

OTDK DOLGOZAT

Gerencsér Enikő

Mosonmagyaróvár

2013

Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Matematika, Fizika és Informatikai Intézet
Matematika-és Fizika Intézeti Tanszék

**VÖRÖSÁRUK SZÍNÉNEK OBJEKTÍV MEGHATÁROZÁSA ÉS A TÁROLÁS SORÁN
BEKÖVETKEZŐ VÁLTOZÁSOK DETEKTÁLÁSA**

Gerencsér Enikő
III. évfolyam

Konzulens:
Dr. Dóka Ottó
egyetemi tanár

Mosonmagyaróvár
2013

Tartalomjegyzék

Bevezetés	2
1. Kolorisztikai alapfogalmak	3
2. Színmetrika, CIE színingermérő rendszer	4
3. CIELAB színingertér	5
4. Műszeres színmérés	8
4.1. Tristimulusos színmérés	8
4.2. Spektrofotometriás színmérés	9
4.3. HunterLab Miniscan XE Plus típusú színmérő	10
5. Vörösáruk	11
5.1 Nagy átmérőjű vörösáruk.....	11
5.1.1 Párizsi	11
5.1.2. Baromfipárizsi	12
5.2. Az állatfajok megjelölése a húskészítmények nevében.....	12
6. A vörösáruk gyártástechnológiája	13
6.1. Pépesítés.....	13
6.2. Bélbetöltés.....	14
6.3. Füstölés, főzés	14
7. A védőgázos csomagolású vörösáruk összetevői	15
8. Irodalmi áttekintés	16
9. Célkitűzés és saját vizsgálatok	20
9.1. Célkitűzések	20
9.2. Saját vizsgálatok	20
9.3. Kísérleti körülmények	21
9.4. A hűtőben tárolt védőgázos csomagolású minták vizsgálata.....	22
9.5. A szobahőmérsékleten tárolt védőgázos csomagolású minták vizsgálata	25
9.6. A hűtőben tárolt frissen szeletelt minták vizsgálata.....	28
9.7. A szobahőmérsékleten tárolt frissen szeletelt minták vizsgálata	30
10. Következtetések	33
11. Összefoglalás	36
Irodalomjegyzék.....	38
Köszönetnyilvánítás.....	41

Bevezetés

Ahogy az élelmiszerek előállítása és forgalmazása ipari méreteket öltött, úgy jelentek meg a fogyasztók védelmét szolgáló jogszabályok. Napjainkban az élelmiszeriparnak komoly elvárásoknak kell megfelelnie. Eleget kell tennie az egészségügyi, gazdasági, társadalmi követelményeknek.

Az élelmiszerek legfontosabb érzékszervi tulajdonságai közé tartozik a szín, az íz és az illat. A fogyasztó vásárláskor először a termék színét érzékeli, ezért fontos, hogy az élelmiszernek természetes, tetszetős színe legyen. Ez is nagyban hozzájárul az élelmiszerek élvezeti értékének növeléséhez, ami fontos tényező táplálkozás élettani szempontból. A szervezet a gusztusos külsejű, kellemes aromájú élelmiszerek tápanyag tartalmát jobban hasznosítja, mint a szokásostól eltérő, visszatetsző megjelenésű élelmiszereket. A feldolgozás során az élelmiszerek többségének megváltozik a színe, ezért a gyártók nagy figyelmet szentelnek az eredeti szín biztosítására. A színváltozás főként az oxidációs folyamatok eredménye, ami az oxigén (levegő) kizárásával megelőzhető.

A színmérés lehet optikai tulajdonságokon (fényáteresztés, fényvisszaverés) alapuló, vagy fizikai-kémiai eszközökkel (kromatográfia) tanulmányozható (BIACS, 1998).

A húsok- és húskészítmények vörös színéért nagyban felelős protein a mioglobin. A szövetek sejtjeiben megkötve található és ilyenkor sötétvörös színű. A szín másik összetevője a hemoglobin, amely főleg a keringő vérben található, de az állat levágása után, kis mennyiségben a szövetekben is előfordul. Az oximioglobin az oxigén jelenlétében oxigén addícióval létrejövő piros színű fehérje, amely szintén hozzájárul a nyershúsok piros színéhez. Ha a nyershúshoz nitritet adagolunk, akkor az rózsaszínűvé válik. A hús színét tehát elsősorban a mioglobin és az izomrostok összetétele és szerkezete határozza meg. Ezen kívül a különböző tartósítási eljárások – hőkezelés vagy melegítés, hőelvonás vagy hűtés-fagyasztás, nedvességtartalom csökkentés, besugárzás, füstölés - is befolyásolják a hús színét.

A színmérés ma már egyre gyakoribb művelet az élelmiszergyártó cégeknél, ha azok versenyképesek akarnak maradni az élelmiszeriparban, hiszen ez a vizsgálat is fontos értékmérő eszköz. Nagy jelentősége van az alapanyagok és a kész termékek minősítésében, értékelésében, alkalmasságának, felhasználhatóságának vizsgálatában.

1. Kolorisztikai alapfogalmak

Szín: a szembe hatoló sugárzás által kiváltott tudattartalmat jelöli. A színingert az emberi szembe jutó 400nm és 700nm közötti hullámhosszúságú látható fény váltja ki. Az emberi szemben a csapok a színlátás receptorai, az általuk érzékelt színek a vörös, a zöld és a kék. E három szín adja a trikromatikus színelmélet alapját.

A szín lehet: fizikai, fiziológiai és pszichológiai fogalom.

Fizikailag, a szín 400-700 nm hullámhosszúságú elektromágneses sugárzást jelent.

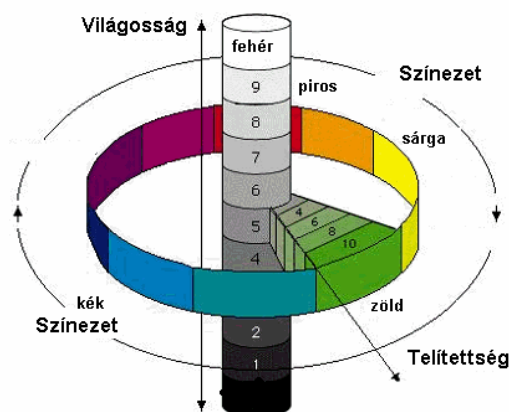
Fiziológiailag, a szín a fény által szemünkben kiváltott inger.

Pszichológiailag pedig a szín, a fény által szemünkben kiváltott inger hatására keletkező érzet.

A színeknek három alapvető tulajdonsága van (1. ábra):

- Színezet (színesség): egy adott szín fő jellemzője, amely lehet vörös, narancs, sárga, kék és bíbor, vagy ezek kombinációi. A színezetek folyamatosan mennek át egymásba.
- Telítettség (króma): egy megadott szín erőssége, tisztasága, egy felület saját világosságához viszonyított színezetdúsága. A telített (vagy tiszta, élénk) szín és a teljesen telítetlen, semleges színek (fekete, fehér, szürke) között változhat az árnyalat. Egy szín annál telítettebb, minél kevesebb szürkét tartalmaz.
- Világosság (tónus): egy felület több vagy kevesebb fényt bocsát ki, enged át vagy ver vissza.

Abban az esetben tekinthető azonosnak két szín, ha ez a három tulajdonságuk megegyezik.



1. ábra. A színek három tulajdonsága a színingertérben ábrázolva.

2. Színmetrika, CIE színingermérő rendszer

A színmetrika, vagy más néven a színmérés, az a tudomány, amely a színeket, mint fiziológiai ingereket vizsgálja, objektíven méri és számszerűen jellemzi, függetlenül azok fizikai tulajdonságaitól.

A színingerek számokkal való leírását a színmérő rendszerek eltérő módszerek alapján végzik. 1931-ben a Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság (CIE: Commission Internationale de l'Eclairage) ülést szervezett, hogy kidolgozza a színmérés egységesítését. A Bizottság az értekezleten elfogadta az additív színkeverésen alapuló színmérő rendszert. A színingerek additív keverése olyan elrendezés, melynek során az eltérő színű fények ugyanakkor vagy egymás után hamar következve lépnek a szembe és a retinának ugyanarra a pontjára vagy olyan mozaikalakban helyezkednek el, hogy az észlelő nem tudja őket szétválasztani.

Grassmann-törvényei tették lehetővé az objektív színmérés alapjait, amit 1853-ban dolgozott ki. Ezek a törvények írják le a színingerek keverésének tulajdonságait:

1. A színinger jellemzők meghatározására három egymástól független változó szükséges és elegendő.
2. Az additív színinger keverés szempontjából a színingerek színinger jellemzői számítanak és nem a színingerek spektrális összetétele.
3. Ha a színingerek additív színinger keverésben egy vagy több összetevőt folyamatosan változtatnak, az eredményül kapott színinger jellemzők is folyamatosan változnak.

Összességében tehát az additív színkeveréssel két szín keverékéből egy új, harmadik színt állíthatunk elő.

Ezek alapján bevezetésre kerültek:

- az X, Y, Z trikromatikus mérőszámok,
- a CIE standard fényforrások,
- a CIE színinger megfelelő függvények.

3. CIELAB színingertér

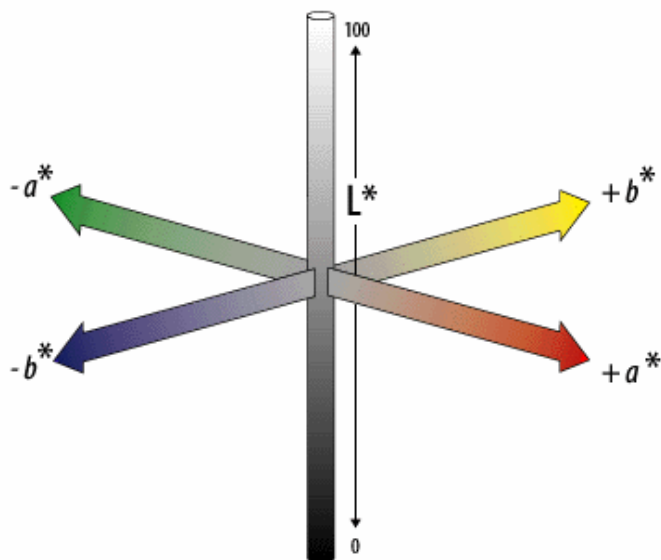
A színmérés alapvető feltétele olyan színingertér kidolgozása, amelyben minden színt egy pont jelöl, így 1931-ben létrehozták a nemzetközileg elfogadott CIE XYZ színmérő rendszert. A színingertér három koordinátával jellemzi a színeket. Az X a vörös, az Y a zöld és a Z a kék tartalmát jelenti az adott színnek.

A színmérés elterjedésével fontossá vált a színdifferenciák precíz meghatározása. Mivel kiderült, hogy a nemzetközileg elfogadott színingertér nem egyenletes, ezért a CIE kidolgozta és bevezette a CIELAB színingertert, ami már csaknem egyenletes eloszlású.

A rendszerben a színpontokat az L^* , a^* , b^* értékekkel jellemezzük. A színpontokat az L^* , a^* , b^* színingertérben nem lehet egy másik színpont síkjába vetíteni. A vizsgálatkor mindig valamilyen fehér etalont kell alkalmazni. A mért színikoordináták eredményét befolyásolja az alkalmazott sugárelosztás és látómező.

A CIELAB színtér alapja az ellentétes színpárok rendszere. A lényege, hogy a receptorok által kibocsátott jelek világos vagy sötét, piros vagy zöld és kék vagy sárga kategóriába sorolhatók. Tehát nem lehetséges az, hogy egy szín egyszerre piros és zöld, kék és sárga is legyen. Így egyetlen koordinátával, az „ a^* ”-val kifejezhető a pirosság vagy a zöldesség mértéke, a „ b^* ” koordinátával a kékség vagy sárgaság és végül az „ L^* ” koordinátával a szín világossága.

A színpontokat az a^* , b^* , L^* térbeli derékszögű koordináta-rendszerben ábrázoljuk (2. ábra).



2. ábra. A CIELAB színtér térbeli ábrázolása.

Az ábra jól szemlélteti, hogy a függőleges tengelyen lévő L^* számértéke 0 és 100 között alakulhat. A 0 az abszolút sötétet, vagyis a feketét, míg a 100 a világosat, fehéret jelenti. A két vízszintes, egymásra merőleges tengelyen lévő $+a^*$ jelentése a piros, $-a^*$ a zöld, $+b^*$ a sárga és végül a $-b^*$ a kékét jelenti.

A színinger különbségek jele a ΔE^*_{ab} , ami megadja a két minta közötti vizuális különbség mértékét. Értéke a térbeli Pithagorasz-tétel segítségével kiszámítható:

$$\Delta E^*_{ab} = ((L^*_P - L^*_B)^2 + (a^*_P - a^*_B)^2 + (b^*_P - b^*_B)^2)^{1/2}$$

ahol a P a mérendő minta színpontjának koordinátáit, míg a B etalon, vonatkoztatási pont, vagy viszonyítási pont koordinátáit jelenti.

