



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

**HÚSMINŐSÉG, MÁRVÁNYOZOTTSÁG ÉS HÚS-ZSÍR ARÁNY ÖSSZE-
FÜGGÉSÉNEK VIZSGÁLATA**

Surányi József

Budapest

2025

A doktori iskola

Megnevezése: Élelmiszertudományi Doktori Iskola

Tudományága: Élelmiszertudományok

Vezetője: Simonné Dr. Sarkadi Livia
Egyetemi tanár, DSc
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Témavezető: Dr. Friedrich László Ferenc
Egyetemi tanár, PhD
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék
és
Dr. Kovács Zoltán
Egyetemi tanár, PhD
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Élelmiszeripari Méréstechnika és Automatizálás Tanszék

A doktori iskola- és a témavezető jóváhagyó aláírása:

A jelölt a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, a műhelyvita során elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, ezért az értekezés védési eljárásra bocsátható.

.....

A Doktori Iskola vezetőjének jóváhagyása

.....

A témavezető jóváhagyása

TARTALOMJEGYZÉK

1	Bevezetés.....	1
2	Cél.....	3
3	Irodalmi áttekintés	4
3.1	A húsmínőség jelentősége az élelmiszerláncban	4
3.2	A húsmínőség fogyasztói preferenciái	4
3.2.1	A friss húsok piaci dinamikái.....	5
3.3	A húsok intrinzik és extrinzik minőségi paraméterei, azok jellemzői.....	6
3.3.1	pH	6
3.3.2	Szín	6
3.3.3	Állomány	7
3.3.4	Íz, illat.....	7
3.3.5	Víztartó képesség	8
3.3.6	Zsírtartalom.....	9
3.3.7	Intramuszkuláris zsír	9
3.3.8	Az intramuszkuláris zsír kialakulása az izomban	11
3.3.9	Az intramuszkuláris zsír zsírsavösszetétele	12
3.3.10	A márványozottság mértékét befolyásoló tényezők.....	13
3.4	A húsipari feldolgozás hatása a húsmínőségre.....	17
3.4.1	Vágás előtti menedzsment	17
3.4.2	A vágás és az azt követő gyakorlatok.....	18
3.5	Sertés- és marhahús minősítési rendszerek a világ különböző régióiban.....	18
3.5.1	Sertéshús minősítési rendszerek.....	19
3.5.2	Marhahús minősítési rendszerek	20
3.5.3	A minősítési rendszerek közös vonásai és különbségei	24
3.5.4	A SEUROP-rendszer alkalmazása	26
4	Anyag és módszer.....	36
4.1	Anyag	36
4.1.1	Sertéshús	36
4.1.2	Marhahús	36
4.2	Vizsgálati módszerek.....	36
4.2.1	Márványozottság	37
4.2.2	Érzékszervi bírálat.....	37

4.2.3	Műszeres állományvizsgálat	37
4.2.4	Szárazanyag-tartalom mérés	38
4.2.5	Víztartó képesség	38
4.2.6	Sütési veszteség.....	38
4.2.7	pH-mérés.....	38
4.2.8	Színmérés.....	39
4.2.9	Statisztikai értékelés	39
5	Eredmények.....	41
5.1	SEUROP és márványozottság szerinti összehasonlítás sertéskaraj esetében	41
5.1.1	Sertéskaraj érzékszervi jellemzők szerinti vizsgálatok eredményei	41
5.1.2	Sertéskaraj műszeresen mért jellemzők szerinti vizsgálatok eredményei	54
5.2	SEUROP és márványozottság szerinti összehasonlítás marhahátszín esetében	72
5.2.1	Marhahátszín érzékszervi jellemzők szerinti vizsgálatok eredményei	72
5.2.2	Marhahátszín műszeresen mért jellemzők szerinti vizsgálatok eredményei	84
6	Következtetések és javaslatok	103
7	Új tudományos eredmények.....	110
8	Összefoglalás.....	113
8.1	A különböző SEUROP húskihozatali osztályzatú sertéskarajmintákon elvégzett mérések eredményeinek összefoglalása.....	114
8.2	A különböző SEUROP faggyússági osztályzatú marhahátszín-mintákon elvégzett mérések eredményeinek összefoglalása.....	114
	Summary	116
	Mellékletek	
	M1. IRODALOMJEGYZÉK	
	M2. EGYÉB MELLÉKLETEK	
	Köszönetnyilvánítás	

1 BEVEZETÉS

A hús szerepe az emberiség történetében mindig központi jelentőséggel bírt, nem csupán táplálkozás-élettani szempontból, hanem társadalmi, kulturális és gazdasági vonatkozásban is. Az emberi táplálkozásban betöltött szerepe, valamint a hús előállításának módjai az évszázadok során folyamatosan alkalmazkodtak a változó életkörülményekhez, a technológiai lehetőségekhez és a fogyasztói igényekhez. E dinamikus folyamatban a húsipar és az állattenyésztés, illetve a kapcsolódó élettudományok mindig törekedtek arra, hogy a kor követelményeinek megfelelő minőségű és mennyiségű terméket állítsanak elő.

