóborsó (lágy koncentráció, 0,2%); K-PB-E; Keményítő + pillangóborsó (erős koncentráció, 1%). A-G09-PB-L: Alginát + 0,9 g glicerin + pillangóborsó (lágy koncentráció, 0,2%); A-G09-PB-E; Alginát + 0,9 g glicerin + pillangóborsó (erős koncentráció, 1%); A-G12-PB-L; Alginát + 1,2 g glicerin + pillangóborsó (lágy koncentráció, 0,2%); A-G12-PB-E; Alginát + 1,2 g glicerin + pillangóborsó (erős koncentráció, 1%) (forrás: saját munka)

Filmek	L*	a*	b*	ΔE	Vastagság (mm)
K	90,69 ± 0,20	0,35 ± 0,01	0,72 ± 0,03	0	0,036 ± 0,049
K-PB-L	39,50 ± 0,24	10,93 ± 0,68	-11,08 ± 0,67	53,29	0,211 ± 0,200
K-PB-E	43,46 ± 0,97	0,08 ± 0,10	-0,51 ± 0,68	46,94	0,048 ± 0,303
A-G09-PB-L	51,52 ± 0,27	9,14 ± 0,41	-2,48 ± 0,34	40,18	0,165 ± 0,024
A-G09-PB-E	42,1 ± 0,44	9,00 ± 0,62	-5,46 ± 0,50	52,69	0,116 ± 0,063
A-G12-PB-L	39,93 ± 0,92	9,43 ± 0,45	-9,07 ± 0,32	51,53	0,07 ± 0,019
A-G12-PB-E	38,61 ± 0,29	7,26 ± 0,70	-4,59 ± 0,31	51,60	0,05 ± 0,009

8. táblázat „K-PB-E” (Keményítő + pillangóborsó (erős koncentráció, 1%)). színmérése különböző pH-jú pufferoldatokba áztatva (forrás: saját munka)

pH	L*	a*	b*	ΔE
4,5	37,28 ± 0,18	18,18 ± 0,13	-19,88 ± 0,23	40,2
5	58,47 ± 0,99	6,01 ± 0,38	-11,68 ± 0,79	17,35
5,5	58,04 ± 0,70	4,74 ± 0,54	-12,4 ± 0,75	15,87
6	60,87 ± 0,61	0,60 ± 0,38	-10,20 ± 0,24	10,51
6,5	49,44 ± 0,71	-2,65 ± 0,19	-12,63 ± 0,67	17,18
7	63,89 ± 0,08	-8,08 ± 0,05	-5,10 ± 0,42	0
7,5	66,43 ± 0,93	-9,73 ± 0,35	-3,57 ± 0,70	3,38

9. táblázat „A-G09-PB-L” (Alginát + 0,9 g glicerin + pillangóborsó (lágy koncentráció, 0,2 %))színmérése különböző pH-jú pufferoldatokba áztatva (forrás: saját munka)

pH	L*	a*	b*	ΔE
4,5	45,62 ± 0,78	13,18 ± 0,61	-1,86 ± 0,63	6,91
5	47,60 ± 0,90	11,49 ± 0,20	-0,26 ± 0,33	5,95
5,5	45,60 ± 0,93	12,15 ± 0,14	-0,71 ± 0,22	5,87
6	48,72 ± 0,11	10,71 ± 0,12	-4,57 ± 0,33	5,43
6,5	43,59 ± 0,57	9,19 ± 0,65	-2,23 ± 2,34	3,04
7	46,00 ± 0,48	6,29 ± 0,53	-1,48 ± 0,46	0
7,5	46,49 ± 0,81	7,87 ± 0,51	-5,90 ± 0,45	4,72

10. táblázat „A-G09-PB-E” (Alginát + 0,9 g glicerin + pillangóborsó (erős koncentráció, 1%)) színmérése különböző pH-jú pufferoldatokba áztatva (forrás: saját munka)

pH	L*	a*	b*	ΔE
4,5	24,71 ± 0,37	18,83 ± 0,52	-10,06 ± 0,23	25,76

5	27,42 ± 0,79	17,23 ± 0,47	-12,27 ± 0,28	23,74
5,5	33,40 ± 0,26	13,55 ± 0,71	-11,15 ± 0,30	18,05
6	36,65 ± 0,11	10,06 ± 0,68	-9,92 ± 0,20	12,93
6,5	41,78 ± 0,53	7,34 ± 0,50	-3,45 ± 0,40	3,79
7	44,48 ± 0,17	4,69 ± 0,16	-1,55 ± 0,33	0
7,5	33,62 ± 0,85	0,41 ± 0,22	-7,38 ± 0,38	11,51



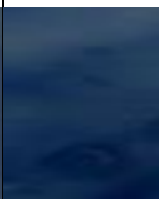
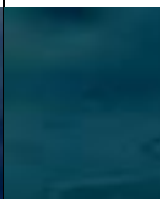

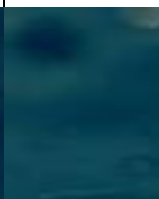

11. táblázat „A-G12-PB-L” (Alginát + 1,2 g glicerin + pillangóborsó (lágy koncentráció, 0,2%)) színmérése különböző pH-jú pufferoldatokba áztatva (forrás: saját munka)

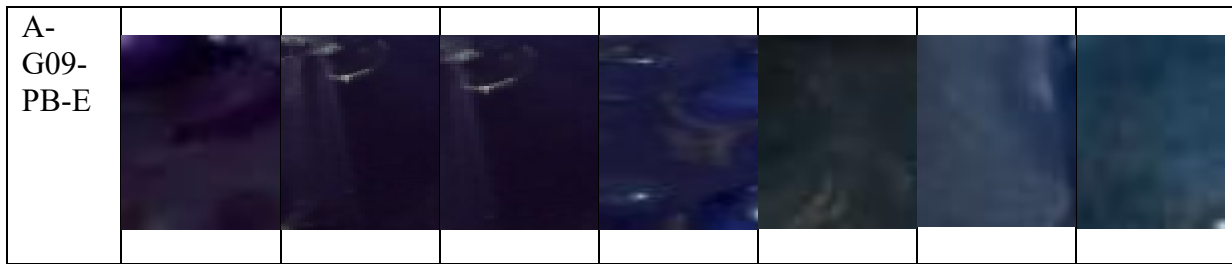
pH	L*	a*	b*	ΔE
4,5	43,53 ± 0,11	14,133 ± 0,19	-0,34 ± 1,11	17,54
5	29,89 ± 0,85	15,70 ± 0,58	-12,24 ± 0,43	13,24
5,5	30,27 ± 0,59	14,49 ± 0,30	-12,58 ± 0,20	12,14
6	37,62 ± 0,86	10,45 ± 0,06	-6,90 ± 0,62	8,97
6,5	35,52 ± 1,08	6,82 ± 0,72	-9,58 ± 0,67	4,76
7	32,45 ± 0,48	3,23 ± 0,02	-8,65 ± 0,54	0
7,5	31,28 ± 0,58	2,57 ± 0,51	-1,29 ± 0,26	6,84

12. táblázat „A-G12-PB-E” (Alginát + 1,2 g glicerin + pillangóborsó (erős koncentráció, 1%)) színmérése különböző pH-jú pufferoldatokba áztatva (forrás: saját munka)

pH	L*	a*	b*	ΔE
4,5	36,59 ± 0,89	17,14 ± 0,41	-3,93 ± 0,71	14,85
5	26,21 ± 0,52	15,73 ± 0,21	-11,66 ± 0,51	19,16
5,5	33,88 ± 0,27	13,92 ± 0,11	-14,61 ± 0,39	11,92
6	27,15 ± 0,29	13,11 ± 0,25	-12,5 ± 0,60	9,97
6,5	31,83 ± 0,99	9,45 ± 0,44	-8,68 ± 0,66	6,46
7	29,19 ± 0,84	4,07 ± 0,34	-9,81 ± 0,20	0
7,5	29,78 ± 1,02	2,50 ± 0,26	-7,21 ± 0,64	5,03

13. táblázat Egyes filmekről készült képek különböző pH-jú pufferoldatokba áztatva (K-PB-E(Keményítő + pillangóborsó (erős koncentráció, 1%)); A-G09-PB-E (Alginát + 0,9 g glicerin + pillangóborsó (erős koncentráció, 1%)) (forrás: saját munka)

	pH 4,5	pH 5	pH 5,5	pH 6	pH 6,5	pH 7	pH 7,5
K-PB-E.							



A táblázatokban (11.-15. táblázat) láthatóak a filmek színmérési eredményei, miután azokat a készített pufferoldatokkal kezeltem. A 16. táblázaton látható, hogy szabadszemmel is jól érzékelhető volt a színváltozás. A pillangóborsó tartalmú film („K-PB-E”) esetében a színskála lilától a kéken át, egészen az élénk zöldes kékig változtak. A Na-alginát tartalmú filmek esetében is hasonló színváltozás volt tapasztalható, eltérő intenzitásban. Azok a filmek, amelyek nagyobb koncentrációban tartalmazzák a pillangóborsó por kivonatot, azok intenzívebb színváltozást eredményeztek. Ezek az „A-G09-PB-E” és az „A-G12-PB-E” filmek. Ebből következtetésképpen levonhatjuk, hogy az általunk készített filmek kiváló pH indikátorok és alkalmasak arra, hogy élelmiszerek frissességét nyomonkövessük velük. Az eredményeink párhuzamban állnak a kiindulási alaphoz vett tanulmányéval (Siji K. et al., 2020). Az áztatás után mért szín eredményeket a 11-15. táblázatok foglalják össze. A színkülönbségi tényező számítása esetében minden alkalommal a pH 7 értéket vettük kiindulásnak. A számolt értékek minden esetben három felett vannak, ami azt jelenti, hogy a különbség szabad szemmel is jól látható. Az egyes filmek hasonló tendenciát mutattak az eltérésben. Legnagyobb mértékű eltérés szinte minden esetben, a 4,5-ös pH-n volt tapasztalható. Legmagasabb értéket a „K-PB-E” film esetén tapasztaltuk (40,2). Legalacsonyabb eltérés minden esetben a 6,5-ös vagy a 7,5-ös pH-n volt. A legkisebb számolt érték az „A-G09-PB-L” film esetében volt tapasztalható (3,04) 6,5-ös pH-n. A b^* értékei minden film esetében negatív értékeket mutattak, ami azt jelenti, hogy a filmek a kék színtartományba esnek. Az a^* a filmeknél csökkenő tendenciát mutatott, ami alátámasztja azt, amit szemmel is jól láthatunk, vagyis azt, hogy a filmek a lila szín irányából a zöld felé tendálnak. Legnagyobb érték $21,69 \pm 7,88$ volt, amit az „A-G12-PB-E” esetén mértünk. A legkisebb érték $-9,73 \pm 0,35$ volt, „K-PB-E” esetén 7,5-ös pH-n.

4.5.2 pH változás vizsgálata csirkemellfilén

14. táblázat "A-G09-PB-L" (Alginát + 0,9 g glicerin + pillangóborsó (lágú koncentráció, 0,2 %) pH változása 1°C-on tárolt csirkemellfilén (forrás: saját munka)

nap	L^*	a^*	b^*	ΔE
0	$37,35 \pm 0,28$	$6,74 \pm 0,06$	$-7,69 \pm 0,41$	0
2	$45,24 \pm 0,13$	$1,39 \pm 0,13$	$-11,75 \pm 0,56$	10,36
5	$46,53 \pm 0,20$	$1,01 \pm 0,04$	$-11,50 \pm 0,19$	11,48

9	49,1 ± 0,51	0,50 ± 0,02	-10,01 ± 0,48	13,51
---	-------------	-------------	---------------	-------

15. táblázat "A-G09-PB-E" (Alginát + 0,9 g glicerín + pillangóborsó (erős koncentráció, 1%)) pH változása 1°C-on tárolt csirkemellfilén (forrás: saját munka)

nap	L*	a*	b*	ΔE
0	29,76 ± 0,37	10,22 ± 0,09	-11 ± 0,28	0
2	34,42 ± 0,38	5,75 ± 0,07	-15,90 ± 0,26	8,1
5	35,51 ± 0,29	5,07 ± 0,6	-16,19 ± 0,25	9,3
9	37,84 ± 0,45	3,87 ± 0,13	-15,48 ± 0,30	11,21

16. táblázat "A-G12-PB-L" pH változása 1°C-on tárolt csirkemellfilén (Alginát + 1,2 g glicerín + pillangóborsó (lágy koncentráció, 0,2%)) (forrás: saját munka)

nap	L*	a*	b*	ΔE
0	27,02 ± 0,31	3,77 ± 0,12	-9,36 ± 0,62	0
2	41,61 ± 0,20	2,39 ± 0,04	-13,29 ± 0,20	15,17
5	47,64 ± 3,26	1,74 ± 0,28	-9,24 ± 0,68	20,75
9	48,01 ± 0,47	1,20 ± 0,04	-9,58 ± 0,27	21,15