A színinger különbség három összetevő változásából áll:

- ΔL^* világossági tényező különbség
- ΔC^*_{ab} króma különbség

A CIELAB króma a telítettség jellemzője, a színpontnak az L^* tengelytől való távolsága:

$$C^*_{ab} = \{(a^*)^2 + (b^*)^2\}^{1/2}$$

Az Δa^* és a Δb^* akkor használhatók, ha két eltérés jelentését keressük, azaz egy mérés eredményét (A), egy másikhoz (B) viszonyítunk:

$$\Delta a^* = a^*_A - a^*_B$$

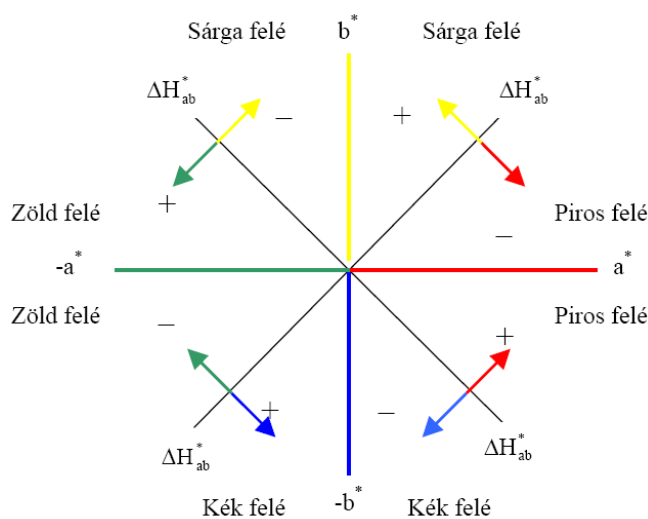
$$\Delta b^* = b^*_A - b^*_B$$

- ΔH^*_{ab} színezeti különbség

A színezeti különbséget a ΔE^*_{ab} , a ΔL^* és a ΔC^*_{ab} mennyiségek alkotják. Ha ezeknek az értékeit ismerjük, akkor a ΔH^*_{ab} is kiszámítható:

$$\Delta H^*_{ab} = \{(\Delta E^*_{ab})^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*_{ab})^2\}^{1/2}$$

ΔH^*_{ab} előjeléből következtethetünk a színezet változására az etalon, vonatkoztatási ponthoz képest (3. ábra).



3. ábra. A ΔH^*_{ab} színezeti különbség előjelének jelentése

Az ábra jól szemlélteti, hogy attól függően, hogy a vonatkozási pont melyik ténnyedben van a pozitív illetve a negatív előjel melyik szín irányában való elmozdulást mutat.

Lényeges kérdés az, hogy milyen kapcsolat van a ΔE^*_{ab} színínger különbség értéke és a vizuális érzékelés között. A szemünk, színkülönbség-észlelő adottságunk nincsen „skalázva”, de az eltérés mértékét szavakkal ki tudjuk fejezni. Abban az esetben, ha szemünkkel nem érzékelünk eltérést két színpont között, akkor meg kell állapítani, hogy milyen értékhatár között mozog a színínger különbségük. Ezt befolyásolják például a felület tulajdonságai, amit színpontokkal jellemzünk. Az I. táblázatban összefoglalt értékhatárokat gyakran használják. Ezt eredetileg egy angol papíripari előírás tartalmazza, amit régebben papíripari termékek minősítésére dolgoztak ki és használtak.

I. táblázat. *A vizuális érzékelés és ΔE^*_{ab} színínger különbség kapcsolata*

ΔE^*_{ab}	Szemmel érzékelhető eltérés
$\Delta E^*_{ab} \leq 0,5$	Nem érzékelhető
$0,5 < \Delta E^*_{ab} \leq 1,5$	Alig észrevehető
$1,5 < \Delta E^*_{ab} \leq 3,0$	Észrevehető
$3,0 < \Delta E^*_{ab} \leq 6,0$	Jól látható
$6,0 < \Delta E^*_{ab}$	Nagy

4. Műszeres színmérés

A színmérők olyan készülékek, amelyek a színes tárgy, mérendő felületéről valamilyen optikai kölcsönhatás révén számszerűsített értékeket adnak. A színmérő készülékeket mérési alapelvük alapján két csoportba sorolhatjuk (LUKÁCS, 1982):

- színmérésre kifejlesztett spektrofotométerek
- tristimulusos színmérő készülékek.

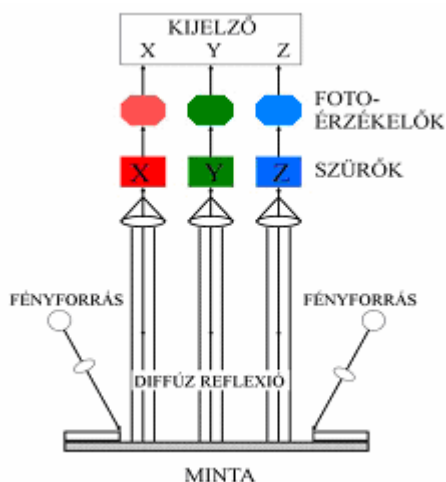
A műszeres színmérés alkalmazása egyre szélesebb körben terjed el (élelmiszeripar, textilipar, papíripar). Az ipari felhasználás során elsősorban színellenőrzés, színösszehasonlítás vizsgálatokat folytatnak, amelynek folyamán főként a színkülönbség számítását használják fel.

4.1. Tristimulusos színmérés

A 60-as évek végén 26 fajta tristimulusos színmérő volt ismert (HAMMOND, 1969). Körülbelül a 70-es évek végére már csak 18 készüléktípusról számolhatunk be, de ezeknek a fele elsősorban csak tájékoztatásra, a színkülönbség jelzésére alkalmasak.

A tristimulusos színmérő készülékek az emberi szemet modellezik, így működési elvük teljesen eltér a spektrofotométeres berendezésektől. A berendezésben a minta megvilágítása valamilyen CIE fényforrás segítségével történik. Három optikai szűrőt építenek be a rendszerbe, melyek segítségével megvalósítható, hogy három meghatározott hullámsávban mérjenek (piros, zöld, kék). A berendezés precizitása függ a szűrők minőségétől és a spektrális megfeleltetésük pontosságától (4. ábra).

Mérés előtt ezeket a színmérőket ismert színjellemzőjű etalonnal kalibrálni kell.



4. ábra. A tristimulusos színmérők működési elve

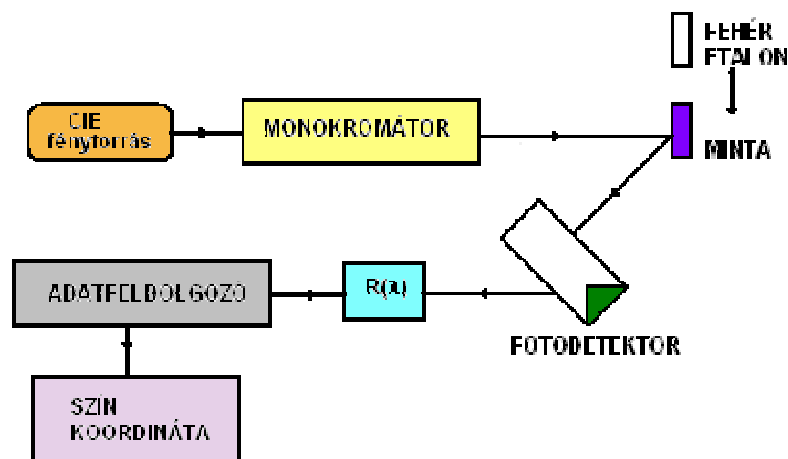
4.2. Spektrofotometriás színmérés

Az első ipari spektrofotométer gyártását az amerikai Beckman-cég kezdte el 1941-ben. Annak ellenére, hogy a spektrofotométerek általában drágábbak, mint a tristimulusos színmérők, Billmeyer már 1965-ben megállapította, hogy még a nagyobb teljesítményű és analitikai célra készített spektrofotométerek sem mind alkalmasak színmérésre (BILLMEYER, Jr. 1965). Ennek kiküszöbölésére szigorúbb elvárásokat támasztottak a színmérésre alkalmazható reflexiós elven működő spektrofotométerekkel szemben, mint az egyéb típusoknál.

Ilyen követelményként említhetők, hogy a mérési geometriának meg kell egyeznie valamelyik CIE előírással, illetve a színmérési ismétlőképességnek is meg kell, hogy feleljen.

A spektrofotometriás színmérő berendezések a CIE által szabványosított fényforrás és mérőgeometria alkalmazásával állapítják meg a mérendő felület spektrális reflektancia vagy transzmittancia értékét.

A spektrofotometriás színmérő berendezések felépítésének egyik lehetséges elrendezését mutatja az 5. ábra.



5. ábra. A spektrofotométeres színmérő készülék felépítése

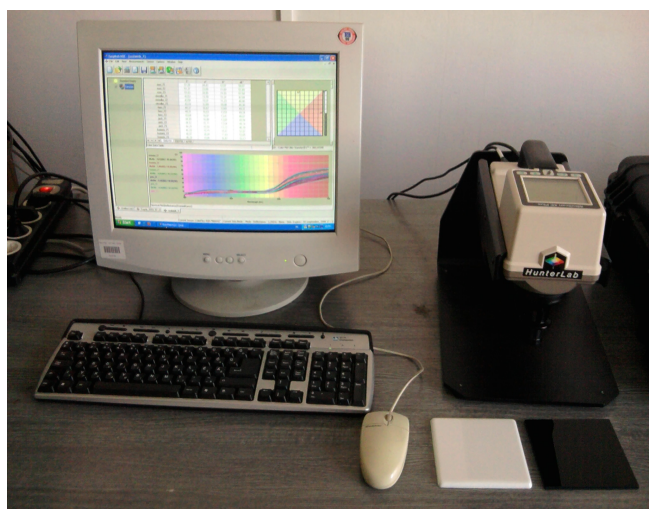
4.3. HunterLab MiniScan XE Plus típusú színmérő

Méréseinket HunterLab MiniScan XE Plus (6. ábra) típusú színmérővel végeztük. A műszer a színmérésre alkalmas reflexiós spektrofotométerek közé tartozik.

A készülék csaknem mindegyik minőségellenőrzési feladatra megfelel. A színekoordináták meghatározása mellett, a vizsgált minta reflexiós spektrumának mérésére is használható a 400 és 700 nm-es spektrumtartományban 10 nm-es spektrális felbontással.

Robusztus felépítésű, kétcsatornás, beépített LCD kijelzővel, xenon villanó lámpával működő berendezés.

A Miniscan XE Plus színmérő előnyei közé tartozik, hogy hordozható, és számítógépen keresztül is működtethető az EasyMatch QC vezérlő szoftver révén.



6. ábra. A hordozható MiniScan XE színmérő készülék

5. Vörösáruk

Különböző átmérőjű, természetes vagy műbélbe töltött, marha és/vagy borjú és/vagy sertés és/vagy baromfi, valamint egyéb vágóállatok különböző zsírtartalmú hús alapanyagából, zsírszövedéiből, esetleg melléktermékekből és/vagy a termék jellegének megfelelő finom szemcseméretre aprított adalék-, jelleg- és ízkialakító anyagokból, az előírtaknak megfelelően készült, homogén metszéslapú, főzéssel hőkezelt, füstölt vagy füstöletlen húskészítmények (MÉ-2-13/01).

A vörösáruk három alcsoportra oszthatók:

- Nagy átmérőjű vörösáruk (legalább 60 mm átmérő)
- Közepes átmérőjű vörösáruk (legalább 30 mm átmérő)
- Kis átmérőjű vörösáruk (30 mm átmérőig)

A termékek forgalomba hozhatók jellegüktől függően fóliás, vákuumfóliás vagy védőgázos csomagolásban is, egészben, darabolva vagy szeletelve. Mivel vizsgálataink csak a nagy átmérőjű termékekre vonatkoznak, ezért csak ezek leírásával és összetételének megadásával foglalkozunk.

5.1. Nagy átmérőjű vörösáruk (MÉ 2-13/01/1)

5.1.1. *Párizsi*

Homogén metszéslapú, marha- és sertéshúsból, gyártási szalonna alapanyagból, esetleg sertés- és marhavágás melléktermékeiből készült húspépet tartalmazó, nagy átmérőjű, természetes vagy vízgőzt áteresztő, vagy át nem eresztő műbélbe töltött, főzéssel hőkezelt, füstölt vagy füstöletlen, jól szeletelhető húskészítmény. Ízének jellegét a fehérbors adja (MÉ 2-13/01/1-1).

Összetétele, illetve kiindulási anyagok:

Marhahús gyártási alapanyag, sertéshús gyártási alapanyag, gyártási szalonna alapanyag, sertés- és marhavágás melléktermékei (sertésbőrke és -pajzs, marhaorr, étkezési vér, vérplazma, szeparált hús), jelleg- és ízkialakító anyagok.

5.1.2. *Baromfipárizsi*

Homogén metszéslapú, baromfihúsból és/vagy baromfihúspépből, gyártási szalonna alapanyagból és/vagy baromfizsiradékból, esetleg melléktermékekből készült húspépet tartalmazó, nagy átmérőjű természetes vagy vízgőzt áteresztő, vagy át nem eresztő műbélbe töltött, főzéssel hőkezelt, füstölt vagy füstöletlen, jól szeletelhető húskészítmény. Ízének jellegét a fehérbors adja (MÉ 2-13/01/1-2).

Összetétele, illetve kiindulási anyagok:

Baromfihúsrészek és/vagy baromfihúspép, gyártási szalonna alapanyag és/vagy baromfizsiradék, melléktermékek (sertés- és marhavágás melléktermékei - sertésbőrke és -pajzs, marhaorr, étkezési vér, vérplazma, szeparált hús - , baromfivágás mellékterméke), jelleg- és ízkialakító anyagok.

5. 2. Az állatfajok megjelölése a húskészítmények nevében:

Azok a húskészítmények, amelyek megnevezésében nincs külön utalás egy bizonyos állatfajtára, a termék jellegének megfelelően csak marha és/vagy sertés húsból készülhetnek.

