

(13) **KACSALA L.,¹ VAJDA T.,² REKEDTNÉ FEKETE E.,² ÁPRILY SZ.,¹ SZABÓ A.,¹
ANDRÁSSYNNÉ BAKA G.,¹ ROMVÁRI R.¹**

A hízott libamáj zöldülésének vizsgálata

Examination of greeningfoiegras

laszlo.kacsala@gmail.com

¹Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar

²INTEGRÁL Zrt. Baromfifeldolgozó Üzem

Bevezetés

A vákuumcsomagolt és fagyasztott libamáj zöldülése a baromfifeldolgozó iparban nem ismeretlen probléma, de napjainkban a fogyasztók minőséggel szemben támasztott elvárásai miatt egyre aktuálisabb kérdéssé válik ezen nemkívánatos jelenség megoldása az export-orientált piacon.

A zöld elszíneződés a fagyasztott májkészítmények esztétikai értékét jelentősen csökkenti, a vásárló legtöbb esetben nem veszi meg a terméket annak ellenére, hogy az elváltozás egészségkárosodást nem okoz. A zöldülés az általunk vizsgált baromfifeldolgozó üzemben „random” módon fordul elő, a vákuumcsomagolás felbontása után a zöld színanyag eltűnik, oxidáció során vöröses színné alakul át.

Irodalmi adatok alapján a hús zöldülése a hidrogén-szulfidhoz köthető (Gill és mtsai, 1982). Ennek hátterében az áll, hogy H₂S reakcióba lép a mioglobinnal, és szulfimioglobin képződik. További irodalmi források szerint is a H₂S-hoz, illetve a Pseudomonas mephitica baktériumhoz köthető a zöld elszíneződés, mely utóbbi baktérium 5,9 pH felett, valamint oxigénszegény környezetben aktívan működik. Feltehetően ugyanez a folyamat zajlik le a vákuumcsomagolt – oxigénszegény környezetben – májban, a hemoglobin és szulfhemoglobin (illetve kénhidrogén) esetében.

Hipotézisünk az volt, hogy a nem frissen, hanem 24 órás testhűtést követően kibontott májak enyhe fülledése és a májban levő vértartalom együttesen járulhat hozzá a zöld színanyag kialakulásához. A fülledést is okozó kénhidrogén azonban mikrobiális eredetű is lehet.

Anyag és módszer

A májak csomagolása és tárolása.

Vizsgálatainkat 2012 januárjában kezdtük meg, a libamájakat az INTEGRÁL Baromfifeldolgozó Zrt. bocsátotta rendelkezésünkre. Az üzemben saját, illetve felvásárolt ludakat dolgoznak fel. Vizsgálatainkat két mintacsoporton (n=25; n=35) végeztük el. A májminták a fent említett baromfifeldolgozó vállalat raktárából származtak, melyeket az üzemben vákuumcsomagoltak, majd fagyasztva tároltak. Az első vizsgálati csoportban főleg már fagyasztva tárolt májakat vizsgáltunk (n=23). A második csoportban a rendelkezésünkre bocsátott májakat különböző bontási technológiával állították elő. A hagyományos, vágás után 24 órát előhűtött (majd bontott) termékek mellett a 48 órát előhűtött (majd bontott), és a vágást követő 2 órán belül („frissen”) bontott máj szerepelt vizsgálatainkban. A csoportok között eltérő arányban oszlott meg a zöld elszíneződést mutató (n=14) és a normál színű (n=21) minták, melyeket vizuális vizsgálat után binárisan kódoltunk (1: zöld, 2: nem zöld).

A mérések ideje alatt a májakat a Kaposvári Egyetem Állattudományi Karának Mezőgazdasági Termékfeldolgozás és Minősítés Tanszék laboratóriumában tároltuk fagyasztott állapotban (-20 °C).

LIV.

GEORGIKON NAPOK

54th Georgikon Scientific Conference

A májak jelölése.

A mintákat az üzemben sorszámokkal látták el, azokon sem a vágási technológia, sem pedig származása nem szerepelt, így azok a méréseket végző személyek számára ismeretlenek voltak.

Vizsgálatok

Színintenzitás mérés.