17. táblázat "A-G12-PB-E" (Alginát + 1,2 g glicerín + pillangóborsó (erős koncentráció, 1%)) pH változása 1°C-on tárolt csirkemellfilén (forrás: saját munka)

nap	L*	a*	b*	ΔE
0	31,56 ± 0,33	7,89 ± 0,13	-12,48 ± 0,36	0
2	34,745 ± 0,42	5,94 ± 0,16	-16,44 ± 0,33	5,44
5	36,90 ± 0,34	4,35 ± 0,11	-16,63 ± 0,39	7,63
9	39,43 ± 0,22	3,75 ± 0,12	-16,64 ± 0,36	9,81

18. táblázat "A-G09-PB-L" (Alginát + 0,9 g glicerín + pillangóborsó (lágy koncentráció, 0,2 %)) pH változása 12°C-on tárolt csirkemellfilén (forrás: saját munka)

nap	L*	a*	b*	ΔE
0	40,91 ± 0,58	4,75 ± 0,08	-7,86 ± 0,68	0
2	44,67 ± 0,44	0,69 ± 0,12	-8,04 ± 0,30	5,53
5	50,15 ± 0,89	-0,01 ± 0,26	-5,02 ± 1,61	11,55
9	53,32 ± 0,29	-0,31 ± 0,05	-4,81 ± 0,12	13,74

19. táblázat "A-G09-PB-E" (Alginát + 0,9 g glicerín + pillangóborsó (erős koncentráció, 1%)) pH változása 12°C-on tárolt csirkemellfilén (forrás: saját munka)

nap	L*	a*	b*	ΔE
0	31,08 ± 0,28	9,03 ± 0,16	-13,68 ± 0,18	0
2	37,98 ± 0,24	4,02 ± 0,27	-14,89 ± 0,21	8,62

5	43,7 ± 0,38	3,27 ± 0,13	-14,57 ± 0,23	13,9
9	47,80 ± 0,23	1,09 ± 0,07	-12,02 ± 0,10	18,59

20. táblázat "A-G12-PB-L" (Alginát + 1,2 g glicerín + pillangóborsó (lágy koncentráció, 0,2%)) pH változása 12°C-on tárolt (forrás: saját munka)

nap	L*	a*	b*	ΔE
0	42,73 ± 0,50	5,35 ± 0,10	-7,28 ± 0,59	0
2	43,08 ± 0,28	1,53 ± 0,09	-10,62 ± 0,12	5,09
5	48,53 ± 0,58	0,73 ± 0,11	-7,37 ± 0,77	7,42
9	53,34 ± 0,65	0,12 ± 0,12	-6,08 ± 0,78	11,89

21. táblázat "A-G12-PB-E" (Alginát + 1,2 g glicerín + pillangóborsó (erős koncentráció, 1%)) pH változása 12°C-on tárolt (forrás: saját munka)

nap	L*	a*	b*	ΔE
0	35,92 ± 0,37	7,24 ± 0,39	-4,68 ± 0,71	0
2	39,68 ± 0,45	4,62 ± 0,06	-13,61 ± 0,41	7,06
5	43,58 ± 0,72	4,98 ± 0,20	-14,26 ± 0,22	7,05
9	46,99 ± 0,95	4,20 ± 0,69	-13,76 ± 0,50	7,92

A 16-23. táblázatban láthatóak a tárolási kísérlet során mért színváltozás eredményei 1 és 12 °C-on. Az a* értékei minden alkalommal csökkenő tendenciát mutattak, ugyanúgy, ahogy azt az eltérő pH-jú pufferoldatba merítés után tapasztaltuk. Ez azt jelenti, hogy a húsok pH-ja a savasról egyre inkább a semleges/lúgos pH irányába tendált. A legmagasabb érték 1 °C-on $10,22 \pm 0,09$ volt az „A-G09-PB-E”-es minta nulladik napján. A filmek közül a „A-G09-PB-L”-es minta mutatta a legalacsonyabb értéket a kilencedik napon ($0,50 \pm 0,02$). 12 °C-on alacsonyabb végső érték volt mérhető a „A-G09-PB-L” minta kilencedik napján ($-0,31 \pm 0,05$). Ez azt jelenti, hogy a 12 °C-os minta pH-ja tolódott el leginkább a lúgos irányba. 12 °C-on a nulladik napi mérések értékei is alacsonyabbnak bizonyultak. A legmagasabb értéket itt is az „A-G09-PB-E”-es minta mutatta. A delta E színkülönbség tényező a nulladik naptól való eltéréseket mutatja. Az értékek minden esetben három feletti, ami azt jelenti, hogy a napok közötti eltérés szemmel is jól érzékelhető. Az értékek a napok teltével egyenes arányosságban emelkedtek, ami azt jelenti, hogy a változás egyre nagyobb mértékű és egyre jobban érzékelhető. 1 °C-on a legnagyobb delta E értékek a „A-G12-PB-L”-as film esetén voltak tapasztalhatóak. Az eltérés a kilencedik napon 21,15 volt. A legkisebb eltérés „A-G12-PB-E” esetében volt. Itt a kilencedik napon a delta E 9,81 volt. 12 °C-on a „A-G09-PB-E” film mutatta a legnagyobb mértékű eltérést a kilencedik napon (18,59). A legkisebb eltérés ebben az esetben is mint az 1 °C-os minta esetében az „A-G12-PB-E” film esetében volt. A végső érték itt 7,92

volt. A 24.táblázatban a fejlesztett filmek csirkemellfilén való tárolási próbája során készült képek láthatóak 1- és 12 °C-on., 0; 2; 5; 9; napon. A képeken szabad szemmel is látható a filmek színváltozása, a hogyan a lila felől halad a kékes-zöld felé. A 12 °C-os minta esetében feltűnőbb és nagyobb mértékű a színváltozás. Ennél a mintánál a nagyobb lékiválásból kifolyólag a filmek eredeti alakjukat kevésbé őrizték meg, határvonalaik elmosódtak. Az eltérés mértéke lehetőséget ad mind a fogyasztók, mind a logisztikai láncban résztvevők részére, hogy operatív döntést tudjunk hozni a termék sorsáról. Például egy áruátvétel során ezt a tényezőt is figyelembe tudjuk venni, mikor arról döntünk, hogy egy adott terméket átvegyünk-e vagy visszautasítsuk.

5. Következtetések, javaslatok

A szakdolgozat során végzett vizsgálatok egyértelműen igazolták, hogy a tárolási hőmérséklet és annak fluktuációja jelentős hatással van a friss csirkemellfilé érzékszervi és műszeres tulajdonságaira. A tárolási körülmények optimalizálása kulcsfontosságú a termék minőségének megőrzése, a fogyasztói elégedettség biztosítása, valamint a keletkező élelmiszeripari hulladék csökkentése szempontjából. A színmérési eredményei alapján megállapítható, hogy a hús világossága (L^*) és vörössége (a^*) már a tárolás korai szakaszában változni kezd, különösen magasabb hőmérsékleten. A ΔE színkülönbség értékek alapján a változások szabad szemmel is jól érzékelhetők, ami közvetlenül befolyásolja a fogyasztói megítélést. A 12 °C-on tárolt minták színe gyorsabban változott, míg az 1 °C-on tároltak hosszabb ideig megőrizték eredeti megjelenésüket. A fluktuáló hőmérsékletek közül a 4–7 °C kombináció bizonyult a legstabilabbnak, míg a 7–12 °C közötti ingadozás a legnagyobb színeltérést eredményezte. Az állományvizsgálatok (TPA) során mért keménység, kohézió, rugalmasság és rághatóság értékek szintén romlást mutattak a tárolás előrehaladtával. A magasabb hőmérsékleten tárolt minták esetében a fehérjeszerkezet bomlása és a nedvességvesztés következtében a hús textúrája jelentősen megváltozott. A 7–12 °C közötti fluktuáció különösen instabil állományt eredményezett, ami a vákuumcsomagolás ellenére is érzékelhető volt. A keménység és kohézió értékek csökkenése a hús szerkezeti integritásának gyengülésére utal, míg a rugalmasság és rághatóság változása a fogyasztói élmény romlását jelzi. A legnagyobb színeltérést a 12 °C-on tárolt minták mutatták, különösen a nagyobb pillangóborsó-tartalmú filmek esetében. A színváltozásokat nemcsak műszeresen, hanem szabad szemmel is jól lehetett követni, ami a fogyasztók számára is könnyen értelmezhető visszajelzést biztosít. **Javaslatok** A hűtési lánc szigorú fenntartása: A házhozszállítás során kiemelten fontos a hőmérséklet folyamatos monitorozása. Javasolt a szállító járművek hőmérsékletének dokumentált ellenőrzése, valamint a hűtési lánc megszakításának elkerülése. Optimális tárolási hőmérséklet biztosítása: A vizsgálatok alapján a 4 °C körüli állandó

hőmérséklet biztosítja a legjobb kompromisszumot a frissesség megőrzése és a logisztikai kivitelezhetőség között. A kutatás eredményei egyértelműen rámutatnak arra, hogy a házhozszállítás során a hűtési lánc folyamatosságának biztosítása kulcsfontosságú, mind a mikrobiológiai stabilitás, mind az érzékszervi minőség megőrzése szempontjából. Már néhány fokal hőmérséklet-emelkedés is elegendő ahhoz, hogy a hús minősége, frissessége és eltarthatósága jelentősen romoljon. A szakdolgozat gyakorlati következtetése, hogy a húsipari és logisztikai szereplőknek kiemelt figyelmet kell fordítaniuk a hűtőlánc valós idejű monitorozására, valamint az intelligens csomagolási technológiák, például a pH alapú indikátorok fejlesztésére és alkalmazására. A fogyasztói edukáció, a tárolási hőmérsékletre vonatkozó ismeretek bővítése, valamint a vizuális indikátorok értelmezésének elsajátítása hozzájárulhat az élelmiszerpazarlás csökkentéséhez. A biofilm hosszú távú stabilitásának vizsgálata, valamint más természetes színezőanyagok alkalmazhatóságának tesztelése további kutatási irányként javasolt. Emellett a műszeres és érzékszervi módszerek integrációja is további fejlesztést igényel, különösen a gyors, objektív és fogyasztóbarát minőségellenőrzési rendszerek kialakítása érdekében. Ezek a megoldások hozzájárulhatnak az élelmiszerpazarlás csökkentéséhez, a fogyasztói bizalom erősítéséhez, és a házhoz szállított termékek minőségének fenntartható javításához.

6. Összefoglalás

A szakdolgozat célja a hűtést igénylő állati eredetű élelmiszerek, különösen a friss csirkemellfilé házhozszállítási körülményeinek vizsgálata volt, különös tekintettel a tárolási hőmérséklet és annak ingadozásának hatására. A kutatás középpontjában a fogyasztói érzékelés és a műszeres mérések összevetése állt, valamint egy új, természetes alapú, pH-indikált biofilm fejlesztése, amely képes a hús frissességéről visszajelzést adni. A dolgozat célkitűzései között szerepelt annak feltárása, hogy a különböző tárolási hőmérsékletek és azok fluktuációja milyen mértékben befolyásolják a hús érzékszervi és fizikai tulajdonságait, valamint, hogy a fejlesztett biofilm mennyire alkalmas a romlás előrejelzésére. A szakirodalom alapján, a hús minőségét számos tényező befolyásolja: a genetikai adottságok, a tartás és takarmányozás, a vágáskori stressz, a post mortem folyamatok és a csomagolási technológiák. A csirkehús minősége különösen érzékeny ezekre a változókra. A dolgozatomban megemlítem a PSE (pale, soft, exudative) és DFD (dark, firm, dry) húshibák jelentőségét, amelyek stressz hatására alakulhatnak ki, és mind a színre, mind az állományra hatással vannak. A csomagolásról szóló fejezetben részletesen ismertetem a hagyományos PVC overwrap és a módosított atmoszférájú (MAP) csomagolások előnyeit és korlátait. Utóbbi jelentősen meg tudja hosszabbítani a fogyaszthatósági időt, miközben stabilizálja a színt és csökkenti az oxidációs folyamatokat. A vizsgálatok során hét különböző tárolási hőmérsékletet alkalmaztam. Négy állandó hőmérsékletet (1 °C, 4 °C, 7 °C, 12 °C) és három fluktuáló hőmérsékletpárt (4–7 °C, 4–12 °C, 7–12 °C). A minták vákuumcsomagolásban kerültek tárolásra, és a tárolási idő alatt rendszeres időközönként műszeres (színmérés, állománymérés) és érzékszervi (kategóriaskála, háromszögpróba) vizsgálatok történtek. A színmérések a CIELAB színrendszer alapján történtek, amely három fő színtényezőt vizsgál: világosság (L*), vörös-zöld tengely (a*) és sárga-kék tengely (b*). Az állományvizsgálatokat a TPA (Texture Profile Analysis) módszerrel végeztem, amely a keménység, kohézió, rugalmasság és rághatóság paramétereit határozza meg. A színmérések eredményei alapján megállapítható, hogy a tárolási hőmérséklet jelentős hatással van a hús színére. Az L* értékek növekedése és az a* értékek csökkenése a hús minőségi romlását és oxidációját jelezte. A ΔE színkülönbség értékek alapján már néhány nap után is szabad szemmel érzékelhető változások történtek, különösen a magasabb hőmérsékleten tárolt minták esetében. A 12 °C-on tárolt minták színe gyorsabban változott, míg az 1 °C-on tároltak hosszabb ideig megőrizték eredeti megjelenésüket. A változó hőmérsékletek közül a 4–7 °C-os tárolás bizonyult a legstabilabbnak, míg a 7–12 °C-os kombináció a legnagyobb színeltérést eredményezte. Az állományparaméterek, különösen a