A 20. század közepéig, különösen az 1970-es évekig a húsipari törekvések egyik legfőbb célja a minél magasabb zsírkihozatal biztosítása volt, ami a kor munkavégzéséhez és táplálkozási szokásaihoz igazodott. A zsír energetikai értéke és technológiai szerepe miatt elsődleges fontosságú tényezőnek számított. Az ezt követő évtizedek azonban jelentős fordulatot hoztak, különösen a fejlett társadalmak táplálkozási szokásainak megváltozása következtében. A hangsúly fokozatosan a zsír helyett a zsírszegény hús irányába tolódott el, amely változást a fajtaszelekció és a takarmányozási gyakorlat is követte: a tenyésztési programok középpontjába a minél nagyobb hústartalom elérése került.

E változásokra válaszul az Európai Unió 1981-ben bevezette a SEUROP (gyakran EUROP vagy S/EUROP-ként említett) minősítési rendszert, amely egységes és objektívnek mondható húskihozatali besorolást biztosít a szarvasmarhák, sertések és juhok vágóhídi értékelése során. A magyarországi vágóhidakon a rendszer fokozatosan az 1990-es évek végétől került bevezetésre, először teszt jelleggel, majd az EU-csatlakozás időpontjában kötelező érvényűvé vált. Azóta is ez képezi az élőállatok árképzésének és értékesítésének alapját. Fontos azonban megjegyezni, hogy a SEUROP-rendszer valójában nem a hús minőségét, hanem mennyiségi paramétereit, azaz a húskihozatalt értékeli. Ezért bár legtöbbször "minősítésként" említik a húsipari és tudományos szakemberek, a rendszer alapvetően egy osztályozási eljárás, amely a hús-zsír arány alapján kategorizálja az állati testeket / féltesteket / negyedelt testeket.

A 2000-es évek elejére ismét paradigmaváltás következett be a húsiparban: a korábbi, mennyiségi szemlélet helyébe a minőségorientált megközelítés lépett. A globális fogyasztói igények egyre inkább a magas gasztronómiai értékekkel bíró húsok felé fordultak, amelyek érzékszervi tulajdonságaik – például íz, illat, állomány, szín, lédúság, megjelenés stb. - révén különböznek a hagyományos ipari termelésű termékektől. E trend Magyarországon is megfigyelhető.

Mindeközben az európai SEUROP-rendszer változatlanul a húskihozatali mutatókat veszi figyelembe és figyelmen kívül hagyja a húsmínőség komplex és multidimenzionális jellemzőit. Ez különösen szembeötlő akkor, amikor a világpiac más, jelentős szereplőinek - mint például az Egyesült Államok, Kína, Brazília, Argentína, Ausztrália, Japán és Dél-Korea húsmínősítési rendszereit vizsgáljuk. Ezek az országok a húskihozatali értékek mellett a minőségi paramétereket is hangsúlyosan figyelembe veszik, különösen az intramuszkuláris zsír, azaz a márványozottság mértékét. A márványozottság ugyanis kulcsfontosságú tényező nemcsak a hús érzékszervi élvezeti értékének megítélésében, hanem piaci értékében és exportpotenciáljában is.

A jelenlegi európai gyakorlatban azonban nem ismert teljes körűen, hogy a SEUROP-rendszer szerinti hús-zsír arány, faggyúborítottsági (faggyú = kérődző állatok zsírja) besorolás milyen kapcsolatot mutat a hús márványozottságával, továbbá az érzékszervi és minőségi paraméterekkel.