A májakon két vizsgálatsorozatban (n=25 és n=35) 8-8 héten keresztül színintenzitás mérést hajtottunk végre minden hét azonos napján Minolta Chromameter CR-300 készülékkel (fényforrás: D65). A mérésekhez mélyfagyasztott májakat a fagyasztószekrényből kivéve, letakarva, fényszegény környezetben vizsgáltuk. Az első mérések alkalmával jelöltük ki a mérési pontokat, melyek a további vizsgálatoknál a mérési helyeket szolgálták. A készülék az eredményeket numerikus formában adja meg, melyeket három betűhöz csatol és amelyek egy háromdimenziós gömbformában helyezkednek el (1. kép:

CIELAB színrendszer – Geneve és Juillet, 1924). Az L-érték a sötét és világos tengely mentén mozog, az a-érték a vörös és zöld, a b-érték pedig a sárga és a kék tengelyeken ábrázolható. Adatainkat az SPSS 13.5.0. for Windows statisztikai programmal értékeltük. A csoportok közötti összefüggéseket diszkriminancia analízissel jellemeztük. Két mérési időpont színe közötti szabadszemmel látható differenciát, az ún. színinger-különbséget (ΔE^*) a

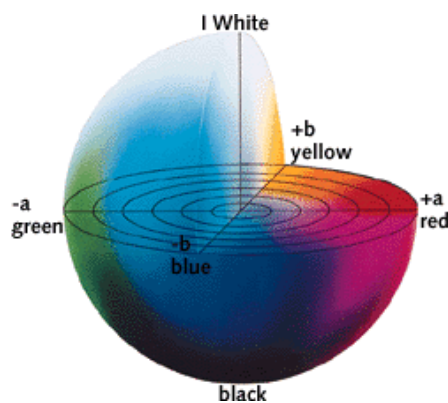
$$\Delta E_{ab} = \sqrt{(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2}$$
 (Abril és mtsai.,

2001) képlettel számoltuk ki. A kapott eredményeket az 1. táblázat alapján értékeltük ki. Diszkriminancia analízissel (spss szoftver) vizsgáltuk meg az 1., a 4. és a 8. mérési időpontok eredményeit Lab színkoordináták alapján.

Füledés-vizsgálat.

Az általunk használt módszer (Eber-féle próba) a füledés tényét igazolja, de meg kell említeni, hogy kvantitatív meghatározásra nem alkalmas. A fényintenzitás mérést követő lépésben füledés-vizsgálatot végeztünk el (n=35), mivel hipotézisünk szerint a májak enyhe füledése és a májban levő vértartalom együttesen járulhat hozzá a zöld színanyag kialakulásához. A füledés-vizsgálatot a húskészítményeknél előírt módon végeztük el.

1.kép: L, a, b színskala

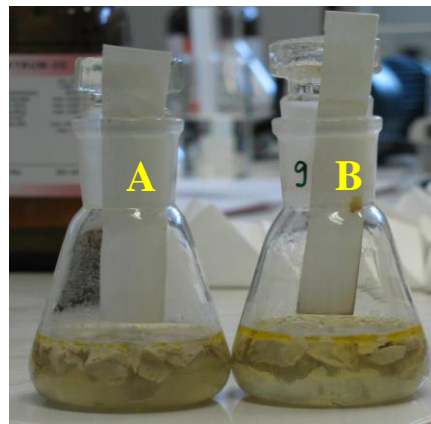


<http://www.sapdesignguild.org>

1. táblázat: A színingerkülönbség (láthatóság) kategóriái

ΔE^*	Eltérés a vizsgált minták között
0-0,5	nincs különbség
0,5-1,5	alig észrevehető
1,5-3	észrevehető
3,0-6,0	jól látható
6,0-12	nagy különbség

2.kép: Ólom-nitrát próba



Körülbelül diónyi méretű májdarabokat késsel felaprítottunk, majd 100 ml-es Erlenmeyer-lombikba rétegeztük 1 ujjnyi vastagságban. Ezután annyi 5%-os kénsavoldatot öntöttünk rá, hogy éppen ellepje a májdarabokat. A lombik szájához a dugóval 10%-os ólom-nitráttal átitatott szűrőpapírcsíkot helyeztünk, a kénsavoldattól 1-2 mm távolságra. Az esetlegesen fülledt mintákból 15-20 perc alatt felszabaduló H₂S hatására a szűrőpapír megbarnul, vagy megfeketedik a képződő ólom-szulfidnak köszönhetően (2. kép). A mintákat ezután binárisan kódoltuk: 0: nem fülledt (‘A’ jelű minta), 1: fülledt (‘B’ jelű minta).

Mikrobiológiai vizsgálat.

Mivel a fülledést is okozó kénhidrogén mikrobiális eredetű is lehet, ezért kénhidrogén termelő baktériumok kimutatására irányuló mikrobiológiai vizsgálatokat is végeztünk. A vizsgált fajok kimutatására használt módszerek az 2. táblázatban láthatók.