keményység és kohézió, szintén romlást mutattak a tárolás előrehaladtával. A magasabb hőmérsékleten tárolt minták esetében a fehérjeszerkezet bomlása és a nedvességvesztés következtében a hús textúrája jelentősen megváltozott. A 7–12 °C közötti ingadozás különösen instabil állományt eredményezett, ami a vákuumcsomagolás ellenére is érzékelhető volt. A rághatóság és rugalmasság értékek szintén csökkentek, ami a romlását jelezte. A legnagyobb szórásokat a 12 °C-on tárolt minták mutatták, ami a mikrobiológiai aktivitás fokozódására utal. Az érzékszervi vizsgálatok során a bírálók három szempont alapján értékelték a mintákat: megjelenés, illat és összbenyomás. A kategóriaskálás értékelések alapján az 1 °C-on tárolt minták őrizték meg legtovább a frissességüket, míg a 12 °C-on tároltak már a második naptól kezdve romlás jeleit mutatták. A háromszögpróba eredményei azt mutatták, hogy a bírálók illat alapján hamarabb észlelték a romlást, mint megjelenés alapján, ami alátámasztja az illékony komponensek szerepét a frissesség megítélésében. A háromszögpróba kevésbé volt hatékony, ugyanis ennél a vizsgálatnál nagyon sok párhuzamos bírálati eredményre van szükség ahhoz, hogy az eredmény kiértékelhető legyen. A dolgozat egyik leginnovatívabb eleme a pillangóborsó kivonatot tartalmazó Na-alginát alapú biofilm fejlesztése volt, amely pH-érzékeny színváltozással képes jelezni a hús frissességi állapotát. A filmek különböző koncentrációban tartalmaztak pillangóborsóport (0,2% és 1%), a színintenzitás miatt. A színmérések alapján a filmek jól reagáltak a pH-változásokra, a ΔE értékek minden esetben meghaladták a 3-as küszöböt, ami szabad szemmel is jól látható eltérést jelent. A filmek színe a savas pH-tartományban lilás, míg lúgos közegben zöldes árnyalatot vett fel, ami jól korrelált a hús pH-jának változásával. A biofilmeket csirkemellfilére helyezve, valós tárolási körülmények között is teszteltem. A színváltozások összhangban voltak a hús pH-jának változásával, így a filmek alkalmasnak bizonyultak a romlás előrejelzésére. A legnagyobb színeltérést a 12 °C-on tárolt minták mutatták, különösen a nagyobb pillangóborsó-tartalmú filmek esetében. A színváltozásokat nemcsak műszeresen, hanem szabad szemmel is jól lehetett követni, ami a fogyasztók számára is könnyen értelmezhető visszajelzést biztosít. A filmek vastagsága és színtulajdonságai is megfeleltek az elvárásoknak, és a színváltozás intenzitása arányos volt a pillangóborsó koncentrációjával. A szakdolgozat tudományos és gyakorlati szempontból is hozzájárul a hűtést igénylő élelmiszerek minőségének megőrzéséhez, a hűtőlánc hatékonyabb működéséhez, valamint a fogyasztói biztonság fokozásához. Az eddigi eredmények megalapozhatják a további kutatásokat, különösen az érzékszervi és műszeres vizsgálati módszerek összehangolása, illetve az intelligens csomagolási technológiák fejlesztése terén.

6. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani mindazoknak, akik támogattak és segítettek a dolgozat elkészítése során. Elsősorban köszönöm témavezetőimnek, Vargáné dr. Tóth Adriennek és Boros Anikónak, akik szakmai iránymutatásukkal, türelmükkel végigkísérték munkámat. Tanácsaikkal és visszajelzéseikkel nagyban hozzájárultak ahhoz, hogy a dolgozat elnyerje végleges formáját. Köszönöm barátaimnak és évfolyamtársaimnak a közös az aktív részvételt az érzékszervi bírálatokban, a támogatást és a biztatást a teljes munkafolyamat alatt. Végül, de nem utolsósorban köszönöm mindazoknak, akik közvetve vagy közvetlenül hozzájárultak ahhoz, hogy ez a dolgozat elkészülhessen. Hálás vagyok családomnak, különösen a szüleimnek, testvéreimnek, barátomnak, akik szeretetükkel, türelmükkel és biztatásukkal minden nehéz pillanatban mellettem álltak, és lelki támaszt nyújtottak. Szeretném megköszönni az egyetemnek, különösképpen a Tehetséggondozásért felelős osztálynak, hogy lehetőséget biztosítottak ennek a kutatásnak a létrejöttére, ebben nagy szerepe volt az elnyert ösztöndíjnak is.

7. Irodalomjegyzék/Felhasznált irodalmak

- Ahn, D.U., Jo, C., Olson, D.G., n.d. Analysis of Volatile Components and Sensory Characteristics of Irradiated Raw Pork.
- AL-Dughaym, A.M., Altabari, G.F., 2010. Safety and quality of some chicken meat products in Al-Ahsa markets-Saudi Arabia. *Saudi J. Biol. Sci.* 17, 37–42.
<https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2009.12.006>
- Argyri, A.A., Papadopoulou, O.S., Nisiotou, A., Tassou, C.C., Chorianopoulos, N., 2018. Effect of high pressure processing on the survival of Salmonella Enteritidis and shelf-life of chicken fillets. *Food Microbiol.* 70, 55–64.
<https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.08.019>
- Bizottság M.É., Szakbizottsága H., n.d. Húskészítmények hústartalmának mennyiségi jelölése és a hústartalom mennyiségének meghatározása 2010. december.
- Chen, Q., Hui, Z., Zhao, J., Ouyang, Q., 2014. Evaluation of chicken freshness using a low-cost colorimetric sensor array with AdaBoost-OLDA classification algorithm. *LWT - Food Sci. Technol.* 57, 502–507. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.02.031>
- Choi, C.-H., Lee, D.-H., Kim, Y.-J., Kim, B.-S., Kim, J.-H., 2017. Prediction of beef freshness attributes using reflectance spectroscopy. *Eng. Agric. Environ. Food* 10, 243–248. <https://doi.org/10.1016/j.eaef.2017.09.001>
- Choi, J., Gwak, M., Chung, S., Kim, K., O'Mahony, M., Ishii, R., Bae, Y., 2015. Identifying the drivers of liking by investigating the reasons for (dis)liking using CATA in cross-cultural context: a case study on barbecue sauce. *J. Sci. Food Agric.* 95, 1613–1625.
<https://doi.org/10.1002/jsfa.6860>
- Conte, F., Cincotta, F., Condurso, C., Verzera, A., Panebianco, A., 2021. Odor Emissions from Raw Meat of Freshly Slaughtered Cattle during Inspection. *Foods* 10, 2411.
<https://doi.org/10.3390/foods10102411>
- Dehlholm, C., Brockhoff, P.B., Meinert, L., Aaslyng, M.D., Bredie, W.L.P., 2012. Rapid descriptive sensory methods – Comparison of Free Multiple Sorting, Partial Napping, Napping, Flash Profiling and conventional profiling. *Food Qual. Prefer.* 26, 267–277.
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.02.012>
- elemiszeripari-kezikonyv_erzekszervi vizsgalat online, n.d.
- Eom, K.-H., Hyun, K.-H., Lin, S., Kim, J.-W., 2014. The Meat Freshness Monitoring System Using the Smart RFID Tag. *Int. J. Distrib. Sens. Netw.* 10, 591812.
<https://doi.org/10.1155/2014/591812>
- Fellendorf, S., O'Sullivan, M.G., Kerry, J.P., 2015. Impact of varying salt and fat levels on the physicochemical properties and sensory quality of white pudding. *Meat Sci.* 103, 75–82. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.12.010>
- Feng, Y., Cai, Y., Fu, X., Zheng, L., Xiao, Z., Zhao, M., 2018. Comparison of aroma-active compounds in broiler broth and native chicken broth by aroma extract dilution analysis (AEDA), odor activity value (OAV) and omission experiment. *Food Chem.* 265, 274–280. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.05.043>
- Gagaoua, M., Suman, S.P., Purslow, P.P., Lebet, B., 2023. The color of fresh pork: Consumers expectations, underlying farm-to-fork factors, myoglobin chemistry and contribution of proteomics to decipher the biochemical mechanisms. *Meat Sci.* 206, 109340.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109340>
- Ghaani, M., Cozzolino, C.A., Castelli, G., Farris, S., 2016. An overview of the intelligent packaging technologies in the food sector. *Trends Food Sci. Technol.* 51, 1–11.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.02.008>
- Gulyás P., Bálint M., Kókai Z., 2022. Húsromlás nyomon követésének fogyasztói érzékszervi lehetőségei. *Hús* 29–33. <https://doi.org/10.56616/meat.3415>

- Hussein, K.N., Meena, B.I., Ahmed, H.M., Csurka, T., Varga-Tóth, A., Hidas, K., Gábor, J., Friedrich, L., Dalmadi, I., Németh, C., 2023. Combined effect of carvacrol and high hydrostatic pressure on quality attributes of chicken meat during refrigerated conditions. *Emir. J. Food Agric.* <https://doi.org/10.9755/ejfa.2023.3133>
- Ishii, R., O'Mahony, M., Rousseau, B., 2014. Triangle and tetrad protocols: Small sensory differences, resampling and consumer relevance. *Food Qual. Prefer.* 31, 49–55. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2013.07.007>
- László S., Ákos N., Dániel S., Ágnes U., Vince N.B., n.d. Érzékszervi bírálók látásvizsgálati tesztjei - áttekintés. *Élelmiszervizsgálati Közlemények.*
- Lee, S.-K., Chon, J.-W., Yun, Y.-K., Lee, J.-C., Jo, C., Song, K.-Y., Kim, D.-H., Bae, D., Kim, H., Moon, J.-S., Seo, K.-H., 2022. Properties of broiler breast meat with pale color and a new approach for evaluating meat freshness in poultry processing plants. *Poult. Sci.* 101, 101627. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101627>
- Lorido, L., Hort, J., Estévez, M., Ventanas, S., 2016. Reporting the sensory properties of dry-cured ham using a new language: Time intensity (TI) and temporal dominance of sensations (TDS). *Meat Sci.* 121, 166–174. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.06.009>
- Máté L., Márk L., Ágnes U., Márk D., László D.S., Vince D.N.B., Ákos N., n.d. Élelmiszeripari színminták spektrális tulajdonságainak időfüggés vizsgálata.
- Munekata, P.E.S., Finardi, S., De Souza, C.K., Meinert, C., Pateiro, M., Hoffmann, T.G., Domínguez, R., Bertoli, S.L., Kumar, M., Lorenzo, J.M., 2023. Applications of Electronic Nose, Electronic Eye and Electronic Tongue in Quality, Safety and Shelf Life of Meat and Meat Products: A Review. *Sensors* 23, 672. <https://doi.org/10.3390/s23020672>
- Nastasijević, I., Lakićević, B., Petrović, Z., 2017. Cold chain management in meat storage, distribution and retail: A review. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 85, 012022. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/85/1/012022>
- Oscar, T.P., 2011. Development and Validation of a Predictive Microbiology Model for Survival and Growth of Salmonella on Chicken Stored at 4 to 12°C. *J. Food Prot.* 74, 279–284. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-10-314>
- Perez De Vargas-Sansalvador, I.M., Erenas, M.M., Martínez-Olmos, A., Mirza-Montoro, F., Diamond, D., Capitan-Vallvey, L.F., 2020. Smartphone based meat freshness detection. *Talanta* 216, 120985. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.120985>
- Ruiz-Capillas, C., Herrero, A.M., Pintado, T., Delgado-Pando, G., 2021. Sensory Analysis and Consumer Research in New Meat Products Development. *Foods* 10, 429. <https://doi.org/10.3390/foods10020429>
- Ruiz-Capillas, C., Triki, M., Herrero, A.M., Rodriguez-Salas, L., Jiménez-Colmenero, F., 2012. Konjac gel as pork backfat replacer in dry fermented sausages: Processing and quality characteristics. *Meat Sci.* 92, 144–150. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.028>
- Sepulveda, C.A., Garmyn, A.J., Milopoulos, J., Bendele, C., Miller, M.F., 2017. Consumer Triangle Sensory Test with 3 Beef Fajitas. *Meat Muscle Biol.* 1, 19–19. <https://doi.org/10.22175/rmc2017.018>
- Tougan, P.U., Dahouda, M., Salifou, C.F.A., Ahounou, S.G.A., Kpodekon, M.T., Mensah, G.A., Thewis, A., Karim, I.Y.A., n.d. Conversion of chicken muscle to meat and factors affecting chicken meat quality: a review.
- Wijaya, D.R., Sarno, R., Zulaika, E., Sabila, S.I., 2017. Development of mobile electronic nose for beef quality monitoring. *Procedia Comput. Sci.* 124, 728–735. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.12.211>