Ha egyéb vágóállatfaj húsból készült a húskészítmény, a termék nevében erre utalni kell, de az adott állatfaj testrészeiből származó húsnak, az összes hús tömegére vonatkoztatva, több mint 50%-ban jelen kell lennie a termékben.

6. A vörösáruk gyártástechnológiája

Ahogy azt már említettük a vörösáruk marha és/vagy borjú és/vagy sertés és/vagy baromfi, valamint egyéb vágóállatok különböző zsírtartalmú hús alapanyagából, zsírszöveiből, esetleg melléktermékekből és/vagy a termék jellegének megfelelő finom szemcseméretre aprított adalék-, jelleg- és ízkialakító anyagokból készülnek.

A különböző vörösáruk gyártástechnológiája egy kicsit eltér egymástól, de a főbb technológiai lépések az alábbiak (URL1):

6.1. Pépesítés

A vörösárukat húspépéből készítik. A húspépet húsból, nitrites pácsoval és vízzel finomra aprítva állítják elő. Az idegen vizet víz vagy jégpehely formájában adják a masszához. A víz fontos szerepet játszik a húspép megfelelő kialakításánál, mivel az a feladata, hogy a húsfehérje (izomfehérje) a só jelenlétében oldatba menjen, és a megduzzadt fehérje hálószerűen zárja magába a vizet és a zsírt. Így a hőkezelés során koaguláló fehérjeháló meggátolja a víz, illetve a zsír kiválását.

A vágás során a színhúson és gyártási szalonnán kívül egyéb nyersanyagok is kitermelődnek, amik megfelelő berendezésekkel (ínleválasztó berendezések, nagy késfordulatszámú kutterek stb.) feldolgozhatók. Ilyen például a bőrke és az ín, melyek így a termék metszéspapjának a minőségét már nem rontják, de egyéb tulajdonságaik (vízkötő képesség, állomány, íz, szín) szempontjából viszont korlátozott a bedolgozható mennyiségük.

Megfelelő minőségű termék előállításánál nagyon fontos a megfelelő pépesítés. A pép minőségét befolyásolja a nyersanyag-összetevők és egyéb anyagok minősége és mennyisége, az aprítóberendezések konstrukciója és műszaki állapota, a nyersanyag-összetevők hozzáadási sorrendje és a gyártási folyamat során alkalmazott hőmérséklet.

A legelterjedtebb aprítógép a daráló és a kutter. Az aprítógépek legfontosabb része az aprítószerszám vagy vágószerszám. Ez lehet késes-tárcsás (daráló), sarlókéscsés (kutter), fogazott (kolloidmalom, dezintegrátor).

Az összetevők adagolási módjának függvényében a technológia lehet egylépcsős, többlépcsős vagy készpépes eljárás.

6.2. Bélbetöltés

A nitrites pácsoval gyártott vörösárukat bélbetöltés után rövid ideig pihentetik a színekialakulás érdekében (15-20 perc).

A bélbetöltést csigas vagy lamellás, esetleg dugattyús töltőgéppel végzik, a nagy átmérőjű vörösárut (párizsi) kötözni vagy klipszelni szokták.

A nagy átmérőjű termékhez kollagén alapú, nem emészthető műbeleket, vagy cellulóz alapú, rostos műbeleket használnak.

6.3. Füstölés, főzés

A vörösáruknál a melegfüstölés tartósító hatása elhanyagolható, elsősorban íz- és színekialakítás céljából alkalmazzák. A főzés célja egyrészt a vörösárura jellemző rugalmas állomány kialakítása, a húsfehérjék koagulációja gélképzés révén, másrészt a nemkívánatos mikrobák jelentős mértékű elpusztítása.

A hőkezelés általában füstöléssel kezdődik, amelyet szárítás előz meg, a felületet ugyanis le kell szárítani ahhoz, hogy a füstalkotórészek rácsapódjanak és a felületen maradjanak. A szárítást követi a füstölés fokozatosan növelt hőmérsékleten (40, 60, 80°C), majd kb. 75°C külső hőmérsékleten 69-70°C maghőmérséklet eléréséig végzik a hőkezelést.

Utána a terméket hidegvizes zuhannyal szobahőmérsékletre hűtik, majd hűtőtérben 6°C alá hűtik.

7. A védőgáz csomagolású vörösárk összetevői

➤ *PICK Sertés párizsi:*

Sertéshús (50%), víz, sertés szalonna, bőrkeemulzió, szójafehérje, étkezési só, burgonyakeményítő, fűszerek, fűszerkivonatok, fűstaroma, stabilizátor (E 450), szőlőcukor, antioxidáns (E 316), ízfokozó (E 621), színezék (E 120), tartósítószer (E 250, E 262)

➤ *PICK Borjú párizsi:*

Borjúhús (75%), víz, sertés szalonna, szójafehérje, étkezési só, emulgeálószer (E 450), ízfokozó (E 621), antioxidánsok (E 316, E 330), fűszerek, színezék (E 120), fűszerkivonatok, aromák, fűstaroma, tartósítószer (E 250, E 262)

➤ *PICK Békebeli füst ízű párizsi:*

Sertéshús (42%), víz, marhahús (12%), sertés szalonna, burgonyakeményítő, étkezési só, sertésbőrke, emulgeálószer (E 450), ízfokozó (E 621), antioxidánsok (E 316, E 330), fűszerek, fűstaroma, színezék (E 120), fűszerkivonatok, aroma, tartósítószer (E 250)

➤ *Sága Füstölt ízű Pulykapárizsi:*

Pulykahús (60%), ivóvíz, sertés szalonna, szójafehérje, étkezési só, stabilizátorok (difoszfátok), fűszerek, szőlőcukor, ízfokozók (nátrium-glutamát), antioxidánsok (citromsav, aszkorbinsav), színezékek (kármínsav), fűszerkivonatok, fűstaromák, emulgeáló szerek (lecitinek), tartósítószer (nátrium-nitrit, nátrium-acetátok).

➤ *Tesco Baromfipárizsi:*

Baromfihús, ivóvíz, sertés szalonna, sertés bőrke, szójafehérje, só, burgonyakeményítő, emulgeálószer (difoszfátok), fűszerek, fűszerkivonatok, fűszeraromák, antioxidánsok (nátrium-izoszkorbát, citromsav), ízfokozó (nátrium-glutamát), étkezési savak (tejsav, ecetsav), színezék (kármínsav), tartósítószer (nátrium-nitrit).

➤ *ZIMBO Marhapárizsi:*

Marhahús, víz, ipari szalonna, bőrke, szójafehérje, konyhasó, fűszerek, burgonyakeményítő, stabilizátor, glükóz, ízfokozó, antioxidáns, tartósítószer, színezék.

8. Irodalmi áttekintés

Különböző adatbázisokat áttekintve nem találunk közleményeket vörösáruk színmérésével kapcsolatosan. KLAK et al. (2001) tanulmányozta ugyan a „Bologna típusú kolbászok” színváltozását, de vizsgálataik nem közvetlenül a tárolás során bekövetkező változások nyomonkövetésére irányultak, hanem nátrium laktát és C-vitamin különböző keverékeit alkalmazták abból a célból, hogy ezeknek a keverékeknek milyen hatása van a vörösáruk színének stabilitására. Megállapították, hogy a keverékek hatására még két nap múlva is ugyanazon színe koordináták mérhetők. Ugyanakkor különböző vörösáruk esetén, a tárolási idő és a napfény befolyásolja a termékek színét. A változások nyomonkövetésére a króma indexet használták.

A vörösáruk színváltozása szempontjából a csomagolástechnika és a tárolási körülmények sem elhanyagolhatók. Tekintettel arra, hogy a vörösáruk nyershúsból készülnek, ezért a védőgáz csomagolások áttekintése mellett a húsok színmérésével kapcsolatos eddigi eredményeket is összefoglaltuk.

A húsok értékesítésének szempontjából az egyik legfontosabb minőségi paraméter a szín, mert vásárláskor a fogyasztók ez alapján döntenek el a húsok frissességéről. Ezzel kapcsolatban végzett vizsgálatot NGAPO et al. (2004) Franciaországban. Négy minőségi paramétert adtak meg, ezek a következők voltak: szín, zsírosság, márványozottság, lékiválás. Arra az eredményre jutottak a felmérés során, hogy a legtöbbször a szín alapján határozzák meg a húsok minőségét.

Az Egyesült Államokban például nagy bevétel kiesést eredményez az, hogy a marhahúst elszíneződése miatt csak eredeti árának lecsökkentésével tudják eladni a kiskereskedelmi egységekben (SMITH et al., 2000).

Számos tényezőtől függ a húsok színe és a szín tartóssága. Ilyen például a hús tárolásának hőmérséklete, a fényintenzitás, kémiai tulajdonságai, ezen belül főképp a pH-ja, a bennük található pigmentek koncentrációja, valamint ezek oxidációs állapota.

A húsban a legfontosabb színanyag a mioglobin. A redukált állapotú mioglobin sötétpiros színű. Oxigén hatására oximioglobinná változik, ami világospiros színű. Ezt a színt a vásárlók a frissességgel azonosítják. A mioglobinban és az oximioglobinban is a vas redukált formában található meg, de az utóbbi a vas oxidációja következtében metmioglobinná alakul, ami a hús minőségét rontja, mert a színe szürkés-barnás lesz (BALLA és SIRÓ, 2007). A folyamat sebessége az oxigénkoncentrációtól függ. A metmioglobin kialakulását az UV-sugárzás, vagy a közeg savanyodása elősegítheti. Keletkezése lassítható az oxigén maradéktalan eltávolításával, vagy nagy oxigénkoncentráció használatával. A gyakorlatban az utóbbit használják, így a húsok csomagolása magas oxigéntartalmú védőgázzal történik, biztosítva ezzel vörös, élénk színét. Ez a folyamat sajnos irreverzibilis, ezért oxigénhiány esetén a hús színe megváltozik, elveszíti szép színét. A nagy oxigéntartalomnak is van hátránya, ugyanis egyes kedvezőtlen oxidációs folyamatok

(mint például a többszörösen telítetlen zsírsavakat tartalmazó lipidek, membrán-fosfolipidek oxidációja) a húsok avasodását okozza. Az avasodás pedig tönkreteszi a termék színét, állagát és tápértékét (KANNER, 1994).

A metmyoglobin redukciónak a húsok színének kialakításában jelentős szerepe van, a folyamatához NADH-ra (redukált nikotinamid-adenin dinukleotid) van szükség. A NADH-t bonyolult rendszerek állítják elő és ez csak kis mennyiségben található meg. Bekhit et al. szerint a NADH fontosabb szerepet tölt be a húsok színének stabilitásában, mint a metmyoglobin csökkentő aktivitása. (BEKHIT et al., 2000; BEKHIT et al., 2003).

A húsok színmérése ma már nagyon sokféle módszerrel történhet. Többfajta színmérő, spektrofotométer, különféle színrendszerek, fényforrások és megvilágítási geometria áll rendelkezésünkre.

Egyik ilyen módszer a számítógépes látás. Ekkor egy digitális képet készítenek, amit eltérő statisztikai módszerekkel vizsgálnak (LU et al., 2000; RINGKOB, 2001).

A megvilágítás és az eszköz típusától nagymértékben függ a sertéshús szeletek színe BREWER et al. (2001) szerint. Ennek következtében azt tanácsolják, hogy figyelmesen járjunk el, ha összehasonlító méréseket folytatunk. Vizsgálataik során megállapították, hogy az eltelt idő alatt az L^* (világossági index) értékére nem volt hatással a sertésszom területének hamvassága, csillogása, viszont az a^* (piros tartalom) és b^* (sárga tartalom) értékei megnövekedtek az első tíz percben, majd ezután stagnáltak. A C^* (telítettség) az első 20 percben szintén emelkedett, míg a h^* (színárnyalat) csekély mértékben volt érzékeny a színváltozásra.

A fényforrás spektrális összetétele befolyásolja a húsok vizuális értékelését. Lehet olyan lámpát választani, hogy a termékek „sebbnek látszanak” a világítása alatt, mint a természetes fényben (BODMANN és EBERBACH, 1976).

Más vizsgálatok kimutatták, hogy a megvilágítás és a detektálás szöge nem befolyásolja a CIE $L^*a^*b^*$ és HunterLab rendszerű világossági méréseket. ALCALDE és NEGUERUELA (2001) arra a Következtetésre jutottak, hogy a tristimulusos koordináták (XYZ) alkalmasak a bárányhús színének mérésére.

Számtalan tanulmány szól már a CIE rendszerű mérések során a koordináták meghatározásáról. A ΔE^* (teljes színinger) együttesen szemlélteti az L^* , a^* , b^* koordinátákban bekövetkező változásokat, ezért célszerű ennek a koordinátának a meghatározása is (ABRIL et al., 2001).

O'SULLIVAN et al. (2003) szerint a b^* koordináta nem a legmegfelelőbb a húsok színértékelésére, a b^* főként a barnasággal függ össze. Az L^* , a^* viszont megfelel az elvárásoknak, hiszen könnyen használható a húsok színértékelésére.

Eltérő körülmények között tárolt (szobahőmérséklet, hűtőszekrény, UV fényhatás) különböző húsok (sertés, pulyka és csirke) színének változását vizsgálta RÁCZ (2009) és jelentős

színváltozásokat állapított meg, valamint azt találta, hogy az ultraibolya fény változtatja meg leginkább a húsok színét. A színváltozásra a ΔE^* teljes színínges különbség a leginkább alkalmas paraméter.