Vizsgált jellemző, vizsgálat típusa	Vizsgálati módszer azonosítója
β-glükurondiáz pozitív E. coli száma (telepszámlálási módszer 44 °C-on)	MSZ ISO 16649-2:2005
Enterobaktériumok száma (telepszámlálási módszer)	MSZ ISO 21528-2:2007
Koagulázpozitív Staphylococcusok száma (Baird-Parker-agar táptalajos eljárás)	MSZ EN ISO 6888-1:2008
Clostridium perfringens szám meghatározása (telepszámlálási módszer)	MSZ EN ISO 7937:2005
Pseudomonas spp. kimutatása (kimutatásos módszer)	MSZ EN ISO 13720:2011

2. táblázat: *Vizsgált jellemzők és vizsgálati módszerek*

Vértartalom vizsgálata műszeresen és szemrevételezéssel.

A májban lévő vértartalom meghatározására további analíziseket végeztünk (n=35), a májminták kivéreztettségének meghatározása céljából. Kétféle vizsgálati módszerrel dolgoztunk: egyrészt máj-szuszpenziót készítettünk és annak hemoglobin tartalmát mértük vérre kidolgozott reagenscsomaggal (Randox HG 1539 reagenscsomag, Drabkin reagenssel), másrészt savanyú közegben acetons extrakciót végeztünk, össz-hem-pigment (n= 35) meghatározás érdekében. Mindkét esetben fotometriás kalibrációt alkalmaztunk kvantitatív mérés érdekében, előbbi esetben hemoglobin, utóbbiban hemin-HCl alkalmazásával.

A fent említett vizsgálatokhoz spektrofotometriás mérést végeztünk 850-300 nm tartományban Shimadzu UV 1800 készülékkel. Ehhez a májakat a vákuumcsomagolásból kibontottuk, azokból félig fagyos állapotban levágtunk, majd azonnal ismét vákuumcsomagolással láttuk el. A fotometriás mérések után hetente szemrevételezéssel követtük nyomon a máj zöldülésének folyamatát.

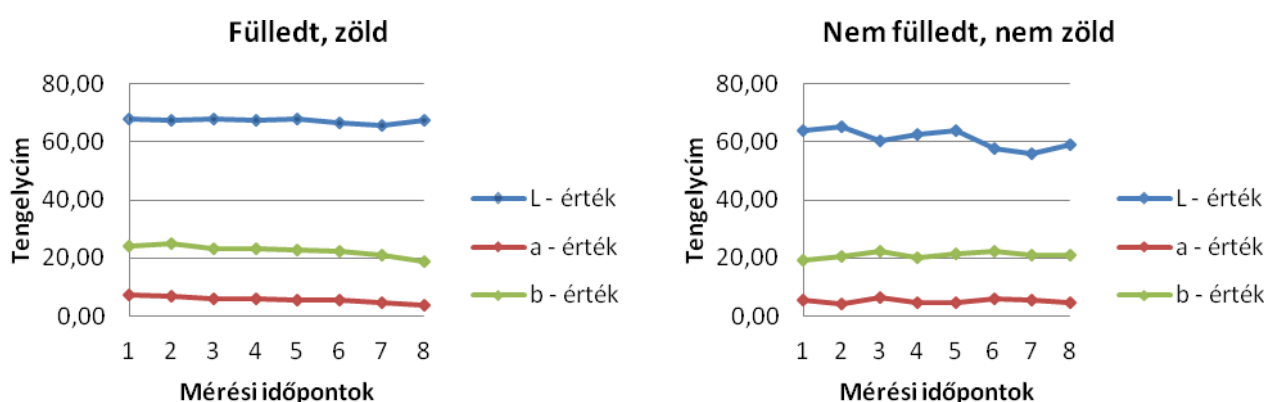
Előzetes tapasztalataink alapján a májak zöldülésének takarmányozási eredetének vizsgálatát nem láttuk megalapozottnak. Hízott libák esetében az epe eredetű felületi szennyeződés is kizárható, mivel a vágást megelőző koplaltatási idő rövidege miatt az epehólyag nem ürül ki.

Eredmények és megbeszélések

Színintenzitás vizsgálat. A színintenzitás méréshez használt májak metszsfelületén jól láthatóan sok vérrel telt ér található. Az újrávákuumozást követően az erek környékén kezdődő zöldülés volt megfigyelhető, melyből arra lehet következtetni, hogy a vértartalom befolyásolja a zöld színhiba kialakulását (3. kép).