8. Ábrák és táblázatok jegyzéke

1. ábra Színmérés három ponton vákuumozott negyed csirkemellfilék esetében (forrás: saját kép)	53
2. ábra Kísérlet során használt sous vide vákuumtasak (forrás: saját kép).....	53
3. ábra Kísérlet során használt csirkemellfilé (forrás: saját kép).....	53
4. ábra Minolta CR-400 Chroma Meter (forrás: saját kép)	53
5. ábra Bírálandó minták (kategória-skála) (forrás: saját kép)	54
6. ábra Állománymérő készülék (forrás: saját kép).....	54
7. ábra Testo 206-pH1 (forrás: saját kép).....	55
8. ábra Pillangóborsó kivonat por (Yes Superfood) (forrás: saját kép)	55
9. ábra bírálandó minták (forrás: saját kép).....	55
10. ábra Háromszögpóba kódolása (forrás: saját munka).....	56
11. ábra Beállított pH-jú oldatok 1%-os pillangóborsó kivonattal (Forrás: saját kép).....	56
12. ábra L* (világossági tényező) átlagértéke és szórása változó hőmérsékleten tárolt minták esetén (forrás: saját munka).....	57
13. ábra L* (világossági tényező) átlagértéke és szórása az állandó hőmérsékleten tárolt minták esetén (forrás: saját munka).....	57
15. ábra a* (vörös-zöld szintényező) átlagértéke és szórása változó hőmérsékleten tárolt minták esetén (forrás: saját munka).....	58
14. ábra a* (vörös-zöld szintényező) átlagértéke és szórása állandó hőmérsékleten tárolt minták esetén (forrás: saját munka).....	58
16. ábra b* (sárga-kék szintényező) átlagértéke és szórása során állandó hőmérsékleten tárolt minták esetén (forrás: saját munka).....	59
17. ábra b* (sárga-kék szintényező) átlagértéke és változó hőmérsékleten tárolt minták esetén (forrás: saját munka)	59
18. ábra Színkülönbség átlagértékei állandó tárolási hőmérsékleteken (forrás: saját munka)	60
19. ábra Színkülönbség átlagértékei változó tárolási hőmérsékleteken (forrás: saját munka)	60
20. ábra Kategóriaskála eredményei megjelenés alapján (forrás: saját munka).....	61
21. ábra Kategóriaskála eredményei illat alapján (forrás: saját munka).....	61
22. ábra Kategóriaskála eredményei összbenyomás alapján (forrás: saját munka).....	62
23. ábra Kategória-skála bírálati lap (Forrás: saját munka).....	65
24. ábra Háromszög próba bírálati lap (Forrás: saját munka)	66
1. egyenlet színkülönbség kiszámítása	22
2. táblázat Csirke hús szagát jellemző vegyületek és hozzá tartozó illat (forrás: Feng et al., 2018).....	6
3. táblázat Különböző érzékszervi módszerek összehasonlítása (forrás: saját munka a megjelölt szakirodalmak alapján).....	12
4. táblázat Állománymérés keménység átlag és szórás értékei az adott napokon az egyes mintáknál (forrás: saját munka).....	30
5. táblázat Állománymérés kohézió átlag és szórás értékei az adott napokon az egyes mintáknál (forrás: saját munka).....	32
6. táblázat Állománymérés rugalmasság átlag és szórás értékei az adott napokon az egyes mintáknál (forrás: saját munka).....	33
7. táblázat Állománymérés rághatóság átlag és szórás értékei az adott napokon az egyes mintáknál (forrás: saját munka).....	34
9. táblázat Kész filmek szín és vastagság értékei K: Kontroll minta, csak búzakeményítő; K-PB-L; Keményítő + pillangóborsó (lágy koncentráció, 0,2%); K-PB-E; Keményítő + pillangóborsó (erős koncentráció, 1%). A-G09-PB-L: Alginát + 0,9 g glicerín + pillangóborsó (lágy koncentráció, 0,2%);	

A-G09-PB-E; Alginát + 0,9 g glicerin + pillangóborsó (erős koncentráció, 1%); A-G12-PB-L; Alginát + 1,2 g glicerin + pillangóborsó (lágy koncentráció, 0,2%); A-G12-PB-E; Alginát + 1,2 g glicerin + pillangóborsó (erős koncentráció, 1%) (forrás: saját munka).....	39
10. táblázat „K-PB-E” (Keményítő + pillangóborsó (erős koncentráció, 1%). színmérése különböző pH-jú pufferoldatokba áztatva (forrás: saját munka).....	39
11. táblázat „A-G09-PB-L” (Alginát + 0,9 g glicerin + pillangóborsó (lágy koncentráció, 0,2 %))színmérése különböző pH-jú pufferoldatokba áztatva (forrás: saját munka)	39
12. táblázat „A-G09-PB-E” (Alginát + 0,9 g glicerin + pillangóborsó (erős koncentráció, 1%)) színmérése különböző pH-jú pufferoldatokba áztatva (forrás: saját munka)	39
13. táblázat „A-G12-PB-L” (Alginát + 1,2 g glicerin + pillangóborsó (lágy koncentráció, 0,2%)) színmérése különböző pH-jú pufferoldatokba áztatva (forrás: saját munka)	40
14. táblázat „A-G12-PB-E” (Alginát + 1,2 g glicerin + pillangóborsó (erős koncentráció, 1%)) színmérése különböző pH-jú pufferoldatokba áztatva (forrás: saját munka)	40
15. táblázat Egyes filmekről készült képek különböző pH-jú pufferoldatokba áztatva (K-PB-E(Keményítő + pillangóborsó (erős koncentráció, 1%)); A-G09-PB-E (Alginát + 0,9 g glicerin + pillangóborsó (erős koncentráció, 1%)) (forrás: saját munka)	40
16. táblázat "A-G09-PB-L" (Alginát + 0,9 g glicerin + pillangóborsó (lágy koncentráció, 0,2 %)) pH változása 1°C-on tárolt csirkemellfilén (forrás: saját munka)	41
17. táblázat "A-G09-PB-E" (Alginát + 0,9 g glicerin + pillangóborsó (erős koncentráció, 1%)) pH változása 1°C-on tárolt csirkemellfilén (forrás: saját munka)	42
18. táblázat "A-G12-PB-L" pH változása 1°C-on tárolt csirkemellfilén (Alginát + 1,2 g glicerin + pillangóborsó (lágy koncentráció, 0,2%)) (forrás: saját munka)	42
19. táblázat "A-G12-PB-E" (Alginát + 1,2 g glicerin + pillangóborsó (erős koncentráció, 1%)) pH változása 1°C-on tárolt csirkemellfilén (forrás: saját munka)	42
20. táblázat "A-G09-PB-L" (Alginát + 0,9 g glicerin + pillangóborsó (lágy koncentráció, 0,2 %)) pH változása 12°C-on tárolt csirkemellfilén (forrás: saját munka)	42
21. táblázat "A-G09-PB-E" (Alginát + 0,9 g glicerin + pillangóborsó (erős koncentráció, 1%)) pH változása 12°C-on tárolt csirkemellfilén (forrás: saját munka)	42
22. táblázat "A-G12-PB-L" (Alginát + 1,2 g glicerin + pillangóborsó (lágy koncentráció, 0,2%)) pH változása 12°C-on tárolt (forrás: saját munka).....	43
23. táblázat "A-G12-PB-E" (Alginát + 1,2 g glicerin + pillangóborsó (erős koncentráció, 1%)) pH változása 12°C-on tárolt (forrás: saját munka).....	43
24. táblázat Fejlesztett filmek tárolási próbája 1;12 °C-on tárolt csirkemellfilén	62
8. táblázat Háromszögpróba eredményei külső megjelenés és illat alapján (forrás: saját munka).....	63

9. Mellékletek

3. ábra Kísérlet során használt csirkemellfilé (forrás: saját kép)



2. ábra Kísérlet során használt sous vide vákuumtasak (forrás: saját kép)



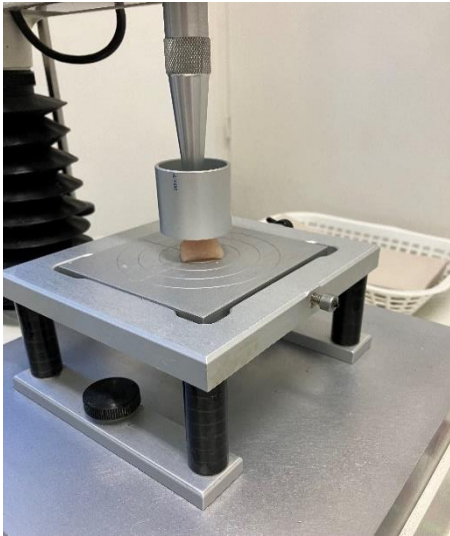
1. ábra Színmérés három ponton vákuumozott negyed csirkemellfilék esetében (forrás: saját kép)



4. ábra Minolta CR-400 Chroma Meter (forrás: saját kép)



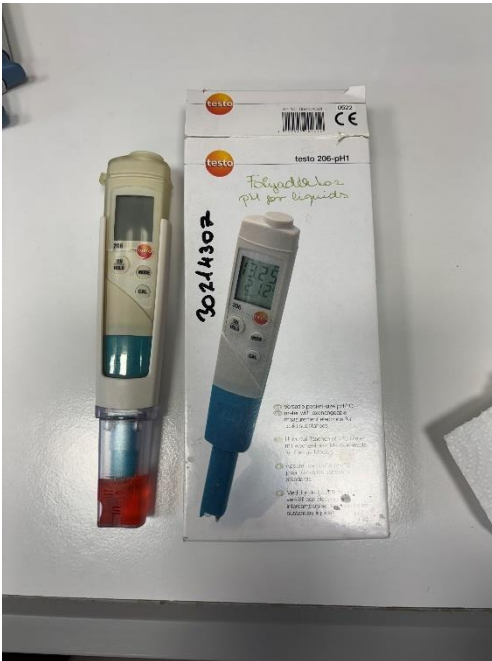
6. ábra Állománymérő készülék
(forrás: saját kép)



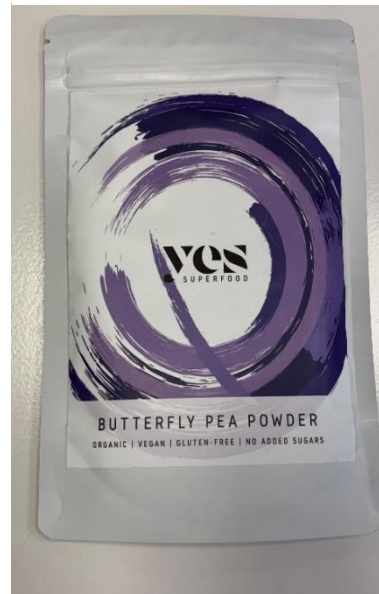
5. ábra Bírálандó minták (kategória-skála) (forrás: saját kép)



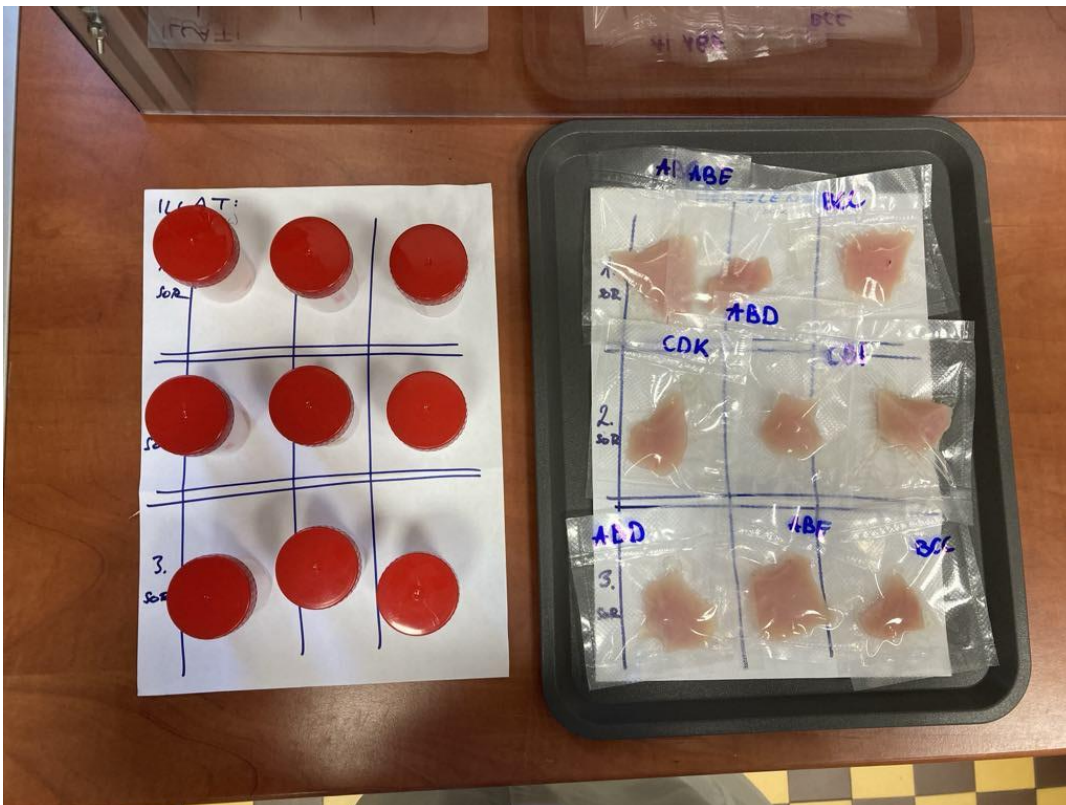
7. ábra Testo 206-pH1 (forrás: saját kép)