Összefoglalva tehát a nyershúsok színméréseinek eredményeit, megállapíthatjuk, hogy a húsok minősítésében az egyik lényeges paraméter a szín, és az ismert mérési technikák kiválóan használhatók.

A védőgáz csomagolás egy módszer, amivel az élelmiszerek minősége biztonságosan megőrizhető, eltarthatósága meghosszabbítható. A termékek frissessége és eltarthatósága a belső tulajdonságaiktól (mikrobiológiai állapot, összetétel, vízaktivitás, pH) és a külső körülményektől (feldolgozás higiéniája, optimális gáz illetve gázkeverék, csomagológép, csomagolóanyag, feldolgozás, tárolás közbeni hőmérséklet) függ (SZALAI és TANNINEN 1998., SZALAI et al., 1998.).

A védőgáz csomagolás lényege, hogy a terméket körülvevő levegő összetételét megváltoztatják úgy, hogy a vákuumozást követően a csomagot feltöltik gázkeverékkel. Megvalósítható mélyhúzó, automata csomagológépeken hajlékony, merev, vagy félmerev síkfóliák felhasználásával, vákuumkamrás csomagológépeken előre konfekcionált tasakkal, vagy tömlőtasakos rendszerű csomagológépeken hajlékony síkfóliákkal.

A védőgáz csomagolás használata a hús eltarthatóságát jelentősen megnövelheti, akár 25-100%-os mértékű is lehet (PÁSZTORNÉ és KISS 2006).

Az optimális gázösszetétel termékspecifikus és a csomagolandó terméktől függ (FERRANTE, 1998).

A védőgáz csomagolású élelmiszerek gázatmoszférájának egy része a széndioxid, amely kiemelt szerepet játszik, mert specifikus antimikrobás hatású. Ez a gátló hatás az élelmiszer pH-értékének és a tárolási hőmérsékletének is függvénye (CLARK és LENTZ, 1973.).

A nitrogén gázt oxigént helyettesítő, kitöltő gázként alkalmazzák, azzal a céllal, hogy csökkentsék a színezékek, az aromák és a zsiradékok oxidálódását, valamint rontsák a mikroorganizmusok szaporodási feltételeit (PÁSZTORNÉ és KISS 2006).

A 20-30% CO₂ tartalom N₂-vel keverve megfelelő a legtöbb hőkezelt húskészítmény és kezelt hústermék csomagolásához. A magasabb széndioxid tartalom nemkívánatos lékiválást, elszíneződést, savanyú ízt és szagot eredményezhet.

A legfontosabb cél az oxigén mennyiségének legalább az 1% alá csökkentése (kivétel a friss hús védőgáz csomagolása, ahol az oxigén részarányát növelni szükséges) (SZALAI et al., 2000).

Az oxigén koncentráció csökkentése kedvezően hat az áru minőségére, érzékszervi tulajdonságaira. A maradék oxigéntartalom csökkentésére oxigén abszorberek alkalmazhatók a csomag légterében (SZALAI és MOLNÁR, 2001). Ezen kívül a maradék O₂ tartalom annál kritikusabb, minél nagyobb a gáztérfogat a csomagban.

A csomagolt húskészítményekben csak nagyobb mikrobaszám esetén jelentkeznek a kellemetlen szagok, mint a nem csomagolt termékeknél (DEÁK et al., 1981; DAY, 1994).

AHVENAINEN et al. (1989 és 1990) vizsgálatai szerint a termék és gáztérfogat aránya a csomagban (50-125 cm³/100 g termék) a hőkezelt húskészítményeknél nem olyan kritikus faktor, mint a nyers sertés-, marha-, valamint baromfihúsoknál és halaknál.

A védőgáz csomagolás egyik kulcsfontosságú tényezője a felhasznált fólia. Általában olyan többrétegű, gázzáró csomagolóanyagokat alkalmaznak, amelyek rendelkeznek a következő tulajdonságokkal: mechanikai ellenállás, párasodás gátlás, megfelelő vízgőz és gázzáró képesség, UV és fényzáró képesség, hegeszthetőség, környezettel való összeférhetőség. A csomagolóanyagok döntő jelentőséggel bírnak az élelmiszer minőségének és tárolhatóságának biztosításában. (SZALAI 2003)

9. Célkitűzés és saját vizsgálatok

9.1. Célkitűzések

Vizsgálatainkban különböző vágóállatfajok húsból készült, különféle gyártók által előállított vörösáruk színét kívántuk nyomonkövetni egyrészt az idő, másrészt a tárolási körülmények függvényében.

A CIELAB rendszerben megkerestük azokat a színekoordinátákat, amelyek segítségével a színváltozások leginkább és legegyszerűbb módon követhetők és jól jellemzik a színváltozásokat.

A védőgázcsomagolású szeletelt párizsik, illetve a rudakból frissen szeletelt párizsik esetében sem mindegy, hogy a levegővel érintkező felületek milyen folyamatokon mennek keresztül és ezek hogyan befolyásolják a termékek színét.

Vizsgálataink eredménye nagy valószínűséggel a gyártók oldaláról is érdeklődést válthat ki, hiszen, ahogy azt már említettük, a termékek színe befolyásolja a vásárlókat. Közvetett módon ez nem csak a vörösáruk eladhatóságát érinti, hanem a belőlük készített termékek (szendvicsek, hidegtálak) eladhatóságát is, amely nyilván kihatással van a vörösáruk gyártójára.

9.2. Saját vizsgálatok

Vizsgálatainkat kereskedelmi forgalomban kapható vörösáru termékeken végeztük el. A vizsgált termékek között egyaránt megtalálható a párizsi, a sertés párizsi, a marha párizsi, a pulykapárizsi, a baromfipárizsi és a borjú párizsi is.

A vizsgált védőgázcsomagolású termékek az alábbiak:

1. A Pick Szeged Zrt. által gyártott:

- PICK Sertés párizsi,
- PICK Borjú párizsi,
- PICK Békebeli füst ízű párizsi

2. A Sága Foods Zrt. gyártású Sága Füstölt ízű Pulykapárizsi

3. A TESCO-GLOBAL Áruházak Zrt. által előállított Tesco Színes Baromfipárizsi

4. A ZIMBO Perbál Húsipari Termelő Kft. ZIMBO Marhapárizsija.

A vizsgált frissen szeletelt termékek az alábbiak:

1. A Pick Szeged Zrt. által gyártott:

- PICK Sertés párizsi,
- PICK Nostalgia marha párizsi,

2. A Sága Foods Zrt. gyártotta Sága Füstölt ízű Pulykapárizsi

3. Baromfi Párizsi Rúd (Gyártója nem ismert).

9.3. Kísérleti körülmények

A kibontatlan védőgázos csomagolású termékeket hűtőszekrényben tároltuk. A tárolási hőmérséklet 5-6 °C volt. Négy mérési sorozatot végeztünk:

- i. A tárolási idő függvényében mértük a védőgázos csomagolású vörösárk színét a csomagolás kibontása után és **hűtőszekrényben** tárolva.
- ii. A tárolási idő függvényében mértük a védőgázos csomagolású vörösárk színét a csomagolás kibontása után és **szobahőmérsékleten** tárolva.
- iii. A tárolási idő függvényében mértük a frissen szeletelt vörösárk színét a szeletelést követően és **hűtőszekrényben** tárolva.
- iiii. A tárolási idő függvényében mértük a frissen szeletelt vörösárk színét a szeletelést követően és **szobahőmérsékleten** tárolva.

A kísérleteket öt órán keresztül folytattuk, az első két órában félóránként, majd utána óránként végeztük el a méréseket.

A mérések során a vékonyra szeletelt párizsikból kettőt fogtunk egybe és így egy vastagabb mintát kaptunk. Erre azért volt szükség, mert egy szelet még átlátszó, de kettő már nem, így a felületi reflexiót (a mért színt) nem befolyásolja a párizsi mögötti felület.

A mintáknak mindig ugyanazt a felületét (oldalát) mértük. Minden mintán három független mérést végeztünk.

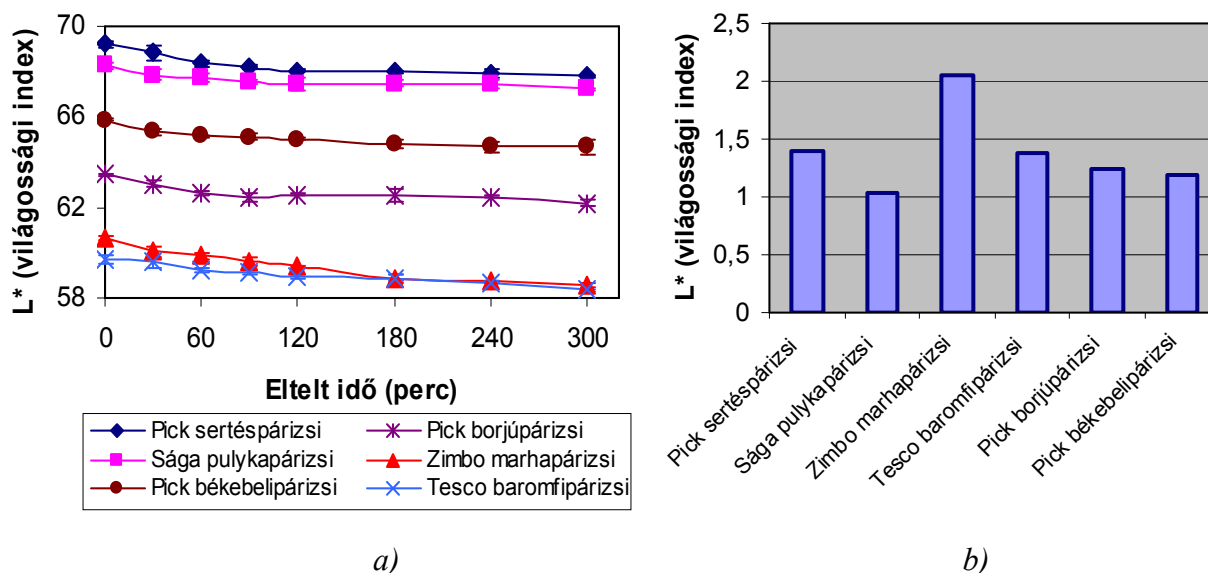
9.4. A hűtőben tárolt védőgázos csomagolású minták vizsgálata

A csomagolás kibontását követően azonnal mértük a párizsik színét. Ezek az eredmények jelennek meg 0 óránál az ábrákon.

A mért világossági indexeket mutatja a 7a. ábra. Az ábrán jól látható, hogy kiinduláskor a legsötétebbnek a Tesco Baromfipárizsi bizonyult, de nagyon közel van hozzá a Zimbo Marhapárizsi. Legvilágosabbnak a PICK Sertés párizsit találtuk.

Általában a világossági indexet jelentősen befolyásolják a párizsiban található zsiradékok, inak mennyisége, valamint a felhasznált fűszerkeverékek.

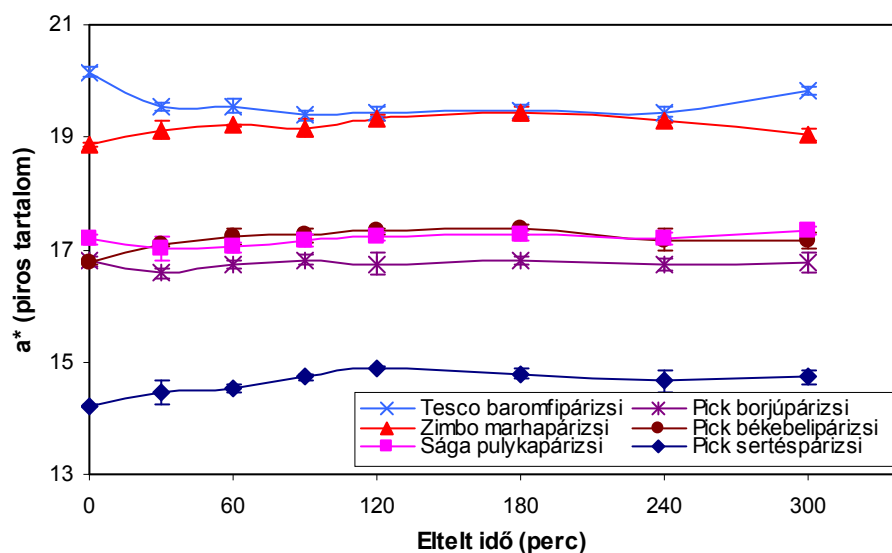
Megállapítható az is (7b. ábra), hogy a vizsgálat ideje alatt a ZIMBO Marhapárizsi kivételével minden minta megközelítőleg azonos mértékben sötétedett (2%), azaz az L^* index értékük csökkent. A ZIMBO Marhapárizsi L^* indexe változott a legnagyobb mértékben, de ez is csupán 3%-os változást mutat.



7. ábra. A hűtőben tárolt vörösárak L^* (világossági index) értékének változása a vizsgálat ideje alatt (a ábra). Az L^* értékek csökkenése (b ábra).

A párizsik a^* indexét, azaz pirostartalmát mutatja a 8. ábra. Az ábra szerint a legnagyobb pirostartalommal a Tesco Baromfipárizsi rendelkezik, míg a PICK Sertés párizsi a legkevesebb. A Sága Pulykapárizsi, a PICK Borjú párizsi és a PICK Békebeli párizsi minták pirostartalma gyakorlatilag azonosnak tekinthető.