Azoknál a májknál, ahol a zöld színeződés megfigyelhető volt a mérési időszak elején is, a készülék által mért numerikus értékek színskálán történő ábrázolásával egyirányú mozgás figyelhető meg. Az a-értékek látványosan csökkennek, ami a

3. kép: Zöld színhiba bízott libamájon



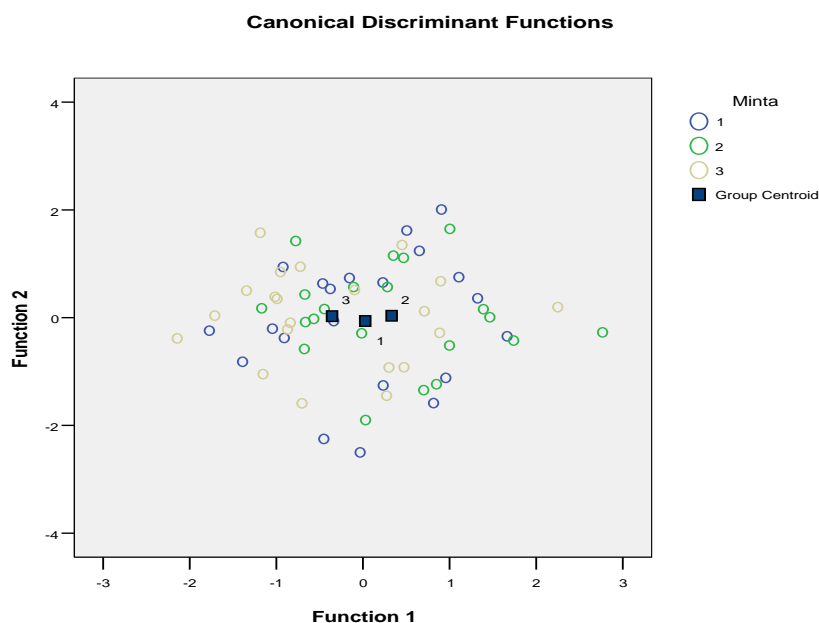
1. ábra: A kiválasztott májminták színintenzitásának változása a mérési időszak alatt

vörös-zöld színtengelyen a zöld irány felé jelent eltolódást. A véletlenszerűen kiválasztott fülledt és zöld elszíneződést mutató, valamint a nem fülledt és nem zöldült májakat (1. ábra) grafikonon ábrázolva jól látható az a-érték fokozatos csökkenése a zöldült májmintán.

Az összes minta esetében kiszámított ΔE -értékek megoszlása jól mutatja (3. táblázat), hogy az egyes mérések között észrevehetően változott a májminták színe. Ugyanakkor az adatok első körben történő értékelésére végzett diszkriminancia-analízis eredménye szerint a csoportok nem különülnek el (2. ábra). A klasszifikálás 42,9%-os, keresztvalidáció 30,2%. A jelenség hátterében álló okok felderítésének és az adatok részletesebb, egyéb módszerekkel történő kiértékelése jövőbeni feladataink közé tartozik.

3. táblázat: ΔE – értékek értékelése

ΔE^*	Eltérés a vizsgált minták között	Összes számolt ΔE (n= 245) megoszlása	ΔE – értékek százalékos megoszlása (%)
0-0,5	nincs különbség	1	0,4
0,5-1,5	alig észrevehető	71	29
1,5-3	észrevehető	91	37,1
3,0-6,0	jól látható	59	24,1
6,0-12	nagy különbség	23	9,4



2. ábra: Az 1., 4., és 8. mérési időpontokban végzett diszkriminancia-analízis eredménye

A 4. táblázatban jól látható, hogy a második körben vizsgált máj-mintacsoport (n=35) kontroll mintáin, valamint a vágás után 2 órán belül bontott májakon nem volt megfigyelhető zöldes elszíneződés, a random módon kiválogatott, vágás után 24 óra múlva bontott májak 60%-a, míg az üzemben is zöldnek

4. táblázat: A mintacsoport (n=35) fülledéses és vizuális vizsgálatának eredményei

Csoportok megnevezés		Vizuális vizsgálat	Fülledés
Kontroll (nem zöld)	átlag	0,00	0,00
	n	5	5
	szórás	0,00	0,00
Vágás után 24 h után bontott	átlag	0,60	0,60
	n	10	10
	szórás	0,52	0,52
Vágás után 2 h után bontott	átlag	0,00	0,00
	n	10	10
	szórás	0,00	0,00
Fagyasztott, zöld	átlag	0,80	0,30
	n	10	10
	szórás	0,42	0,48

minősített májak 80%-a mutatott vizuálisan felismerhető zöldes elszíneződést.

Füledésvizsgálat.