8. ábra Pillangóborsó kivonat por (Yes Superfood) (forrás: saját kép)



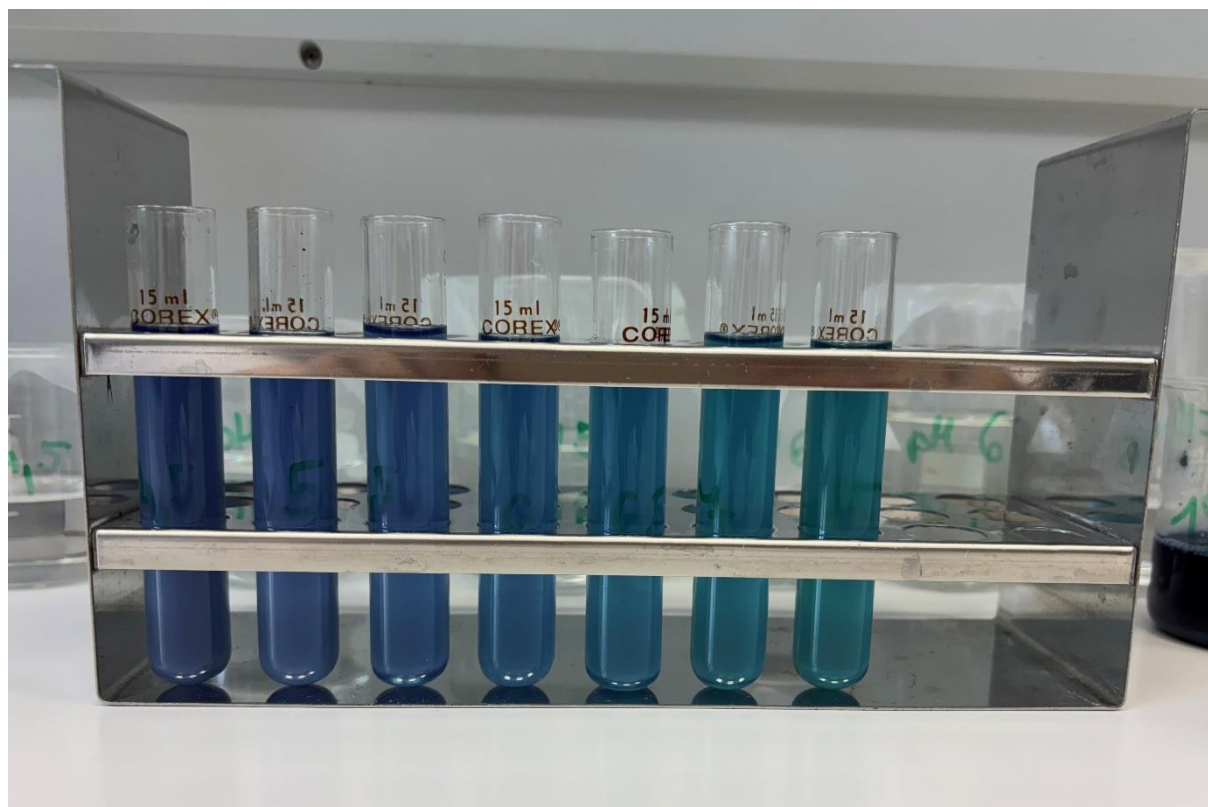
9. ábra bírálandó minták (forrás: saját kép)



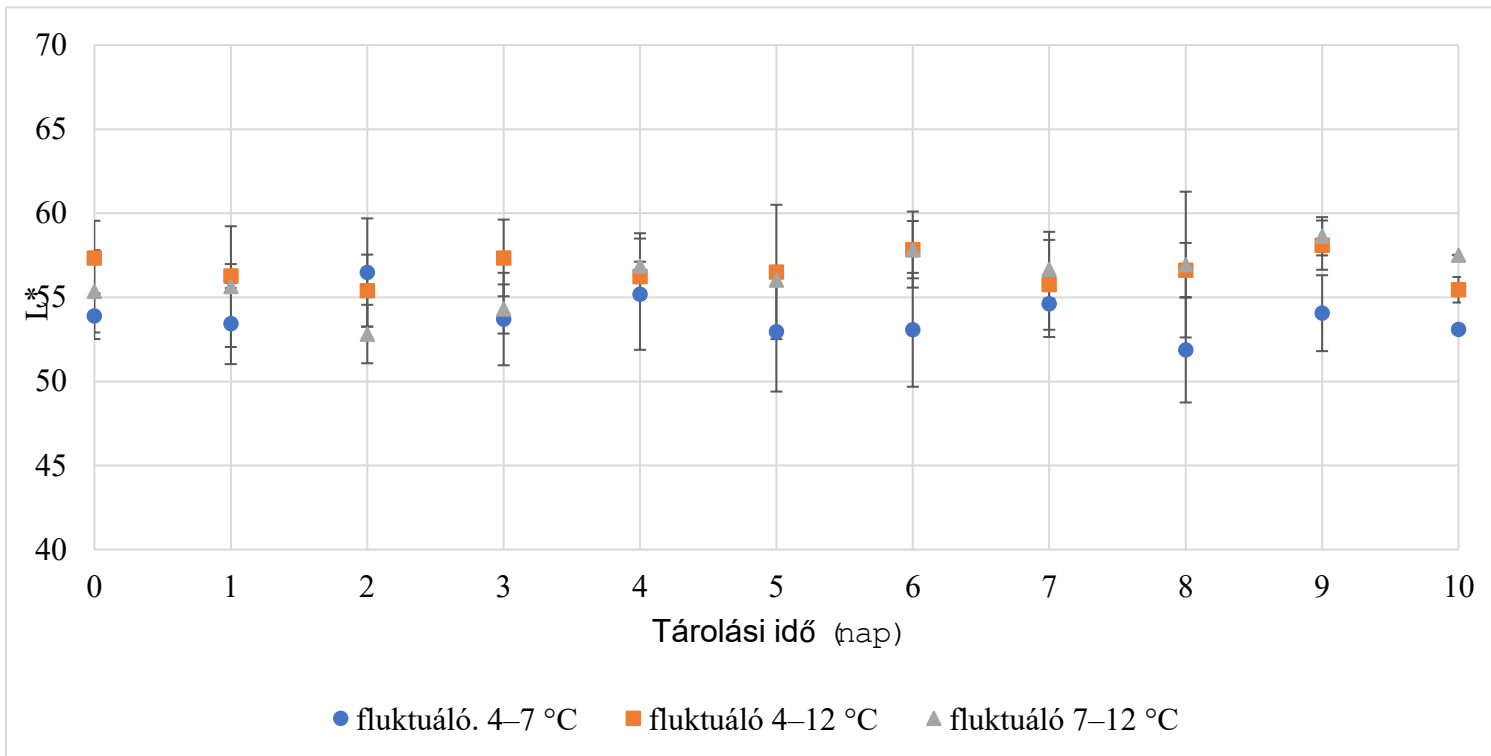
10. ábra Háromszögpóba kódolása (forrás: saját munka)

Mintasor	3 db minta			°C	Kódok		
1	4	4 v 12	4 v 12	1	ABA	BCG	CDH
2	1	1	4	4	ABB	BCF	CDJ
3	4 v 7	4 v 7	12	7	ABC	BCE	CDK
4	7	4 v 12	4 v 12	12	ABD	BCO	CDI
5	12	7 v 12	7 v 12	4 v 7	ABE	BCC	CDL
6	12	4 v 12	4 v 12	4 v 12	ABF	BCB	CDM
7	1	1	12	7 v 12	ABG	BCA	CDN
8	4	4	7				
9	7	7 v 12	7 v 12				
10	7	4 v 7	4 v 7				
11	7 v 12	7 v 12	4				
12	4	4 v 7	4 v 7				
13	12	12	7				
14	1	1	7				

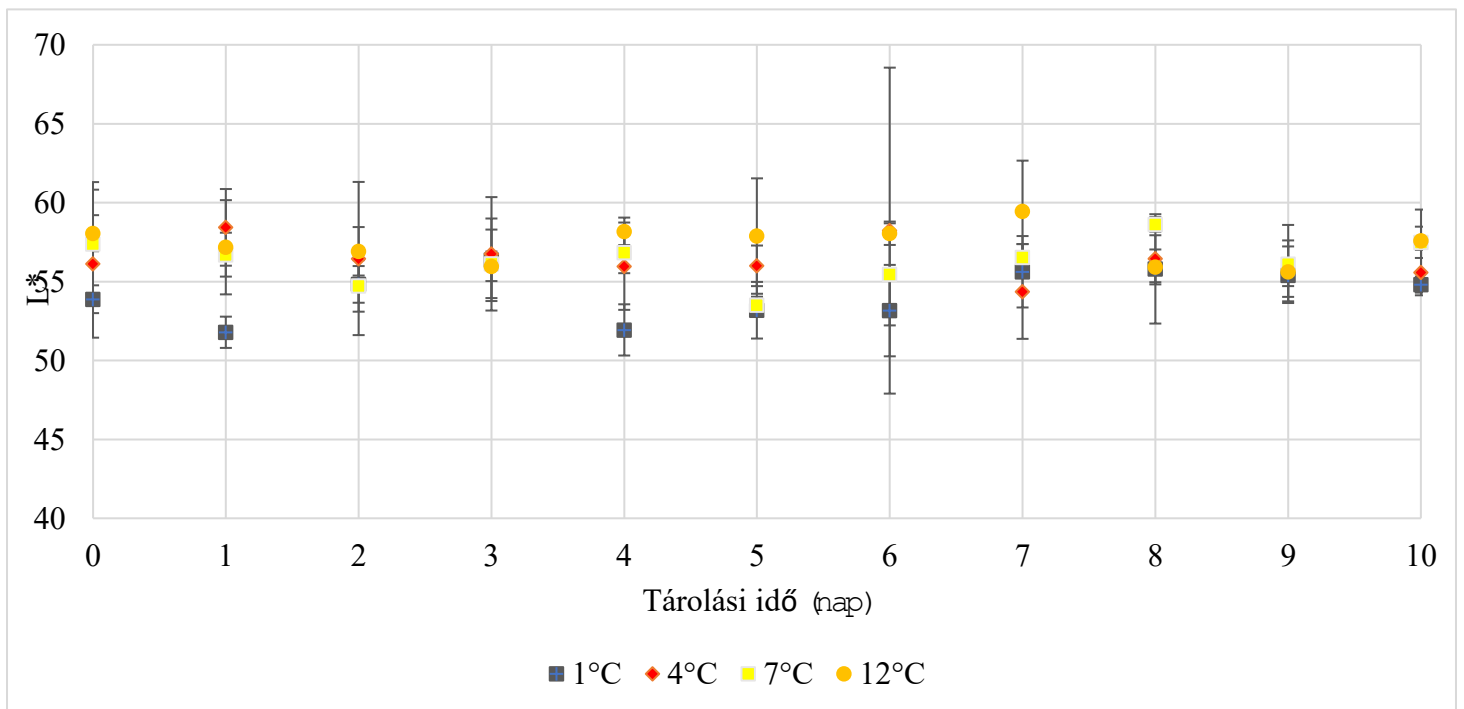
11. ábra Beállított pH-jú oldatok 1%-os pillangóborsó kivonattal (Forrás: saját kép)