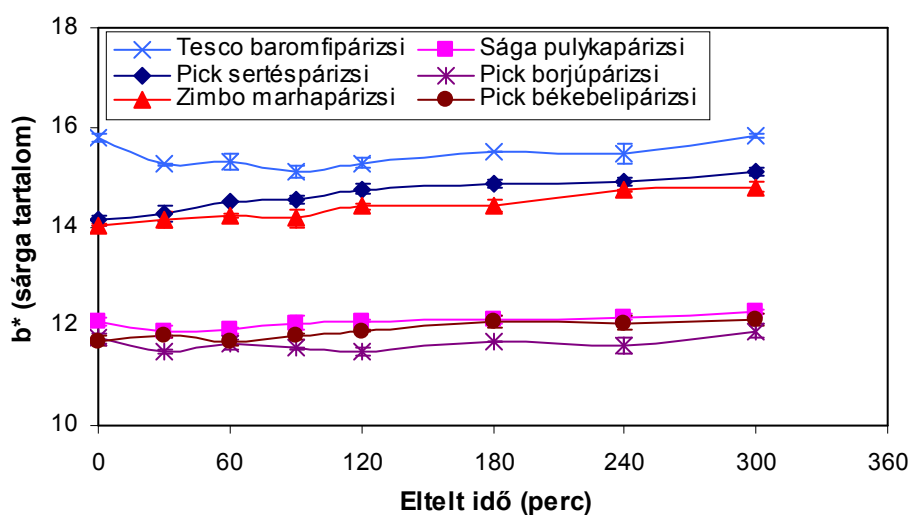
Az a^* index időbeli változása során a Tesco Baromfipárizsinak csökkent a piros színtartalma (2%), a PICK Sertés- és PICK Békebeli párizsinak kis mértékben nőtt (4%, illetve 2%), míg az összes többi párizsi pirostartalma gyakorlatilag változatlan maradt.



8. ábra. A hűtőben tárolt vörösáruk a^* (piros tartalom) értékének változása.

A b^* index vizsgálatát a 9. ábra mutatja. A csomagolás kibontása után a legnagyobb sárgatartalmat a Tesco Baromfipárizsi mutatja, míg a legkisebb sárgatartalommal a PICK Borjú párizsi és a PICK Békebeli párizsi rendelkezik, amelyeknek értékei szinte megegyeznek.

A vizsgált idő alatt a PICK Sertés párizsi sárgatartalma növekedett a legintenzívebben, de ez is csak 7%, majd a ZIMBO Marhapárizsi követi 5%-os változással. A legstabilabban a Tesco Baromfipárizsi tartja sárga színét.

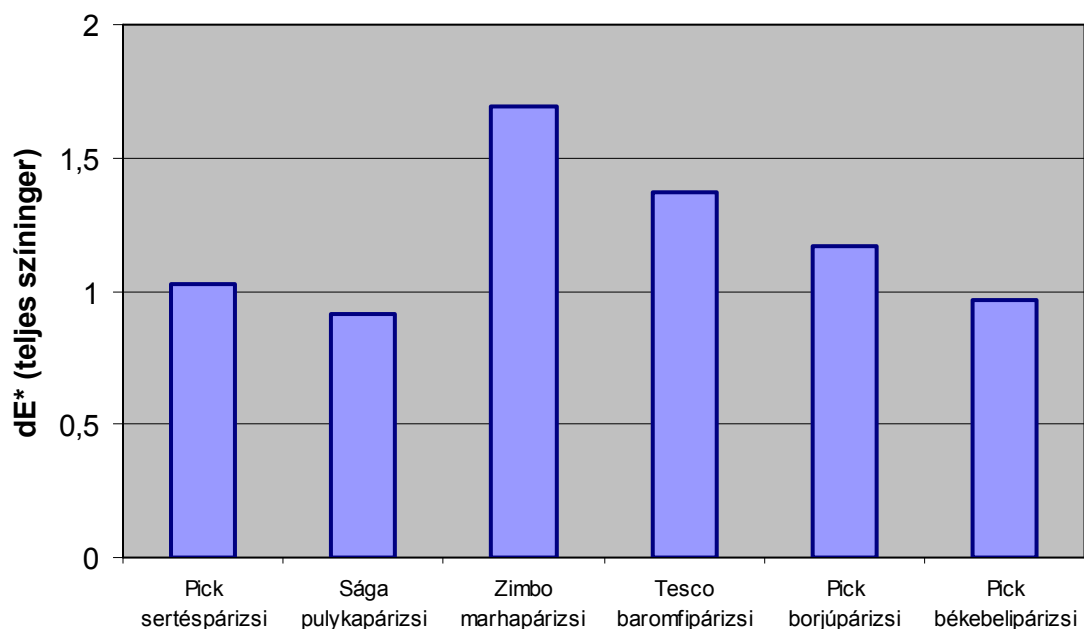


9. ábra. A hűtőben tárolt vörösáruk b^* (sárga tartalom) értékének változása.

A színkoordináták mellett meghatároztuk a teljes színínger különbséget ΔE^* , valamint a króma ΔC^* differenciákat is. Ez utóbbiak nem adtak új információt, ezért ezek értékelésétől eltekintünk.

A ΔE^* teljes színínger jellemző viszont érdekes összehasonlítást szolgál az I. táblázatban szereplő kategóriák miatt.

A 10. ábra a ΔE^* -ra kapott értékeket mutatja, azaz jól látszik, hogy a mérések ideje alatt a bekövetkezett csökkenés egyik esetben sem éri el a 2-t. A mérés során a ZIMBO Marhapárizsi kivételével a változások a $(0,5 < \Delta E^*_{ab} \leq 1,5)$ kategóriába, azaz az **alig észrevehető** tartományba esnek. Jelentős eltérés nincs a minták között, csak a ZIMBO Marhapárizsi van az **észrevehető** $(1,5 < \Delta E^*_{ab} \leq 3,0)$ kategóriában.



10. ábra. A hűtőben tárolt vörösáruk ΔE^* (teljes színínger) értékének csökkenése.

9.5. A szobahőmérsékleten tárolt védőgázos csomagolású minták vizsgálata

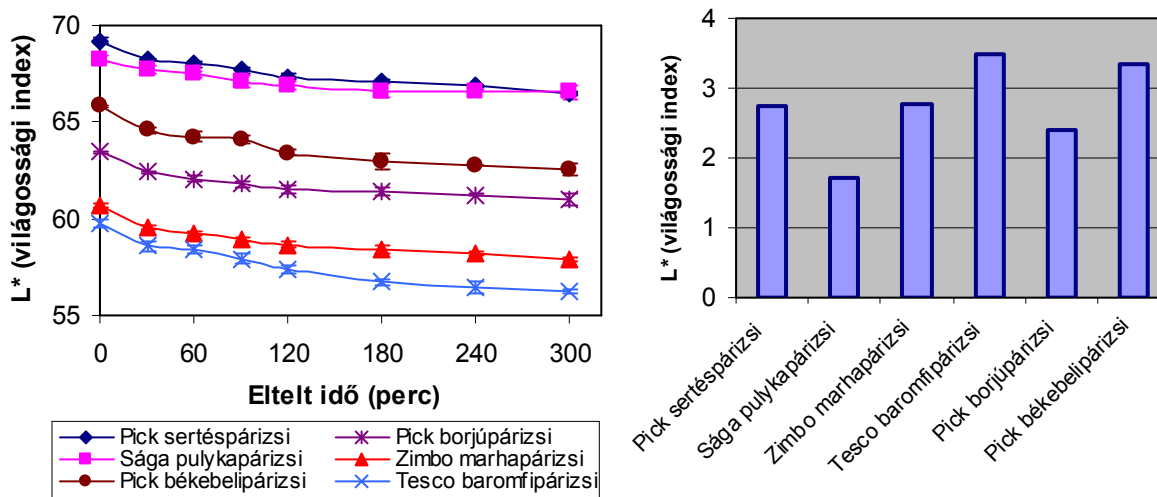
Az előző mérési sorozathoz képest annyi volt a különbség a második mintasorozat mérésekor, hogy az egyes méréseket követően a mintákat nem hűtőszekrényben, hanem szobahőmérsékleten tároltuk. A mérést, hasonlóan az előzőhöz öt órán keresztül folytattuk. Az első két órában félóránként, majd utána óránként végeztük el a méréseket. A bemutatott eredmények három független mérés átlagát mutatják.

Az alábbi 11a. ábra az L^* világossági index változását mutatja az öt óra alatt. Látható, hogy a hűtőben tárolt mintákhoz képest jelentősebb a minták sötétedése. Ugyanakkor az is tény, hogy nincsen kiugróan sötétedő minta a vizsgált termékek között.

A hűtőben tárolt mintákhoz hasonlóan a legsötétebbnek itt is a Tesco Baromfipárizsi bizonyult, míg a legvilágosabbnak a PICK Sertés párizsi.

A minták mérése során a kezdeti értékekhez képest a Tesco Baromfipárizsi 6%-kal, a PICK Békebeli párizsi 5%-kal változott, míg a többi terméknel 5% alatti csökkenés figyelhető meg.

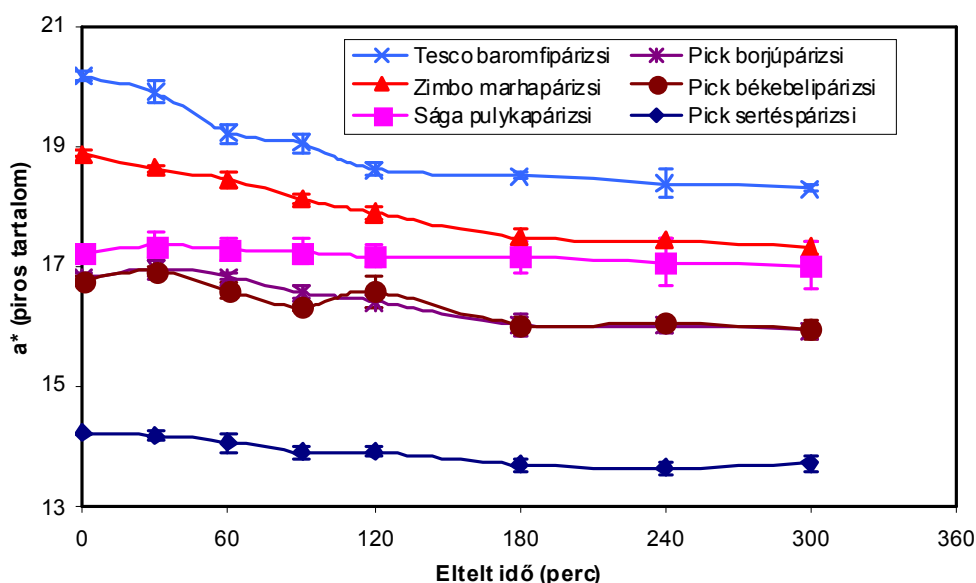
Az L^* értékek csökkenése (11b ábra), nem csak a minták barnulásának a következménye, hanem annak is, hogy szobahőmérsékleten a víztartalom csökken, ami befolyásolja a felület reflexióját és így a világosságát is.



11. ábra. A szobahőmérsékleten tárolt párizsi L^* (világossági index) értékének változása az öt óra alatt (a ábra). Az L^* értékek csökkenése (b ábra).

Az a^* színekoordinátára kapott eredményeket a 12. ábra mutatja. A párizsik piros színtartalma jelentősen csökkent az idő függvényében a hűtőben tárolt mintákhoz képest. A Tesco Baromfipárizsi pirostartalma a legnagyobb, míg a PICK Sertés párizsié a legkisebb. Látható, hogy a legnagyobb piros „vesztés” a Tesco Baromfipárizsi minta szenvedte el (9%), míg a Sága pulykapárizsi szinte nem is veszített piros színéből (1%).

Az a^* koordináta csökkenése egyértelműen az oxidáció következtében végbemenő barnulás következménye.



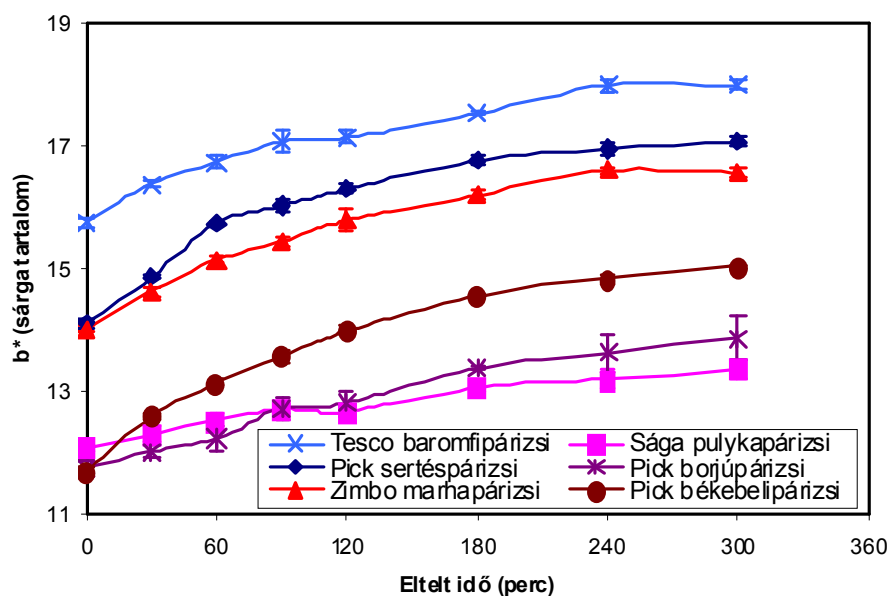
12. ábra. A szobahőmérsékleten tárolt vörösárak a^* (piros tartalom) értékének változása

A b^* színkoordinátára kapott értékeket mutatja a 13. ábra. A legnagyobb sárgatartalommal a Tesco Baromfipárizsi rendelkezik, míg a legkisebbel a PICK Borjú párizsi és a PICK Békebeli párizsi, amelyeknek értékei gyakorlatilag azonosnak tekinthető.