Füledési próbával kénhidrogén jelenlétét igazoltuk. A zöld elszíneződést mutató, fagyasztva tárolt májak 37,5 %-a, míg a zöld elszíneződés mutató, 24 órát előhűtött minták 66,6 %-a pozitív eredményt mutatott a füledési próba során. Tehát általánosságban megállapítható az, hogy azoknál a mintáknál, amelyeknél zöld elszíneződés megfigyelhető, a füledés-vizsgálat is sok esetben pozitív eredményt mutatott.

Az 5. táblázatban látható a füledés-vizsgálat eredményeinek összevetése a vizuális vizsgálattal. A nem füledt, nem zöld májak tették ki a vizsgálati csoportunk (n=35) nagy hányadát. Szemmel láthatóan zöld elszíneződést mutatott a máj-mintacsoport 40%-a.

5. táblázat: Füledés- és vizuális-vizsgálat eredményeinek megoszlása

Kategóriák	Megoszlás (%)
Nem füledt, vizuálisan nem zöld	54%
Nem füledt, vizuálisan zöld	20%
Füledt, vizuálisan nem zöld	6%
Füledt, vizuálisan zöld	20%

Vértartalom vizsgálata műszeresen és szemrevételezéssel.

A vértartalom kimutatására irányuló vizsgálatok során három csoportban szinte azonos eredményt kaptunk (6. táblázat). Jól látható, hogy a májak vértartalma 3 csoportban közel azonos, kivéve a vágás után 2 órán belül bontott máj esetében, amelyek vértartalma alacsonyabb, de ez az eltérés nem szignifikáns ($P < 0,05$). A kapott értékek is arra utalnak, hogy a vágási technológia viszonylag magas vértartalmú májtermékeket eredményez.

6. táblázat: Az egyes máj-mintacsoportok pigment koncentrációja (mg/g máj)

Csoportok	Kontroll, nem zöld	Vágás után 24 h után bontott	Vágás után 2 h után bontott	Fagyasztott, zöld
n	5	10	10	10
átlag ± szórás	0,89 ± 0,16	0,89 ± 0,17	0,74 ± 0,10	0,83 ± 0,11

Mikrobiológiai vizsgálat.

A mikrobiológiai vizsgálatok eredménye szerint a májak csaknem sterilek, ami nagyon nagy technológiai tisztaságra utal. Nem kaptunk pozitív eredményt sem a β -glükurondiáz pozitív E. coli, az Enterobaktériumok, a Staphylococcusok, a Clostridiumperfringens, és a Pseudomonasok számát meghatározó vizsgálatok során, ezért a zöldülés mikrobiológiai eredetű hátterét kizártuk. Fontos megjegyezni, hogy a mikrobiológiai vizsgálatot nagyobb máj-darabokból elvégzett, úgynevezett stomacher homogenizálás előzte meg, mely művelet során jelentősebb mennyiségű vér vált láthatóvá. Ez az információ szintén megerősíti hipotézisünket.

Következtetések és, javaslatok

Következtetésképpen megállapítható, hogy az általunk vizsgált libamáj zöldülése nem mikrobiológiai eredetű, a jelenség háttérben, primer tényezőként a hiányos elvéreztetés állhat. Azoknál a májaknál, amelyek szemmel láthatóan véresebbek voltak, és a fülledés-vizsgálat is pozitív eredményt adott, a zöldülés is nagyobb valószínűséggel következett be. A műszeres színvizsgálat eredményei alapján megfigyelhető volt, hogy a zöld elszíneződést mutató májakon mért L, a és b-értékek közül elsősorban az a-érték vizsgálati időpontról-időpontra fokozatosan csökkent. Eredményeink alapján a probléma kiküszöbölésére megoldás lehet egy aerob technológiával történő termékcsomagolás (pl. védőgáz), illetve a véreztetés tökéletesítése, amennyiben az üzemi technológiába beilleszthető. Jövőbeni vizsgálataink célja lehet a hűtési technológia vizsgálata, és a hűtési körülmények (hűtési sebesség, hűtési hőmérséklet) optimalizálása.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a GOP-1.1.1-09/1-2010-0199 és a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0019 számú projektek finanszírozásával valósult meg.

Felhasznált szakirodalom

- 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.
- GENÉVE, JUILLET, (1924) Recueil des Travaux et Compte Rendu de Séances, Cambridge, the *Univ. Press*, 67-69 .
- GILL, C.O. (1984), Microbialinteractionsinmeats, In Brown MH, MeatMicrobiology, London, *Applied Science* 225-264
- Colourdefectsinmeats – Part2: Greening, Pinking, Browning and Spots, *In: Meattechnology update*, 2006 december