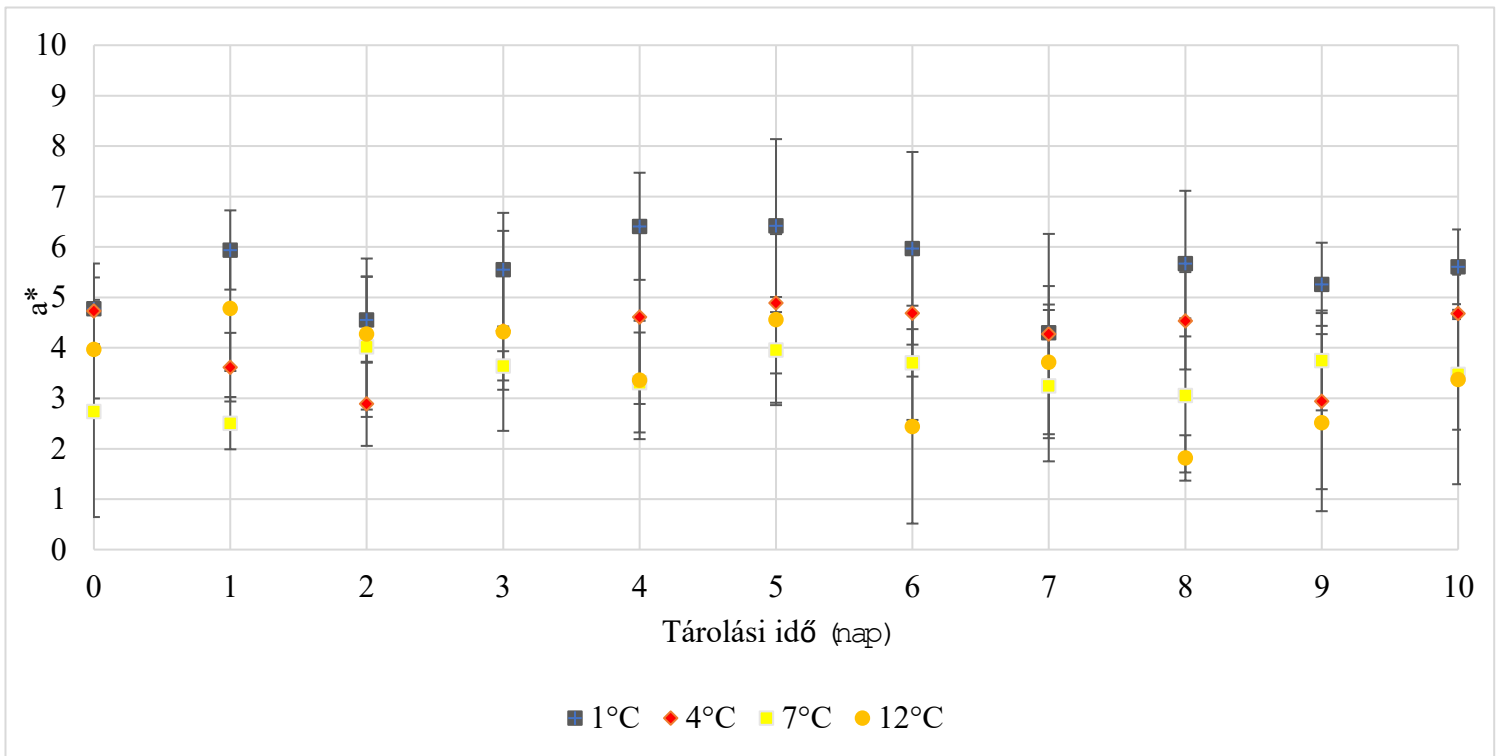
12. ábra L* (világossági tényező) átlagértéke és szórása változó hőmérsékleten tárolt minták esetén
(forrás: saját munka)



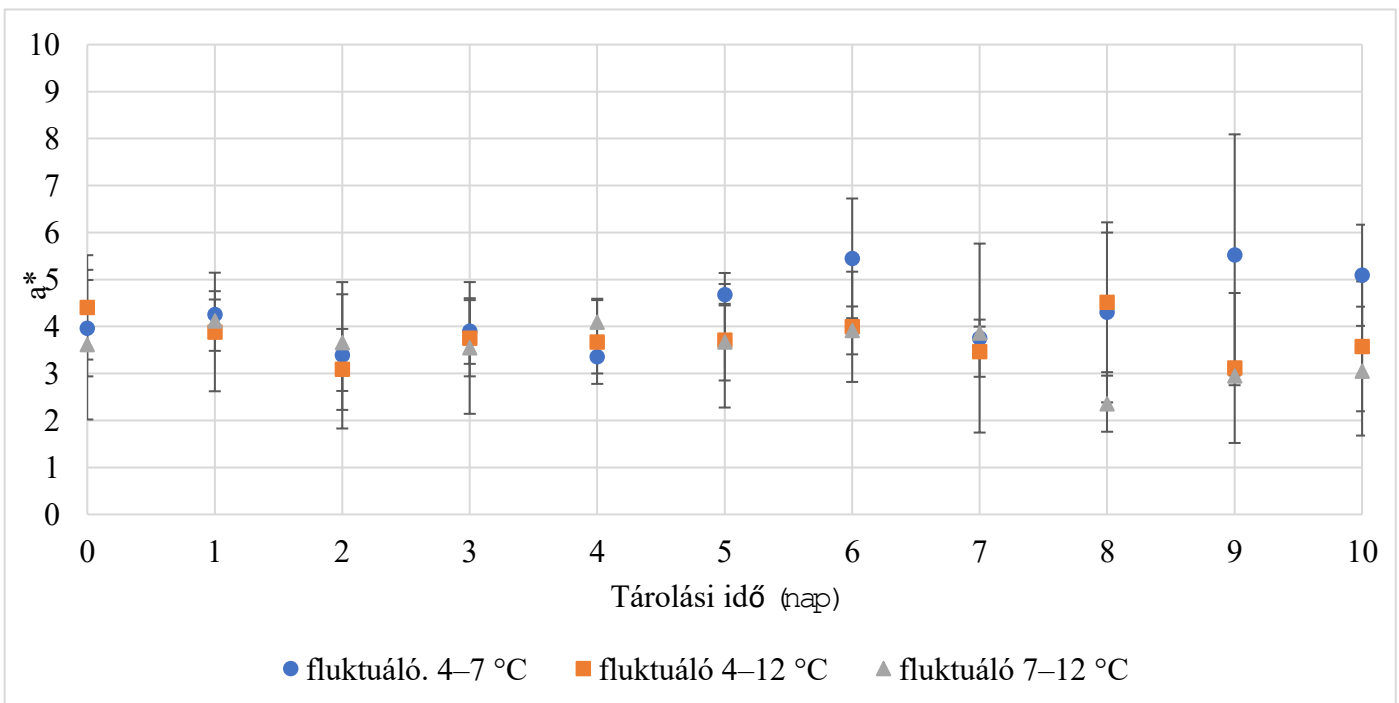
13. ábra L* (világossági tényező) átlagértéke és szórása az állandó hőmérsékleten tárolt minták esetén
(forrás: saját munka)



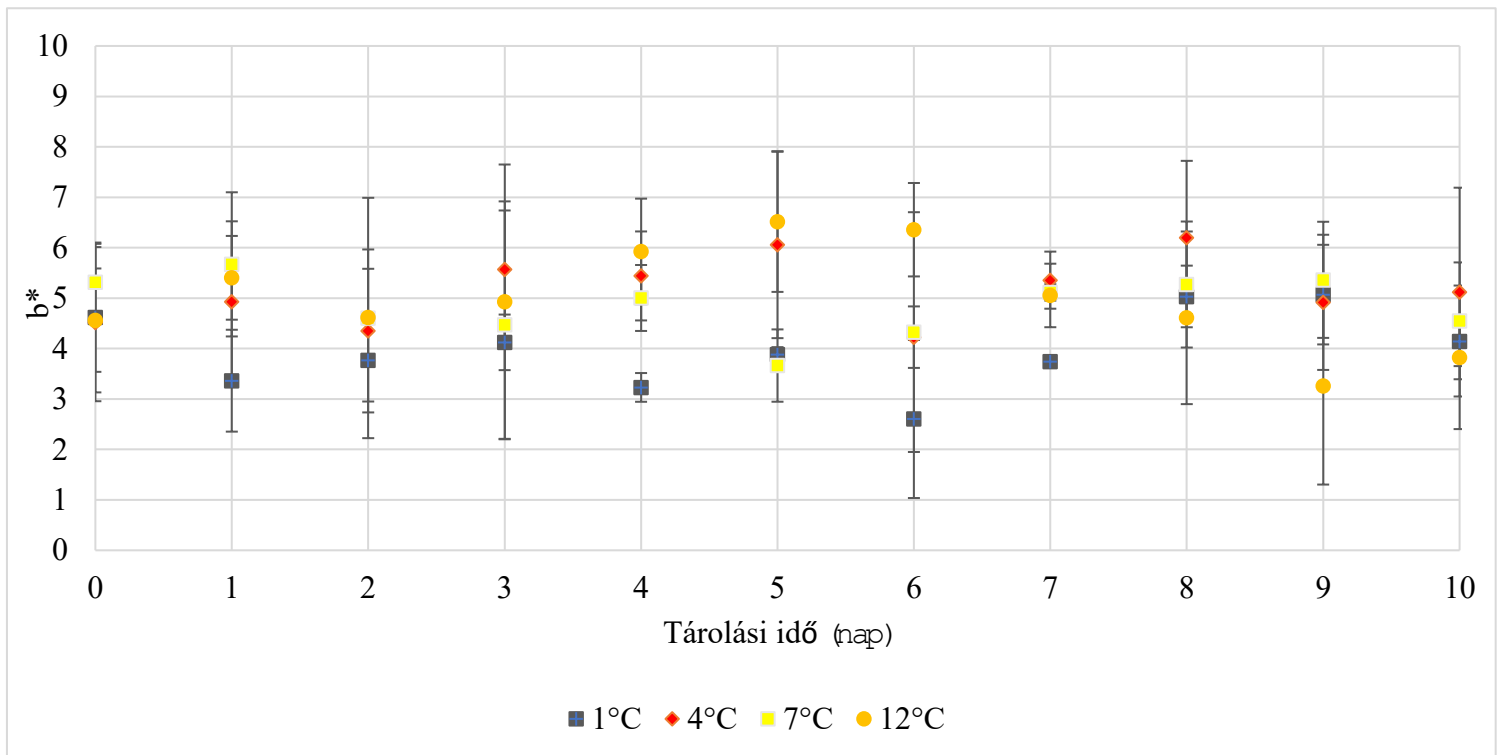
15. ábra a* (vörös-zöld szintényező) átlagértéke és szórása állandó hőmérsékleten tárolt minták esetén (forrás: saját munka)



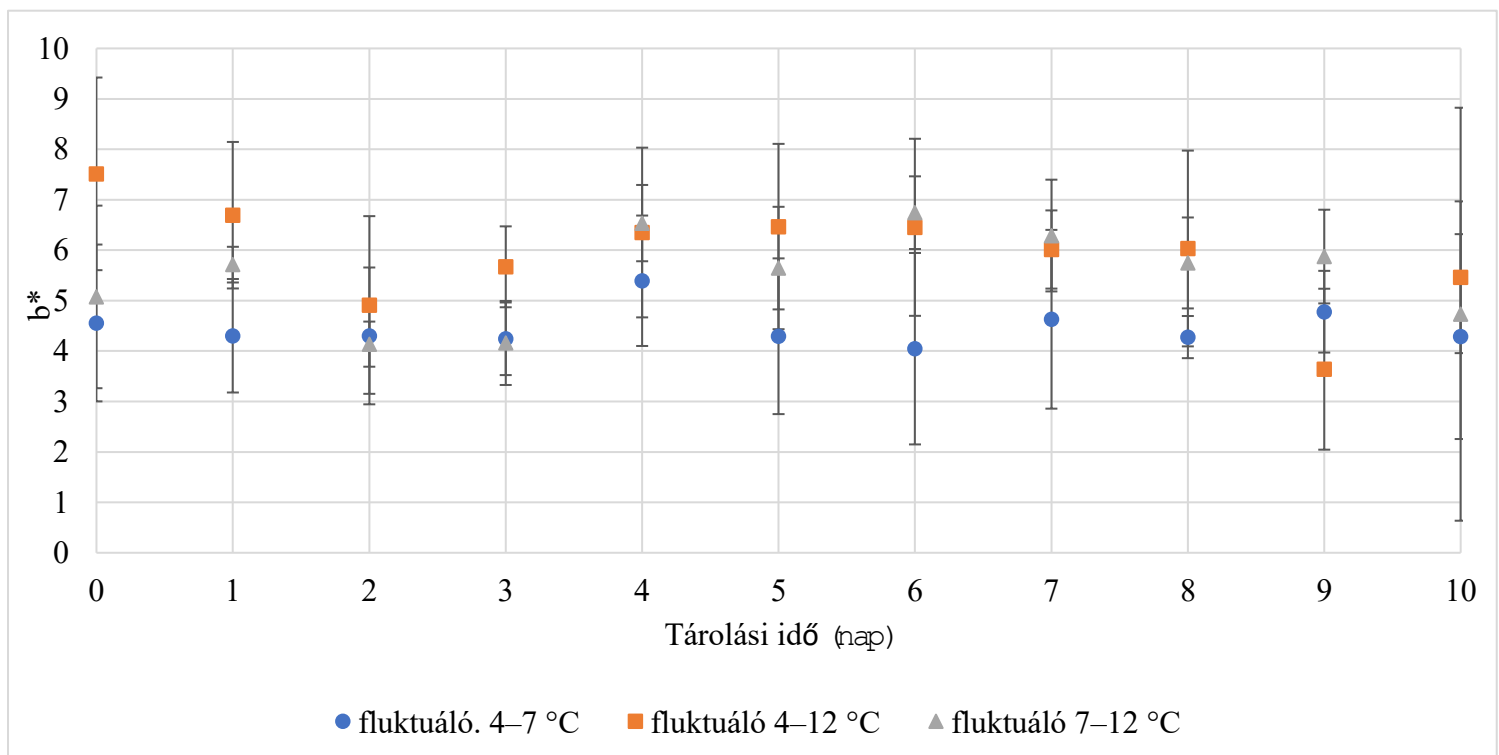
14. ábra a* (vörös-zöld szintényező) átlagértéke és szórása változó hőmérsékleten tárolt minták esetén (forrás: saját munka)