A vizsgálat ideje alatt legnagyobb mértékben a PICK Békebeli párizsi sárgatartalma növekedett, majd azt a PICK Sertés párizsi követte. Legstabilabbnak a sárga szín szempontjából a Sága pulykapárizsi mutatkozott. A mérés végére a legnagyobb sárgatartalma még mindig a Tesco Baromfipárizsinak van, míg a legkevesebb már nem a PICK Borjú- és PICK Békebeli párizsi rendelkezik, hanem a Sága pulykapárizsi.

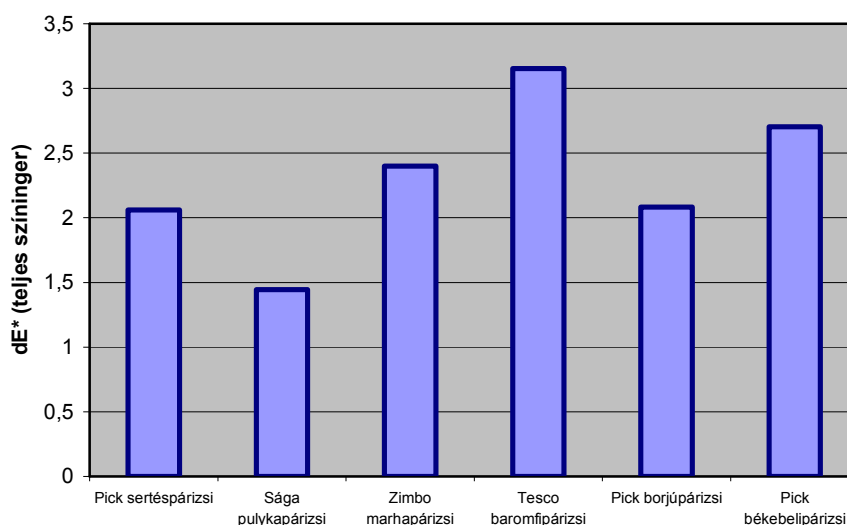
Az ötödik óra végére a PICK Békebeli párizsi sárga színe 29%-kal, a PICK Sertés párizsi 21%-kal, PICK Borjú párizsi és a Zimbo marhapárizsi 18%-kal, a Tesco Baromfipárizsi 14%-kal, míg a Sága pulykapárizsi csak 11%-kal emelkedett.

Látható tehát, hogy a hűtőben tárolt párizsokhoz képest jóval nagyobb mértékű a szobahőmérsékleten tárolt minták sárga tartalmának változása.



13. ábra. A szobahőmérsékleten tárolt vörösáruk b^* (sárga tartalom) értékének változása

A színekoordináták meghatározása után a ΔE^* (teljes színínger különbség) értékeinek csökkenését határoztuk meg a mérés időtartamára vonatkozóan, ezt mutatja a 14. ábra.



14. ábra. A szobahőmérsékleten tárolt vörösáruk ΔE^* (teljes színínger) értékének változása

A ΔE^* értékeit elemezve a I. táblázatnak megfelelően, azt látjuk, hogy míg a Sága pulykapárizsi csak a szemmel **alig észrevehető** kategóriába tartozik ($0,5 < \Delta E^*_{ab} \leq 1,5$), addig a Tesco Baromfipárizsi teljes színínger változása a szemmel **jól látható** ($3,0 < \Delta E^*_{ab} \leq 6,0$) kategóriába tartozik. A többi vörösáru színe a szemmel **észrevehető** ($1,5 < \Delta E^*_{ab} \leq 3,0$) tartományba esik. Leginkább észrevehető változás tehát a Tesco Baromfipárizsinál következik be.

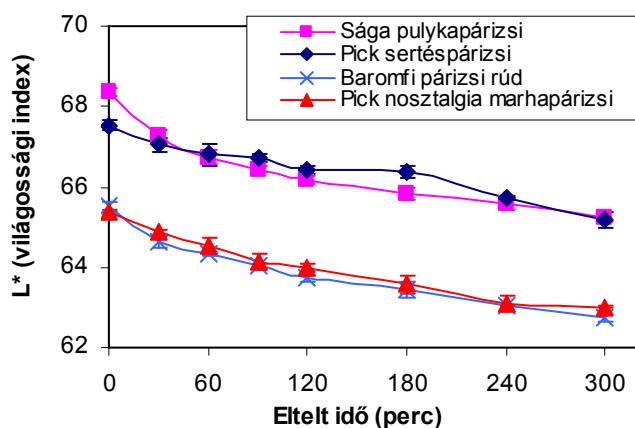
A króma index változását is megvizsgáltuk, de hasonlóan a hűtőben tárolt mintához, nem ad új információkat a párizsik színének változásáról, így ezeket az adatokat nem is közöljük.

9.6. A hűtőben tárolt frissen szeletelt minták vizsgálata.

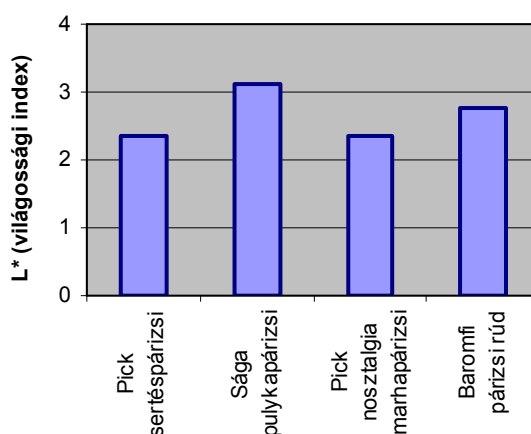
A frissen szeletelt mintákon az első mérést közvetlenül a szeletelés után végeztük el, majd ezt követően a minták színváltozását úgy mértük, hogy a mérések között a mintákat hűtőben tartottuk. A mérést, hasonlóan az előzőekhez öt órán keresztül folytattuk, az első két órában félóránként, majd utána óránként végeztük el a méréseket. A bemutatott eredmények három független mérés átlagát mutatják.

A 15a. ábra mutatja az L^* értékek változását, azaz a minták sötétedését. Kiinduláskor a legsötétebbnek a PICK Marhapárizsi bizonyult, de közel azonos értéket kaptunk a Baromfipárizsira is. Legvilágosabbnak a Sága pulykapárizsit találtuk.

A PICK Sertés párizsi kivételével gyakorlatilag párhuzamos görbéket kaptunk. Az első félórán bekövetkező jelentősebb sötétedés után ennek üteme csökken minden minta esetén, és az ötödik óra végére a világossági index a kezdeti értékhez képest kevesebb, mint 5%-kal csökkent (15b ábra).



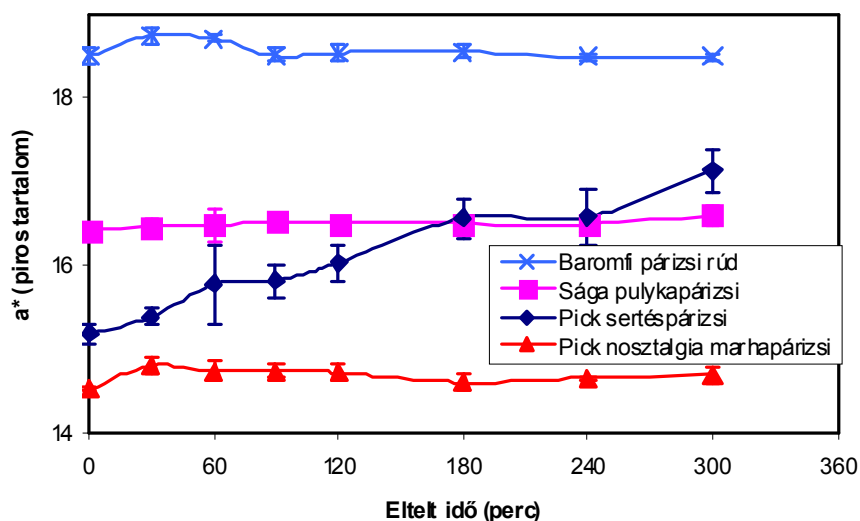
a)



b)

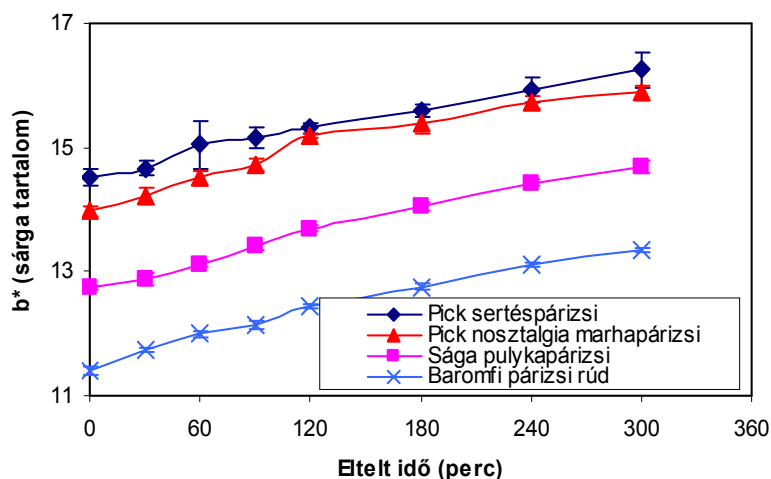
15. ábra. A hűtőben tárolt vörösáruk L^* (világossági index) értékének változása (a ábra). Az L^* értékek csökkenése (b ábra).

Az a^* indexre kapott értékeket a 16. ábra mutatja. Az ábra szerint a legnagyobb pirostartalommal a Baromfipárizsi rendelkezik, míg a PICK Nosztalgia marhapárizsi a legkevesebb. Az a^* index időbeli változása során a vizsgált minták piros színtartalma a PICK Sertés párizsi kivételével gyakorlatilag változatlan maradt. A sertés párizsi piros színe az ötödik óra végére 13%-kal növekedett.



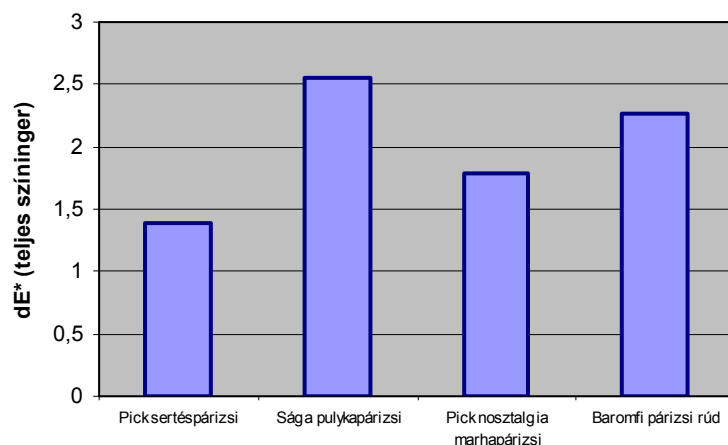
16. ábra. A párizsik piros színtartalmának (a^*) változása az öt órán át tartó mérés során

A b^* színkoordinátára kapott értékeket mutatja a 17. ábra. A kezdeti mérés során a legnagyobb sárgatartalmat a PICK Sertés párizsi mutatja, míg a legkisebb sárgatartalommal a Baromfipárizsi rendelkezik. A vizsgált idő alatt a minták sárgatartalma gyakorlatilag ugyan olyan mértékben növekedett, így párhuzamos görbéket kaptunk. Az ötödik óra végére a b^* értékek kb. 15 %-kal emelkednek a kezdeti értékekhez képest.



17. ábra. A párizsik sárga színtartalmának (b^*) változása az öt órán át tartó mérés során

A korábban bemutatott két mérési sorozathoz hasonlóan most is meghatároztuk a ΔE^* értékeket. A teljes színingerben bekövetkező csökkenés mértékét mutatja a 18. ábra. Az I. táblázatban meghatározott kategóriáknak megfelelően megállapíthatjuk, hogy a PICK Sertéspárizsi az **alig észrevehető** ($0,5 < \Delta E^*_{ab} \leq 1,5$) kategóriába tartozik, míg a többi vizsgált minta a **szemmel észrevehető** ($1,5 < \Delta E^*_{ab} \leq 3,0$) kategóriába esik. A legnagyobb mértékben a Sága pulykapárizsi értékei változnak.