A húsmínőség és a húskihozatali paraméterek közötti kapcsolat mélyebb megértése nemcsak tudományos szempontból hiánypótló, hanem közvetlen gazdasági hatással is bír. A minőségi húsok iránti kereslet növekedése ugyanis új lehetőségeket teremt az állattenyésztés és a húsipar számára, miközben előtérbe helyezi a fenntarthatóság, a hatékonyság és a versenyképesség kérdéseit. Ahhoz azonban, hogy a minőségi húsok megbízhatóan elkülöníthetők legyenek a tömegtermelésből származó termékektől, tudományosan megalapozott, objektív és reprodukálható értékelési rendszerekre van szükség, amelyek figyelembe veszik a nemzetközi trendeket, a legfrissebb szakirodalmi forrásokat és az eltérő minősítési gyakorlatokat is.

2 CÉL

Az elmúlt évtizedek során ambivalens változás figyelhető meg a fogyasztók húsfogyasztással kapcsolatos preferenciáiban: míg táplálkozástudományi szempontból előtérbe kerültek az alacsony zsírtartalmú húsok, addig az érzékszervi élmény szempontjából továbbra is elvárás a hús megfelelő zsírtartalma, különösen az intramuszkuláris zsír jelenléte, amely a porhanyósságot, a szaftosságot és az ízletességet pozitívan befolyásolja. E kettősség a különböző nemzetközi húsminősítési rendszerek kialakításában és alkalmazásában különböző módon érvényesül.

Jelen kutatás célja annak vizsgálata, hogy az Európában széles körben alkalmazott SEUROP húsminősítési rendszer mennyiben tükrözi a fogyasztók érzékszervi minőséggel, ezek közül is elsősorban a márványozottsággal kapcsolatos elvárásait. Ennek érdekében az objektív mérési adatok mellett számos szubjektív vizsgálati módszert is alkalmaztam, amelyek megbízhatóságát és reprodukálhatóságát képzett szakemberek bevonásával, valamint nemzetközi vizuális sablonok segítségével biztosítottam.

Munkám során segítségül hívom a statisztikai módszereket az eredmények feldolgozásához, ugyanakkor elsődleges célom az, hogy hústudományi szempontok alapján értékeljem a vizsgált paraméterek közötti eltéréseket (varianciákat).

A kutatás célja továbbá annak feltárása, hogy létezik-e olyan, a SEUROP-rendszer által értékelt paraméter, amely szignifikáns kapcsolatot mutat a fogyasztói érzékszervi minőséggel, ezen belül is a márványozottsággal. Célom volt annak meghatározása is, hogy hol és milyen módszerrel végzett mintavétel alkalmas leginkább a hús valódi étkezési értékének előrejelzésére a márványozottság tekintetében. Kutatásom célja nem a SEUROP-rendszer elvetése, hanem tudományos alapú kritikai vizsgálata, amely hozzájárulhat a rendszer továbbfejlesztéséhez és a fogyasztói elvárásokhoz való közelítéséhez.

3 IRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1 A húsminőség jelentősége az élelmiszerláncban

Az elmúlt két évtizedben világszerte nőtt a húsfogyasztás. A folyamatosan gyarapodó népesség - amely 2050-re várhatóan eléri a 9,7 milliárdot (United Nations, 2022) - egyre nagyobb igényt támaszt a fehérjedús élelmiszerekre, különösen a húsokra. A húsipar egyik fő kihívása, hogy a növekvő keresletet fenntartható módon elégítse ki, miközben megfelel a modern fogyasztói elvárásoknak.

A különböző állategészségügyi válságok, valamint a WHO 2015-ös figyelmeztetései a vörös és feldolgozott húsek rákkeltő hatásairól új szemléletet alakítottak ki a húsfogyasztás kapcsán. Erősödött az élelmiszerbiztonság iránti aggodalom, a piac komplexebbé vált, és ez a fogyasztásra és az árakra is jelentős hatást gyakorolt. A fogyasztói trendeket ma már egyre inkább a hús minőségével és biztonságával kapcsolatos észlelések határozzák meg (Teixeira et al., 2019).

A húsfogyasztás sok országban a társadalmi és gazdasági presztízs szimbóluma. A gazdasági növekedés és az egy főre jutó húsfogyasztás között pozitív összefüggés van; a jobb társadalmi-gazdasági helyzetű emberek jellemzően több és jobb minőségű húst fogyasztanak. Az FAO adatai szerint a globális húsipari termelés 1990 és 2022 között 179 487 ezer tonnáról 337 180 ezer tonnára nőtt. Ezzel párhuzamosan az egy főre jutó húsfogyasztás is emelkedett: 1990-2013 között 33,45 kg-ról 43,22 kg-ra, míg 2010-2019 között 41,54 kg-ról 43,16 kg-ra ("FAOSTAT," n.d.).