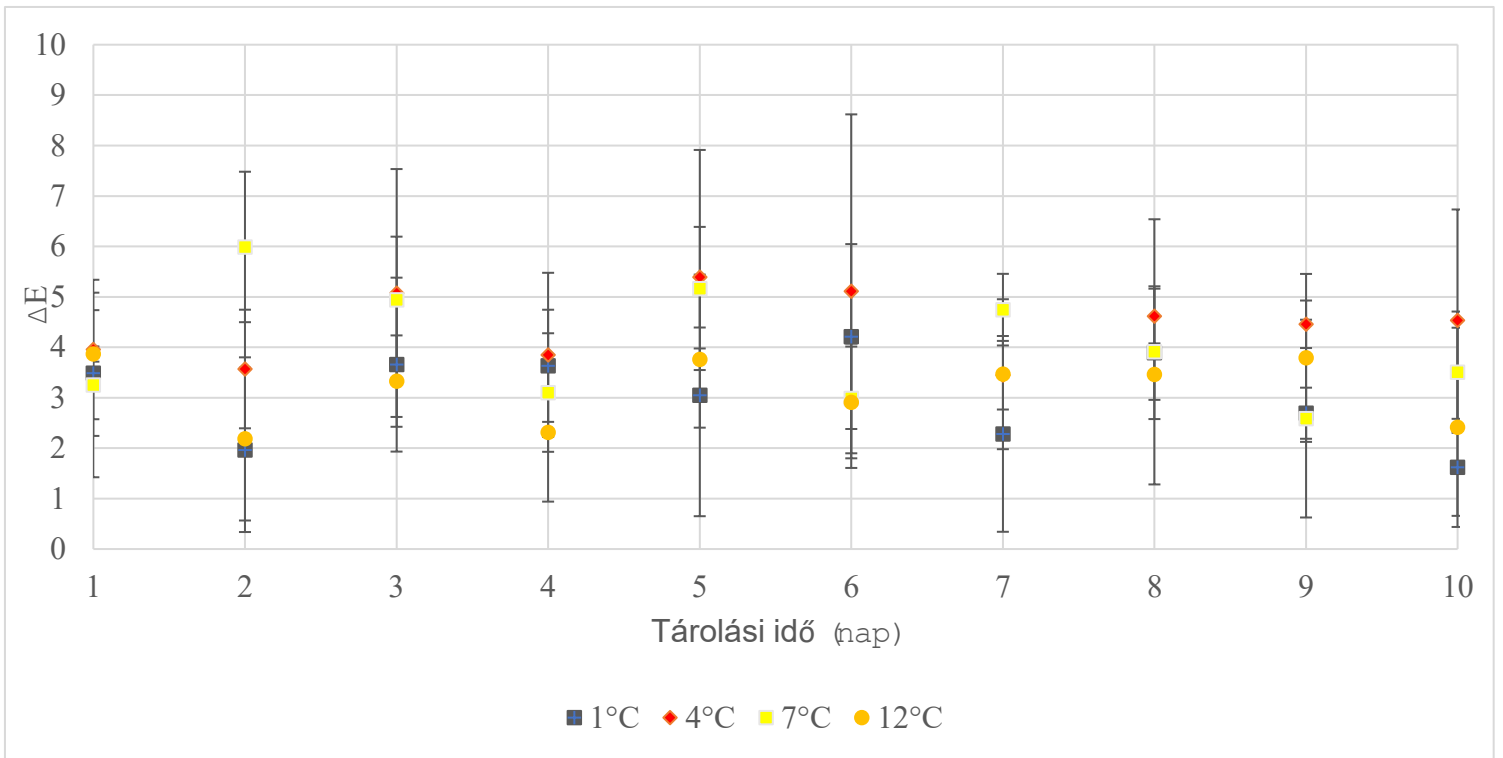
16. ábra b^* (sárga-kék színtényező) átlagértéke és szórása során állandó hőmérsékleten tárolt minták esetén (forrás: saját munka)



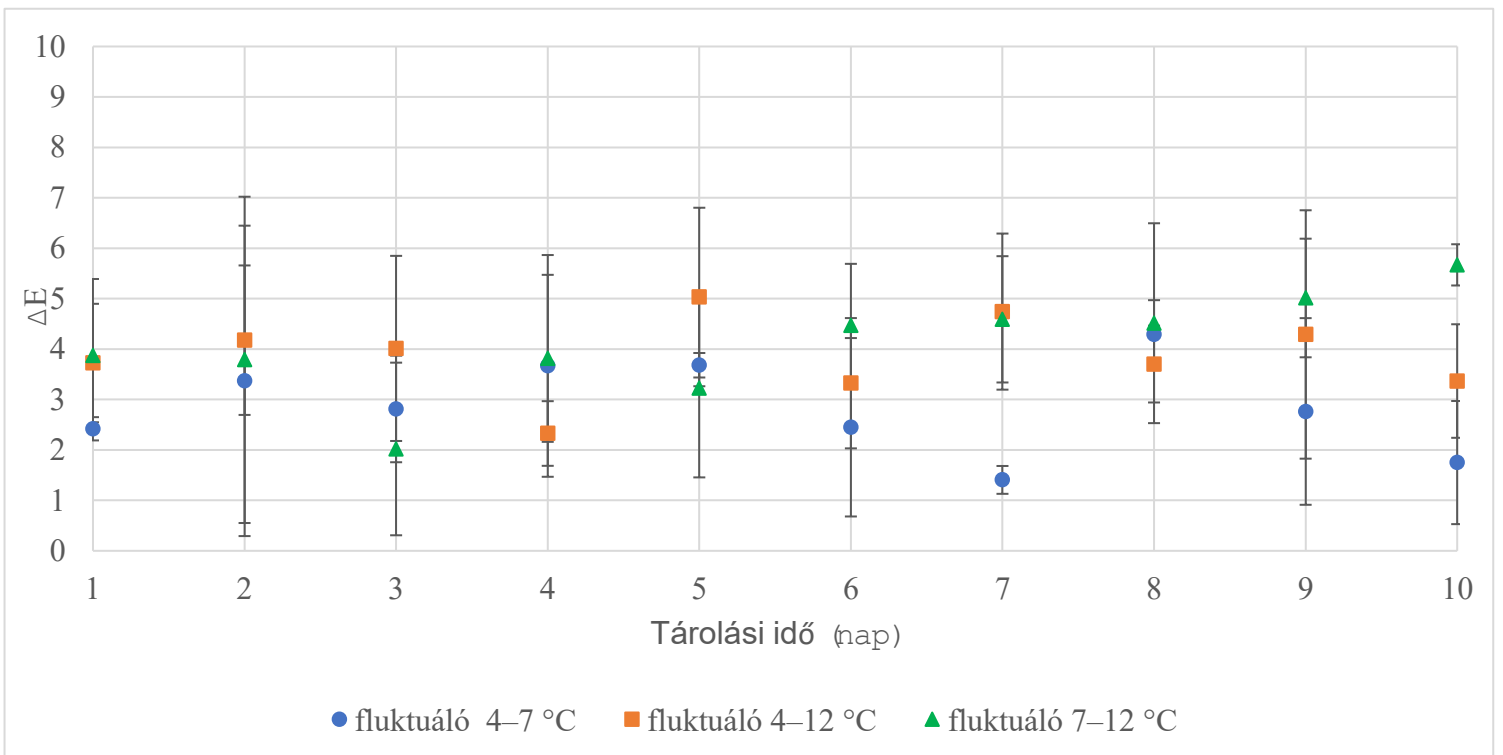
17. ábra b^* (sárga-kék színtényező) átlagértéke és változó hőmérsékleten tárolt minták esetén (forrás: saját munka)



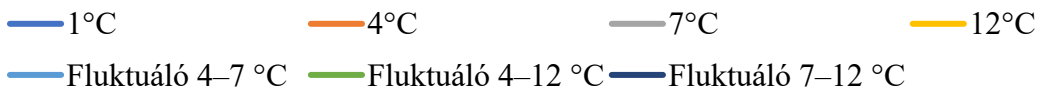
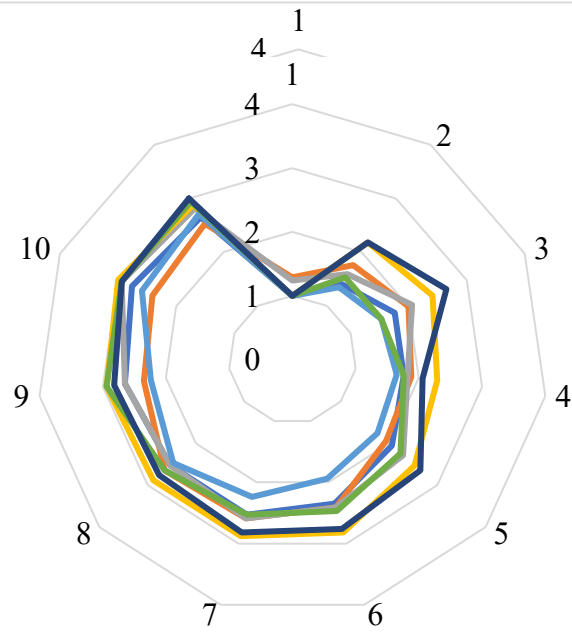
18. ábra Szinkülönbség átlagértékei állandó tárolási hőmérsékleteken (forrás: saját munka)



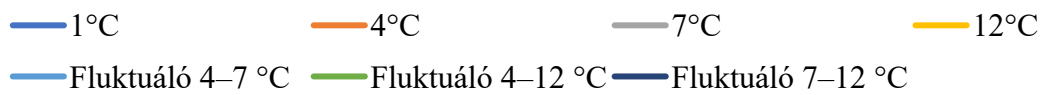
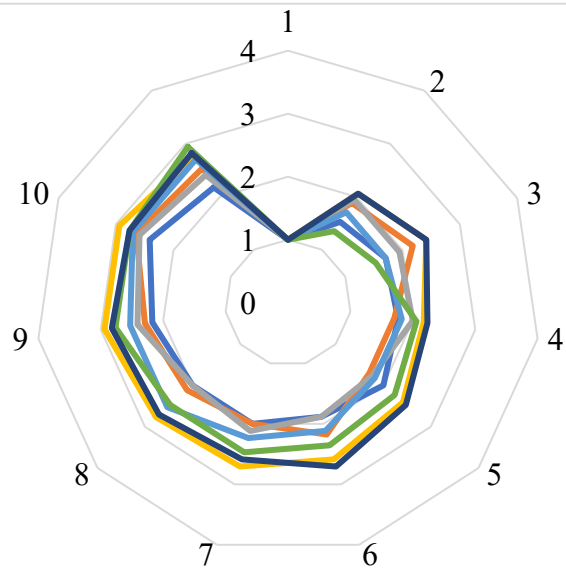
19. ábra Szinkülönbség átlagértékei változó tárolási hőmérsékleteken (forrás: saját munka)