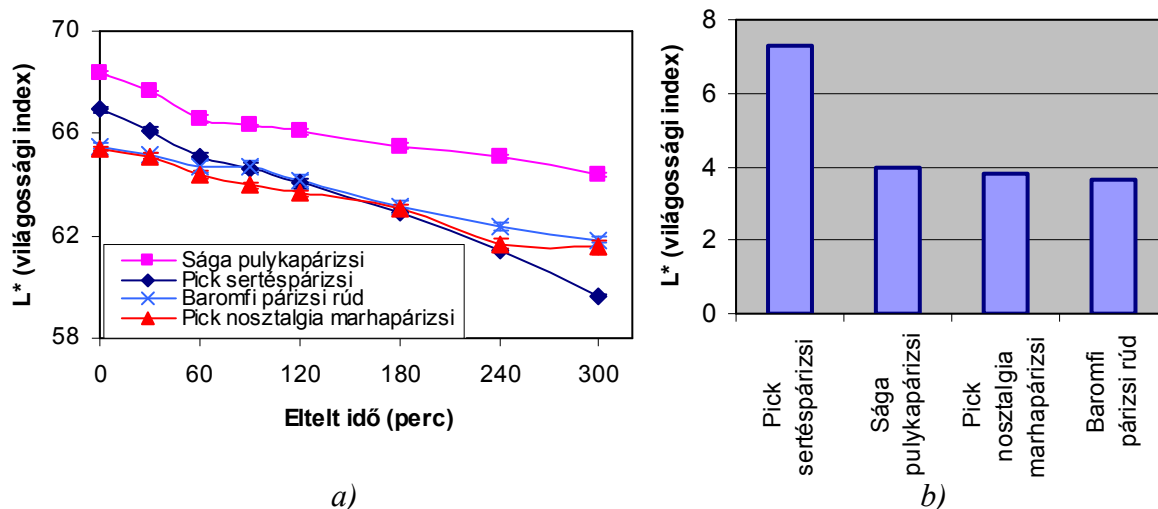
18. ábra. A hűtőben tárolt vörösárak ΔE^* (teljes színínger) értékének változása

9.7. A szobahőmérsékleten tárolt frissen szeletelt minták vizsgálata

Az előző mérési sorozathoz képest annyi volt a különbség a negyedik mintasorozat mérésekor, hogy az egyes méréseket követően a mintákat nem hűtőszekrényben, hanem szobahőmérsékleten tároltuk. A mérést, hasonlóan az előzőekhez öt órán keresztül folytattuk, az első két órában félóránként, majd utána óránként végeztük el a méréseket. A bemutatott eredmények három független mérés átlagát mutatják.

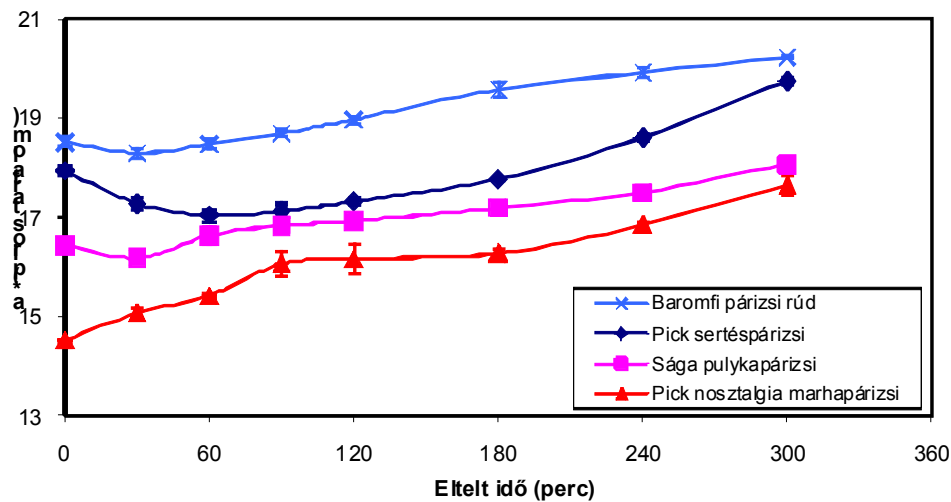
Az alábbi 19a. ábra az L^* világossági index csökkenését mutatja az öt óra alatt. Látható, hogy a hűtőben tárolt mintákhoz képest jelentősebb a minták sötétedése. A mérés kezdetekor a legvilágosabbnak a Sága pulykapárizsit találtuk, míg a legsötétebbnek a PICK Marhapárizsi bizonyult, de nagyon közel van hozzá a Baromfipárizsi.

Az ötödik óra végére a vizsgált termékek közül a PICK Sertés párizsi világossági indexe csökken a legintenzívebben 11%-kal, míg a többi minta 6%-os változást mutat (19b. ábra).



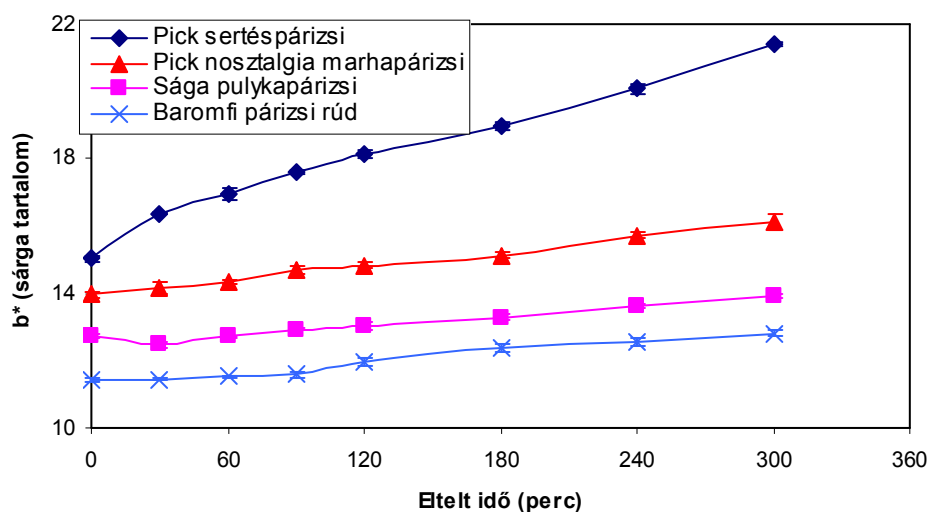
19. ábra. A szobahőmérsékleten tárolt vörösárak L^* (világossági index) értékének változása.

Az a^* színekoordinátára kapott eredményeket a 20. ábra mutatja. A párizsik piros színtartalma nőtt az idő függvényében. A hűtőben tárolt mintákhoz képest az a^* értékek jelentősen növekedtek. Az ábrán jól látható, hogy a legnagyobb pirostartalommal a Baromfipárizsi rendelkezik, míg a legkevesebb a PICK Marhapárizsi. A legnagyobb mértékben a PICK Marhapárizsi piros színe növekedett (21%), míg a másik három minta értékei megközelítőleg ugyanolyan mértékben változott (10%).



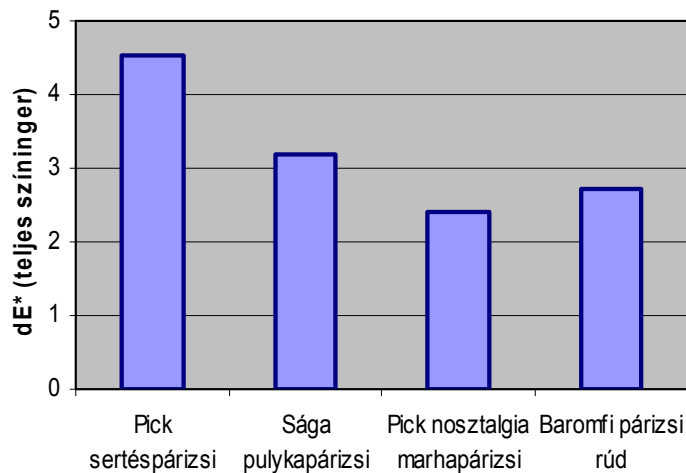
20. ábra. A párizsik piros színtartalmának (a^*) változása az öt órán át tartó mérés során

A b^* színekoordinátára kapott értékeket mutatja a 21. ábra. Legnagyobb sárgatartalommal a PICK sertéspárizsi rendelkezik, míg a legkisebbel a Baromfipárizsi. A vizsgálat ideje alatt a legnagyobb mértékben a PICK Sertés párizsi sárgatartalma növekedett (42%). Legstabilabbnak a sárga szín szempontjából a Sága pulykapárizsi mutatkozott (9%). Látható tehát itt is, hogy a hűtőben tárolt párizsikhoz képest jóval nagyobb mértékű a szobahőmérsékleten tárolt minták sárga tartalmának változása.



21. ábra. A párizsik sárga színtartalmának (b^*) változása az öt órán át tartó mérés során

A színkoordináták meghatározása után a ΔE^* (teljes színínger különbség) értékeinek csökkenését határoztuk meg a mérés időtartamára vonatkozóan, ezt mutatja a 22. ábra. A ΔE^* értékeit elemezve a I. táblázatnak megfelelően, azt látjuk, hogy míg PICK Marhapárizsi és a Baromfipárizsi a szemmel **észrevehető** ($1,5 < \Delta E^*_{ab} \leq 3,0$) tartományba esik, addig a PICK Sertés párizsi és a Sága pulykapárizsi a szemmel **jól látható** ($3,0 < \Delta E^*_{ab} \leq 6,0$) kategóriába tartozik. A legnagyobb mértékben a PICK Sertés párizsi színeződik el.



22. ábra. A szobahőmérsékleten tárolt vörösárak ΔE^* (teljes színínger) értékének változása

10. Következtetések

A csomagolás kibontása után **hűtőszekrényben tárolt védőgázos csomagolású minták** vizsgálata az alábbi megállapításokat támasztja alá:

- Az L^* világossági index a vizsgált minták esetében gyakorlatilag azonos mértékű (2-3%) sötétedést mutat. A sötétedés a védőgázos csomagolás megszűnése miatt bekövetkező oxidáció következménye.
- Az a^* index időbeli változása során a Tesco Baromfipárizsinak csökkent a piros színtartalma (2%), a PICK Sertés- és PICK Békebeli párizsinak kis mértékben nőtt (4%, illetve 2%), míg az összes többi párizsi pirostartalma gyakorlatilag változatlan maradt. A pirostartalmat egyrészt a termékek hústartalma, másrészt az alkalmazott színezékanyagok mennyisége is befolyásolja.
- A sárgatartalom (b^*) lényegében nem változott a vizsgált időszakban, azaz a teljes színínger különbségben bekövetkező változáshoz nem járul hozzá jelentős mértékben.
- A teljes színínger különbség (ΔE^*) minden minta esetében kettő alatt marad. A ZIMBO Marhapárizsi került csak az **észrevehető** ($1,5 < \Delta E^*_{ab} \leq 3,0$) kategóriába, míg az összes többi minta az **alig észrevehető** ($0,5 < \Delta E^*_{ab} \leq 1,5$) tartományba esik.

A **szobahőmérsékleten tárolt védőgázos csomagolású minták** öt órán át tartó színmérése az alábbi következtetésekre ad lehetőséget:

- A szobahőmérsékleten tárolt minták sötétedése a hűtőben tárolt mintákénak átlagosan a kétszerese. A vizsgált termékek között nincsen kiugróan sötétedő minta. A sötétedés nem csak a minták barnulásának (oxidáció) a következménye, hanem annak is, hogy szobahőmérsékleten a víztartalom csökken, ami befolyásolja a felület reflexióját és így a világosságát is.
- Valamennyi minta pirostartalma jóval nagyobb mértékben csökkent szobahőmérsékleten, mint a hűtőben tároltaké. A legnagyobb piros „veszteséget” a Tesco Baromfipárizsi (9%), míg a legkisebbet a Sága pulykapárizsi (1%) szenvedte el. A piros veszteség egyértelműen az oxidáció következménye, amit a nyershúsokkal kapcsolatos szakirodalom is alátámaszt.
- A sárgatartalom jelentősen változik. A legnagyobb mértékben a PICK Békebeli párizsi sárgatartalma növekedett (29%), míg a legstabilabbnak a Sága pulykapárizsi mutatkozott 11%-os b^* érték növekedéssel. Látható tehát, hogy a hűtőben tárolt párizsokhoz képest a szobahőmérsékleten tárolt minták sárgatartalmának növekedése 10-30% között volt.

- A ΔE^* értékeit elemezve a Sága pulykapárizsi színváltozása a szemmel **alig észrevehető** kategóriába tartozik ($0,5 < \Delta E^*_{ab} \leq 1,5$), míg a Tesco Baromfipárizsi teljes színínger változása a szemmel **jól látható** ($3,0 < \Delta E^*_{ab} \leq 6,0$); ugyanakkor a többi vörösáru színe a szemmel **észrevehető** ($1,5 < \Delta E^*_{ab} \leq 3,0$) tartományba esik.

A **hűtőszekrényben tárolt, frissen szeletelt párizsik** öt órán át tartó színvizsgálatok eredményeiből a következőket állapíthatjuk meg:

- Az L^* értékek gyakorlatilag ugyanolyan mértékben csökkentek (5%), azaz a minták kis mértékben sötétedtek öt óra elteltével.
- Az a^* index időbeli változása során a vizsgált minták piros színtartalma a PICK Sertés párizsi kivételével gyakorlatilag változatlan maradt. A sertés párizsi piros színe az ötödik óra végére 13%-kal növekedett.
- A sárgatartalom minden mintánál az ötödik óra végére kb. 15 %-kal emelkedett. Ez a növekedés a minták hústartalmától (mennyiség, milyenség) függetlenül következik be.
- A teljes színíngert (ΔE^*) tekintve a PICK Sertéspárizsi az **alig észrevehető** ($0,5 < \Delta E^*_{ab} \leq 1,5$), míg a többi vizsgált minta a szemmel **észrevehető** ($1,5 < \Delta E^*_{ab} \leq 3,0$) kategóriába esik. A legnagyobb mértékben a Sága pulykapárizsi értékei változnak, de az is alatta marad a szemmel jól észrevehető változásoknak.