A húsfogyasztás várhatóan tovább növekszik, különösen a fejlődő országokban, a népesség- és jövedelemnövekedés hatására. A vásárlási döntések azonban szorosan összefüggenek a fogyasztók húsminőségéről alkotott véleményével (Orou Seko et al., 2020). Az emberek nemcsak biztonságos és ízletes, hanem egyre magasabb minőségű termékeket keresnek - még ha a „minőség” fogalma kultúránként, társadalmanként vagy egyénenként eltérő is lehet (Henchion et al., 2014).

A hús minősége így meghatározó tényező az élelmiszerláncban, mivel befolyásolja a termelés, a feldolgozás és a fogyasztói elégedettség számos aspektusát. Az alábbiakban a legfontosabb szempontokat foglalom össze.

3.2 A húsminőség fogyasztói preferenciái

A húsminőség fogalmát a fogyasztói nézőpontból a minőségértékelés pillanata határozza meg. A fogyasztók a vásárlás pillanatában alakítják ki elvárásaikat a minőséggel kapcsolatban, míg a ténylegesen megtapasztalt húsminőség az elkészítés és a fogyasztás során válik

nyilvánvalóvá. A tapasztalt minőség tehát az elvárások megerősítésén vagy elutasításán alapul (Banović et al., 2009). A minőségértékelés különböző pillanatai különböző minőségi jelzésekhez kapcsolódnak, amelyeket a fogyasztók észlelnek. A szakirodalomban ezeket a fogyasztói döntéseket befolyásoló jellemzőket belső (intrinzik) és külső (extrinzik) tényezőkként határozzák meg (Rajic et al., 2021).

A tipikus **belső (intrinzik) jellemzők** a termék **fizikai megjelenésén alapulnak**, friss húsok esetén ilyen többek között a szín, az illat, az állomány, a zsírtartalom és a márványozottság. (Ardeširi et al., 2019; Boito et al., 2021). A belső (intrinzik) jellemzők másik típusát a **tapasztalati és a meggyőződésen alapuló** jellemzők alkotják (Henchion et al., 2014). A tapasztalati belső minőségi jellemzők olyan tulajdonságok, amelyek a fogyasztás pillanatában észlelhetők, például az illat, íz, szaftosság, omlósság, frissesség stb. A meggyőződésen alapuló belső minőségi jellemzők olyan tulajdonságokat tartalmaznak, amelyek az egészségre és az előállítási folyamatra vonatkozó előnyökkel kapcsolatosak, és kielégíthetik a fogyasztók erkölcsi és etikai igényeit. Ilyen például az, hogy a termék mennyire egészséges, valamint milyen a tápértéke (Argemí-Armengol et al., 2019; Hocquette et al., 2012).

A **külső (extrinzik) minőségi jelzések** olyan, a termékhez kapcsolódó tulajdonságok, amelyek alapján a fogyasztók első benyomást alkotnak a vásárlás pillanatában. A hús esetében ilyen külső minőségi jelzések lehetnek a csomagolás típusa (pl. vákuumcsomagolt, tálcás, fóliázott), származási hely (pl. „magyar sertéshús”), az állat fajtája, az állattartás módja (pl. ökológiai gazdálkodásból származó (bio), szabadtartású, GMO-mentes), tanúsítványok (pl. állatjóléti tanúsítványok, Nemzeti Parki Termék védjegy), Hagyományok-Ízek-Régiók (HÍR), Kiváló Minőségű Élelmiszer (KMÉ) védjegy, a márkanév, a termelő hírneve, az ár (általában jobb minőséget társítanak a fogyasztók a magasabb árhoz), vagy egyéb bizalmat erősítő marketing információk (szöveg vagy kép a csomagoláson vagy hirdetésekben (pl. „háztáji íz”, „boldog csirke”), akár egy minősítési rendszer is (Dashdorj et al., 2015; Henchion et al., 2014; Hocquette et al., 2012; Mahbubi et al., 2019, Kovács Á. et al., 2007).