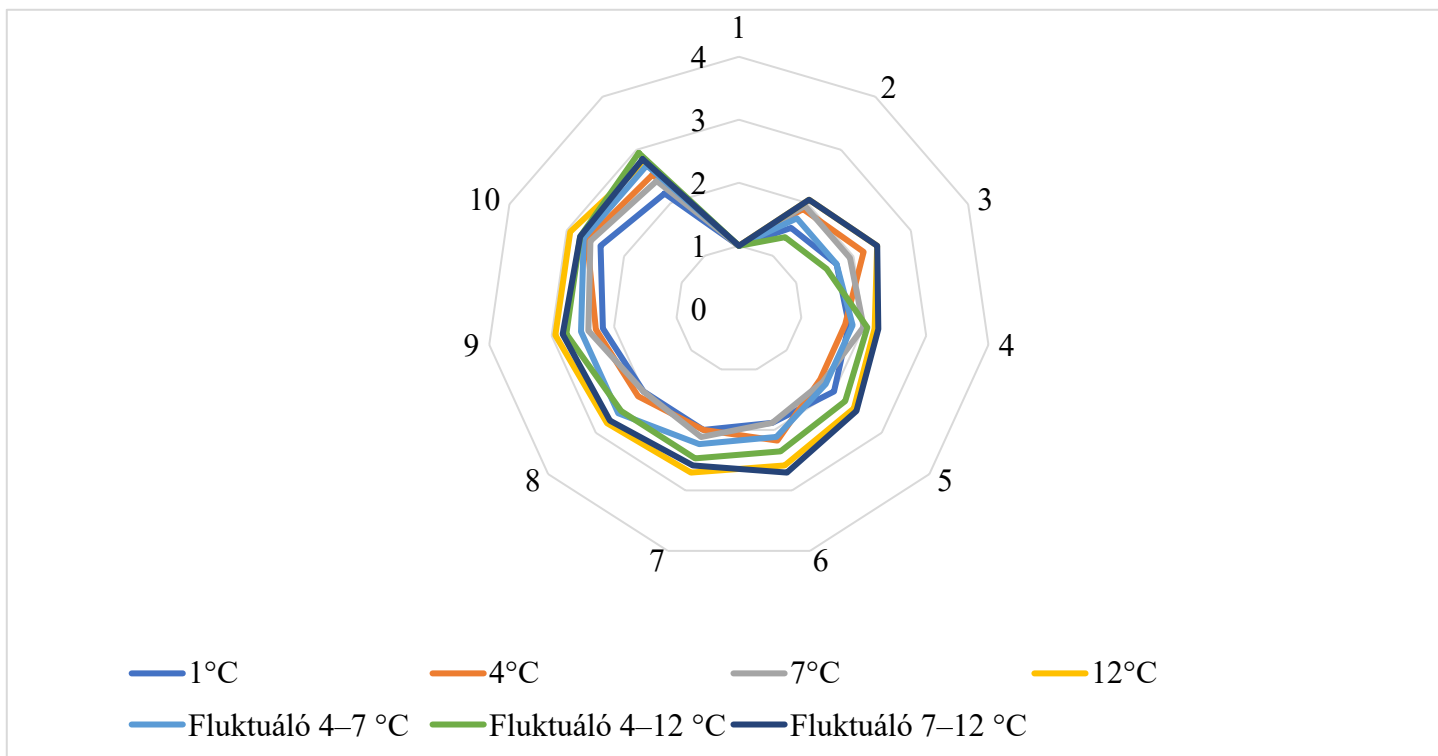
20. ábra Kategóriaskála eredményei megjelenés alapján (forrás: saját munka)



21. ábra Kategóriaskála eredményei illat alapján (forrás: saját munka)



22. ábra Kategóriaskála eredményei összbnyomás alapján (forrás: saját munka)



22. táblázat Fejlesztett filmek tárolási próbája 1;12 °C-on tárolt csirkemellfilén

	0.nap	2.nap	5.nap	9.nap
1°C				
12°C				

23. táblázat Háromszögpróba eredményei külső megjelenés és illat alapján (forrás: saját munka)

Mintasor	Nap	Külső megjelenés (%)	Illat (%)
1 mintasor	1. nap	33	67
1 mintasor	2. nap	0	50
1 mintasor	3. nap	67	33
1 mintasor	4. nap	100	33
1 mintasor	5. nap	0	0
1 mintasor	6. nap	100	100
1 mintasor	7. nap	67	67
1 mintasor	8. nap	100	25
1 mintasor	9. nap	20	80
1 mintasor	10. nap	0	100
2 mintasor	1. nap	67	67
2 mintasor	2. nap	50	50
2 mintasor	3. nap	100	33
2 mintasor	4. nap	67	67
2 mintasor	5. nap	0	50
2 mintasor	6. nap	0	100
2 mintasor	7. nap	50	33
2 mintasor	8. nap	100	75
2 mintasor	9. nap	80	60
2 mintasor	10. nap	100	0
3 mintasor	1. nap	60	20
3 mintasor	2. nap	25	25
3 mintasor	3. nap	33	33
3 mintasor	4. nap	67	33
3 mintasor	5. nap	50	17
3 mintasor	6. nap	33	67
3 mintasor	7. nap	0	50
3 mintasor	8. nap	33	33
3 mintasor	9. nap	50	100
3 mintasor	10. nap	100	50
4 mintasor	1. nap	80	60
4 mintasor	2. nap	50	75
4 mintasor	3. nap	0	33
4 mintasor	4. nap	100	50
4 mintasor	5. nap	67	50
4 mintasor	6. nap	0	33
4 mintasor	7. nap	50	0
4 mintasor	8. nap	33	33
4 mintasor	9. nap	0	0
4 mintasor	10. nap	0	50
5 mintasor	1. nap	20	67
5 mintasor	2. nap	0	0
5 mintasor	3. nap	0	67
5 mintasor	4. nap	0	0
5 mintasor	5. nap	50	17
5 mintasor	6. nap	67	33

5 mintasor	7. nap	0	0
5 mintasor	8. nap	33	0
5 mintasor	9. nap	100	50
5 mintasor	10. nap	50	50
6 mintasor	1. nap	33	67
6 mintasor	2. nap	50	0
6 mintasor	3. nap	100	67
6 mintasor	4. nap	0	0
6 mintasor	5. nap	100	100
6 mintasor	6. nap	75	0
6 mintasor	7. nap	100	75
6 mintasor	8. nap	50	50
6 mintasor	9. nap	0	0
6 mintasor	10. nap	100	100
7 mintasor	1. nap	33	33
7 mintasor	2. nap	0	0
7 mintasor	3. nap	50	0
7 mintasor	4. nap	75	75
7 mintasor	5. nap	50	0
7 mintasor	6. nap	50	75
7 mintasor	7. nap	50	25
7 mintasor	8. nap	75	0
7 mintasor	9. nap	50	0
7 mintasor	10. nap	100	0
8 mintasor	1. nap	50	33
8 mintasor	2. nap	33	25
8 mintasor	3. nap	50	0
8 mintasor	4. nap	0	50
8 mintasor	5. nap	0	33
8 mintasor	6. nap	40	40
8 mintasor	7. nap	50	0
8 mintasor	8. nap	25	75
8 mintasor	9. nap	0	0
8 mintasor	10. nap	50	100
9 mintasor	1. nap	0	0
9 mintasor	2. nap	0	50
9 mintasor	3. nap	25	25
9 mintasor	4. nap	0	0
9 mintasor	5. nap	100	33
9 mintasor	6. nap	40	80
9 mintasor	7. nap	75	25
9 mintasor	8. nap	75	75
9 mintasor	9. nap	33	33
9 mintasor	10. nap	50	0

23. ábra Kategória-skála bírálati lap (Forrás: saját munka)

Hús frissesség vizsgálat -kategória skálák

Dátum: 2025/ /

Hőmérséklet:

Kérem vizsgálja meg a hús mintát és annak megfelelően jelölje be a válaszait az alábbi tesztlapon. Válassza el a még elfogadhatót a már nem elfogadhatótól. (egyszerű „rábökéssel”)

1. Külleme alapján mennyire friss a hús?

	Minta száma
Friss	
Még elfogadható	
Nem elfogadható	

2. Illata alapján mennyire friss a hús?

	Minta száma
Friss	
Még elfogadható	
Nem elfogadható	

3. Összbenyomás alapján mennyire friss a hús?

	Minta száma
Friss	
Még elfogadható	
Nem elfogadható	

HÁROMSZÖGPRÓBA

- A háromszög teszt jellegéből adódóan két egyforma és egy különböző mintát kellett a bírálóknak értékelni, vagyis 3 darab mintát tesztelni, de azok 2 típusúak.
 - A feladat a különböző minta kiválasztása.
 - Amennyiben a bíráló nem tud különbséget tenni a minták között, akkor is választania kell. Ebben az esetben jelezze, hogy tippelt.
- Egy tesztfeladathoz három minta tartozik, amelyek egy sorban helyezkednek el.
- A vizsgálat során nyers csirkemellfilét értékel a bíráló megjelenés és szag alapján.
- A csirkemellfilé mintákat különböző hőmérsékleten tárolták.
- Az érzékszervi bírálat időtartama 14-18 nap, a tárolási hőmérséklettől függően.

- Első lépés a minták kódszámának leírása a bírálólap megfelelő részéhez.
- Az első mintahármas esetében, a **csomagolt minták felbontása nélkül**, válassza ki az eltérő mintát azok **színe, megjelenése** alapján, az eltérőt a kódszám melletti mező megjelölésével. Írja le azt is, hogy mi az eltérés oka.
- Amennyiben nem tud különbséget tenni, akkor is választania kell, ez esetben jelezze, hogy csak tippelt. Ezután ráterhet a következő mintahármas bírálatára. Értékelje az összes mintát azok megjelenése alapján. Térjen vissza az első mintahármashoz, **bontsa fel** a 3 mintát és válassza ki az eltérő mintát azok **szaga** alapján az eltérőt a kódszám melletti mező megjelölésével. Írja le azt is, hogy mi az eltérés oka.
- Amennyiben nem tud különbséget tenni, akkor is választania kell, ez esetben jelezze, hogy csak tippelt. Ezután ráterhet a következő mintahármas bírálatára. Értékelje az összes mintát azok szaga alapján.
- Válassza ki a legfrissebb mintát/mintákat.
- Ha befejezte a bírálatot, kérem, jelezze ezt a bírálatot vezető személynek.

1. mintahármas értékelése

MEGJELENÉS, SZÍN alapján

KÓDOK	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td></tr> </table>					ELTÉRÉS OKÁNAK LEÍRÁSA	
ELTÉRŐ MINTA MEGJELÖLÉSE (o,x*)	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td></tr> </table>					ELTÉRÉS OKÁNAK LEÍRÁSA	

SZAG alapján:

KÓDOK	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td></tr> </table>					ELTÉRÉS OKÁNAK LEÍRÁSA	
ELTÉRŐ MINTA MEGJELÖLÉSE (o,x*)	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td></tr> </table>					ELTÉRÉS OKÁNAK LEÍRÁSA	

Amennyiben a **legfrissebb** kellene kiválasztania, mely számú mintát/mintákat választaná?

<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td></tr> </table>						Mivel indokolná a választását?	

2. mintahármas értékelése

MEGJELENÉS, SZÍN alapján

KÓDOK	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td></tr> </table>					ELTÉRÉS OKÁNAK LEÍRÁSA	
ELTÉRŐ MINTA MEGJELÖLÉSE (o,x*)	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td></tr> </table>					ELTÉRÉS OKÁNAK LEÍRÁSA	

SZAG alapján:

KÓDOK	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td></tr> </table>					ELTÉRÉS OKÁNAK LEÍRÁSA	
ELTÉRŐ MINTA MEGJELÖLÉSE (o,x*)	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td></tr> </table>					ELTÉRÉS OKÁNAK LEÍRÁSA	

Amennyiben a **legfrissebb** kellene kiválasztania, mely számú mintát/mintákat választaná?

<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td></tr> </table>						Mivel indokolná a választását?	

3. mintahármas értékelése

MEGJELENÉS, SZÍN alapján

KÓDOK	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td></tr> </table>					ELTÉRÉS OKÁNAK LEÍRÁSA	
ELTÉRŐ MINTA MEGJELÖLÉSE (o,x*)	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td></tr> </table>					ELTÉRÉS OKÁNAK LEÍRÁSA	

Amennyiben a **legfrissebb** kellene kiválasztania, mely számú mintát/mintákat választaná?

<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td></tr> </table>						Mivel indokolná a választását?	

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függelék: 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 szakdolgozat nyilvános hozzáféréseiről és
eredetiségéről**

A hallgató neve:	De Groot Sára
A Hallgató Neptun kódja:	HNBD9H
A dolgozat címe:	Hűtést igénylő állati eredetű élelmiszerek házhozszállítási körülményeinek vizsgálata
A megjelenés éve:	2025
A konzulens intézetének neve:	Élelmiszer Tudományi és Technológiai Intézet
A konzulens tanszékének a neve:	Állatitermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat¹ 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: Budapest, 2025. 10. 29.


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

De Groot Sára (név) (hallgató Neptun azonosítója: HNBD9H) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot² áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő vé-
désre javaslom / nem javaslom³.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*4}

Kelt: 2025 év 10 hó 30 nap

Boros Attila
belső konzulens


.....

belső konzulens

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

³ A megfelelő aláhúzendó.

⁴ A megfelelő aláhúzendó.

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	De Groot Sára
Neptun-kódja:	HNBD9H
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: TDK
Tantárgy neve/kódja*:	Tudományos diákköri pályamunka
A munka címe:	Hűtést igénylő állati eredetű élelmiszerek házzozsállítási körülményeinek vizsgálata

* 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)
Adat összegzés	Microsoft 365 Copilotról	Összefoglalás, következtetések

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 eszköz verziója, elérhetősége	MI-neve,	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:

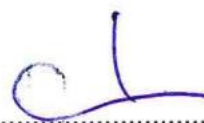
Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helyállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár-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

Kelt: Budapest, 2025. október hó 25.nap


Hallgató aláírása



.....
Konzulens/Témavezető aláírása



.....
Konzulens/Témavezető aláírása