A **szobahőmérsékleten tárolt, frissen szeletelt párizsik** öt órán át tartó színvizsgálatok eredményeiből a következőket állapíthatjuk meg:

- A hűtőben tárolt mintákhoz képest a szobahőmérsékleten tárolt minták sötétedése közel kétszeres. A vizsgált termékek között a PICK Sertés párizsi értéke csökken a legintenzívebben (11%), míg a többi minta az ötödik óra végére ugyanannyit változik (6%).
- A legnagyobb mértékben a PICK Marhapárizsi piros színe növekedett (21%), míg a másik három minta értékei megközelítőleg ugyanolyan mértékben változtak (10%). A hűtőben tárolt mintákhoz képest a piros színtartalom 10 %-kal nagyobb mértékben változott.
- A szobahőmérsékleten tárolt minták sárga tartalmának változása három esetben gyakorlatilag azonos a hűtőben tárolt mintákéval, míg a PICK Sertés párizsi sárgatartalma közel háromszorosa (42%) a hűtőben tárolténak (15%).
- A ΔE^* értékeit vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a PICK Marhapárizsi és a Baromfipárizsi a szemmel **észrevehető** ($1,5 < \Delta E^*_{ab} \leq 3,0$), ugyanakkor a PICK Sertés párizsi és a Sága pulykapárizsi a szemmel **jól látható** ($3,0 < \Delta E^*_{ab} \leq 6,0$) kategóriába tartozik.

A vörösáruk színméréséből **végző következtetésként** megállapíthatjuk, hogy

1. A különböző vágóállatfajból készült vörösáruk színekoordinátái jelentősen különböznek, ugyanakkor a relatív változások (a kiindulási állapothoz képest) nem mutatnak drasztikus különbségeket.
2. Lényegében minden színekoordináta változik, függetlenül a tárolás körülményétől, de a szobahőmérsékleten tárolt minták esetében a változások helyenként többszöröse a hűtőben tárolt mintákénak.
3. A vörösáruk színének nyomonkövetésére leginkább az L^* , illetve a ΔE^* értékek alkalmazhatók.
4. A ΔE^* meghatározásával különbséget lehet tenni a tárolási körülményektől függő teljes színínges változásban. Ha a mintákat szobahőmérsékleten tartjuk, akkor már öt óra elteltével is szemmel észrevehető, illetve jól látható változásokat tudunk megállapítani.
5. A kapott eredményeink nem mutatnak szignifikáns eltéréseket a védőgázos csomagolású és a frissen szeletelt minták színváltozásában.
6. Kapott eredményeink alapján az is megfogalmazható, hogy célszerűnek tűnik további vizsgálatok lefolytatása, amelyek egyrészt hosszabb tárolási idő alatt, másrészt pontosan kontrollált fény és hőmérséklet viszonyok között követik nyomon a vörösáruk színváltozásait.

11. Összefoglalás

Az élelmiszeripari termékek eladhatóságát jelentősen befolyásolják a minőségi paraméterei, azok közül is elsősorban a szín. A fogyasztók döntéseit ugyanis a vásárlás folyamán a szín jelentősen befolyásolja, hiszen a termék minőségét bizonyos szempontból láthatóvá teszi. Ezek alapján mondhatjuk, hogy a színmérés az egyik legfontosabb értékmérő eszköz és a gyakorlatban már egyre elterjedtebbé válik alkalmazása.

Vizsgálataink célja különböző vágóállatfajok húsából készült, eltérő módon csomagolt, különféle gyártók által előállított vörösáruk színének meghatározása volt, egyrészt az idő, másrészt a tárolási körülmények függvényében.

Méréseinket a HunterLab Miniscan XE Plus típusú reflexiós spektrofotometriás színmérő készülékkel végeztük.

A vizsgált termékek egy része védőgázos csomagolású volt, míg a másik része párizsi rudakból frissen szeletelt termék. A minták között egyaránt megtalálható a párizsi, a sertés párizsi, a marha párizsi, a pulykapárizsi, a baromfipárizsi és a borjú párizsi is.

A kísérleteket öt órán keresztül folytattuk, az első két órában félóránként, majd utána óránként végeztük el a méréseket.

Először a hűtőszekrényben tárolt védőgázos csomagolású vörösáru minták színét mértük öt órán keresztül, meghatározott időközönként. Összegezve az eredményeket az mondható el, hogy a termékek mindegyike sötétedett (L^* világossági index csökkent), amelyet a védőgázos csomagolás eltávolítása után bekövetkező oxidációs folyamatok idéznek elő.

Az ötödik óra végére a minták teljes színinger változása (ΔE^*) a szemmel alig észrevehető tartományba esik, míg a Zimbo Marhapárizsi már az észrevehető kategóriába tartozik.

A második mérési sorozat a szobahőmérsékleten tárolt védőgázos csomagolású vörösáruk öt órán át tartó színmérése volt, amely során arra a következtetésre jutottunk, hogy a minták sötétedése jelentősen (kétszeresen) meghaladja a hűtőben tárolt mintákét. A teljes színinger különbséget tekintve pedig már szemmel jól észrevehető különbségek is felfedezhetők (Tesco Baromfipárizsi).

A harmadik vizsgálatunk a hűtőszekrényben tárolt frissen szeletelt vörösáruk mérésére irányult. A minták sötétedtek, szemmel alig észrevehető, illetve észrevehető változásokat tapasztaltunk.

Az utolsó mérésünk során a szobahőmérsékleten tárolt frissen szeletelt vörösáruk színének változásait követtük nyomon. Az előzőhöz hasonlóan itt is megállapítottuk, hogy a hűtőben tárolt mintákhoz képest nagymértékű (közel háromszoros) a párizsik sötétedése. A ΔE^* színinger különbségek minden minta esetében már szabad szemmel is észrevehető, illetve jól látható különbségeket mutattak a kiindulási állapotokhoz képest.

Végeredményként megállapíthatjuk, hogy mind a négy esetben (kétféle tárolás és kétféle csomagolási mód) változnak a színkoordináták, de a szobahőmérsékleten mért minták esetén a

változás mértéke többszöröse is lehet a hűtőben tároltakéhoz képest. A kísérletek során nem tapasztaltunk jelentős különbséget az eltérő vágóállatfajtákból készült párizsik relatív színváltozásai között.

A vörösáruk színváltozásának mérésére elsősorban az L^* , illetve a ΔE^* értékek alkalmazhatók. A króma index értékeinek változását is megvizsgáltuk, de nem adott újabb információkat a párizsik színének változásáról.

Zárásként megállapíthatjuk, hogy a színmérés a megfelelő színekoordináták kiválasztásával alkalmas a vörösáruk színének nyomon követésére az idő és a tárolási körülmények függvényében.

Irodalomjegyzék

1. ABRIL M. – CAMPO M. M. – ONENC A. – SANUDO C. – ALBERTI P. – NEGUERUELA A. L. (2001): Beef color evolution as a function of ultimate pH. *Meat Science* 58. 1. 69-78.
2. AHVENAINEN R., KIVIKATAJA R.-L. & SKYITTÄ E. (1990): Factors affecting the shelf-life of gas- and vacuum-packed cooked meat products. Part II: Vienna Sausages. *Lebensmittel-Wissenschaft. und- Technologie*, 23, 130-138.
3. AHVENAINEN R., SKYITTÄ E. & KIVIKATAJA R.-L. (1989): Factors affecting the shelf-life of gas- and vacuum-packed cooked meat products. Part I: Sliced Ham. *Lebensmittel-Wissenschaft. und- Technologie*, 22, 391-398.
4. ALCALDE M. J., NEGUERUELA A. L. (2001): The influence of final conditions on meat colour in light lamb carcasses. *Meat Science*. 57. 2. 117-123.
5. BALLA CS., SIRÓ I. (2007): Élelmiszer-biztonság és –minőség II. Élelmiszer technológiák. 117-151 pp.
6. BEKHIT A. E. D., GEESINK G. H., ILIAN M. A., MORTON J. D., BICKERSAFFE R. (2003): The effects of natural antioxidants on oxidative processes and metmyoglobin reducing activity in beef patties. *Food Chemistry*. 81. 2. 175-187.
7. BEKHIT A. E. D., GEESINK G. H., MORTON J. D., BICKERSAFFE R. (2000): Metmyoglobin reducing activity and color stability of ovine longissimus muscle. *Meat Science*. 57. 4. 427-435.
8. BIACS P. (1998): Természetes élelmiszerszínezékek vizsgálata. Budapesti Műszaki Egyetem. PhD Dolgozat.
9. BILLMEYER Jr. F. W. (1965): Precision of Color Measurement with the GE Spectrophotometers. *Journal of the Optical Society of America*, 55, No. 6, June, 707-717.
10. BODMANN, H. W., EBERBACH, K. (1976): Einfluss der Lichtart auf Farbe und Bewertung von Fleischwaren. *Die Fleischwirtschaft*, No. 4, 510-513.
11. BREWER M. S., ZHU L. G., BIDNER B., MEISINGER D. J., MCKEIGHT F. K. (2001): Measuring pork color: Effects of bloom time, muscle, pH and relationship to instrumental parameters. *Meat Science*. 57. 2. 169-176.
12. CLARK D. S., LENTZ C. P. (1973.): Use of mixtures of carbon dioxide for extending shelf-life of prepackaged beef. *Can. Inst. Food Sci. Technol.*, 6, 194-196.
13. DAY, P.F. (1994): Modified atmosphere packaging of raw, cooked, cured and processed meat products. *Bulletin – Institute of Meat*, 2 (13), 11.
14. DEÁK T., FARKAS J., INCZE K. (1981): Konzerv-, hús-, és hűtőipari mikrobiológia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

15. FERRANTE M. A. (1998): Modified atmosphere packaging: putting the pieces together. *Food-Engineering*, 70 (1), 79-82.
16. HAMMOND H. K. (1969): Colorimeters. In: *Applied Optics and Optical Engineering*. Vol. 5, N. Y. Academic Pr., 105-131.
17. KANNER J. (1994): Oxidative process in meat and meat products: quality implications. *Meat Science*. 36(1):169-189.
18. KŁAK W., BILSKA A., KRYSZTOFIAK K., SEK P., UCHMAN W. (2001): Effect of „VITMEAT-C” preparation on colour change and stability of “BOLOGNA” type sausage. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities* 4(2).
Available Online: <http://www.ejpau.media.pl/volume4/issue2/food/art-03.html>
19. LU J., TAN J., SHATADAL P., GERRARD D. E. (2000): Evaluation of pork color by using computer vision. *Meat Science*. 56(1). 57-60.
20. LUKÁCS GY. (1982) Színmérés. Műszaki Kiadó, Budapest
21. Magyar Élelmiszerkönyv, 2-13/01
22. Magyar Élelmiszerkönyv, 2-13/01/1
23. Magyar Élelmiszerkönyv, 2-13/01/1-1
24. Magyar Élelmiszerkönyv, 2-13/01/1-2
25. NGAPO T.M., MARTIN J. F., DRANSFIELD E. (2004): Consumer choices of pork chops: results from three panels in France. *Food Quality and Preference*. 15. 349–359.
26. O’SULLIVAN M. G., BYRNE D. V., MARTENS H., GIDSKEHAUG G. H., ANDERSEN H. J., MARTENS M. (2003): Evaluation of pork colour: Prediction of visual sensory quality of meat from instrumental and computer vision methods of colour analysis. *Meat Science* 65. 2. 909-918.p.
27. PÁSZTORNÉ HUSZÁR K., KISS I. (2006): Minőségkímélő élelmiszertechnológiák és élelmiszer-biztonság. Mezőgazdasági Kiadó
28. RÁCZ V. (2009): Szakdolgozat, Élelmiszeripari termékek színmérése, Mosonmagyaróvár
29. RINGKOB T. P (2001): Image analysis to quantify color deterioration on fresh retail beef. In *Proceedings 54th Reciprocal Meat Conference*, 24-48 July 2001, Indianapolis, Indiana.
30. SMITH G. C., BELK K. E., SOFOS J. N., TATUM J. D., & WILLIAMS S. N. (2000): Economic implications of improved color stability in beef. In E. A. Decker, C. Faustman, & C. J. Lopez-Bote (Eds.), *Antioxidants in muscle foods: Nutritional strategies to improve quality* (pp. 397-426). New York: Wiley Interscience.
31. SZALAI M. (2003): Hőkezelt, szeletelt húskészítmények eltarthatóságának növelése védőgázos csomagolással, PhD értekezés. Mosonmagyaróvár

32. SZALAI M., TANNINEN T. (1998): Élelmiszerek csomagolása módosított légterű, ún. védőgázos csomagolással. XXVII. Óvári Tudományos Napok, 4, 883-886.
33. SZALAI M., MOLNÁR E., TANNINEN T., MÁRK I., MÁRK I-né (2000): Nyers húsok védőgázos csomagolása. A Hús, 10, (2) 105-109.
34. SZALAI M., MOLNÁR E. (2001): Új csomagolási módok: az aktív és az intelligens csomagolás. A Hús, 11, (1) 32-37.
35. URL1: DIÓSPATONYI I.: A húsfeldolgozás technológiája
<http://www.kfki.hu/chemonet/hun/food/technol/husipar/husipar2.html>

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnék mondani konzulensemnek Dr. Dóka Ottó egyetemi tanárnak, aki a munkám során mindvégig támogatott, önzetlenül adta át elméleti és gyakorlati tapasztalatait, tanácsaival, útmutatásaival segítette dolgozatom megírását.

Köszönetemet szeretném kifejezni Családomnak, akik egész idő alatt szeretetükkel, támogatásukkal, biztató szavaikkal segítették munkám elkészülését.