3.2.1 A friss húsok piaci dinamikái

Az etikai kérdések, az állatjólét és a környezeti fenntarthatóság egyre fontosabbá válnak. Az egészségügyi aggodalmak és demográfiai változások is befolyásolják a keresletet. Egyre többen választanak fehér húsokat, különösen baromfit, egészségügyi és környezetvédelmi megfontolásokból. Bár a húsipart gyakran a környezeti károkkal hozzák összefüggésbe, sok országban továbbra is nő a fogyasztás. Whitton et al. (2021) elemzése szerint 2000 és 2019 között több országban már elérték a húsfogyasztás csúcsát, míg a feltörekvő gazdaságokban továbbra is

növekedés tapasztalható, az emelkedő jövedelmek és a jobb hozzáférhetőség miatt. Vizsgálatuk alátámasztotta a szoros kapcsolatot az egy főre jutó GDP és húsfogyasztás között a fejlődő országokban, míg a fejlett országokban ilyen összefüggés nem volt megfigyelhető. Ez a kettős tendencia a jövő húsfogyasztási irányait is formálja. Arról sem szabad megfeledkezni, hogy a túlzott húsfogyasztás káros lehet az egészségre, a környezetre és az állatjólétre (Marinova & Bogueva, 2019)

Az OECD-FAO ugyanakkor 2028-ig további növekedést prognosztizált, amit befolyásolhat a termelést korlátozó tényezők, mint az éghajlatváltozás, ivóvizek elérhetősége, a járványok (OECD & FAO, 2023).

A hús továbbra is alapvető szerepet fog betölteni az emberi táplálkozásban, mivel kiváló minőségű, teljes értékű fehérjeforrás, amely elengedhetetlen az izomzat fenntartásához, valamint számos létfontosságú mikrotápanyagot - például vasat, cinket, B12-vitamint - biztosít. Különösen a fejlődő országokban és sérülékeny népességcsoportoknál a húsfogyasztás hozzájárulhat a tápanyaghiányos állapotok megelőzéséhez és az élelmezésbiztonság javításához.

3.3 A húsok intrinzik és extrinzik minőségi paraméterei, azok jellemzői

3.3.1 pH

A pH-érték nem közvetlen fogyasztói húsminőségi mutatóként elvárt, mégis nagyon fontos jellemző, mert számos érzékszervi tulajdonságot befolyásol. Integrált mutató, amelyet az állat glikogéntartaléka és stresszállapota határoz meg. Az állat levágása után az izomban felhalmozódó tejsav csökkenti a pH-t. A végső pH (24 órával vágás után) 5,5-5,8 között normális, mely jelentős hatással bír a hús minőségére (Lammers et al., 2007). A pH befolyásolja a fehérjék denaturációját és az állományt. Gyors pH-zuhanás 5,8 alá az első órában PSE húsról utalhat (pale, soft, exudative — világos, puha, vizenyős), míg a 6,1 feletti magas pH DFD húst eredményez (sötét, kemény, száraz). A megfelelő pH biztosítja, hogy a hús ne veszítsen túl sok levet, ne legyen túl száraz (Peter J. et al., 2007).

3.3.2 Szín

A hús színe fontos, jól látható jellemző, amely jelentősen befolyásolja a fogyasztókat vásárláskor. Mivel a szín adja az első benyomást, kulcsfontosságú a mérés és szabályozás (Tapp et al., 2011, Tomasevic et al., 2021). A friss sertéshús színe a világos rózsaszíntől a sötétebb vöröses-rózsaszínig terjed, kívánatos értéke kb. 42-46 L* (világossági tényező). A fakó, halvány hús (L*>50) PSE-re, míg a túl sötét hús DFD-re utal (Lammers et al., 2007).

A marhahús általában sötétebb vörös, élénk meggypiros, a túl sötét barnásvörös DFD jele, amely magas pH-val és glikogén-kimerüléssel függ össze, stressz vagy éhezés miatt.

A hús színe az izom mioglobin-tartalmától és a mioglobinban lévő vas oxidációs állapotától függ.

A színmérésre általában az emberi látás érzetét legjobban tükröző, háromtengelyes CIELAB színingertér-rendszert alkalmazzák (1. melléklet), melynek paraméterei:

- *világossági tényező* (L^*): megmutatja, hogy a mért felület a megvilágító fény hány százalékát veri vissza: 0% a fehér fényből minden hullámhosszt elnyel, 100% mindent visszaver, azaz 0 a fekete, 100 a fehér.
- *vörös* ($+a^*$), illetve *zöld* ($-a^*$) *színezet*
- *sárga* ($+b^*$) és *kék* ($-b^*$) *színezet*

A CIELAB színingertérben a minták színpontjai közti színkülönbség-értékek a térbeli Pitagorasz-tétellel számolhatók ki: $\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$, ahol: $L^* = L^*_{\text{minta}} - L^*_{\text{etalon}}$, $a^* = a^*_{\text{minta}} - a^*_{\text{etalon}}$, $b^* = b^*_{\text{minta}} - b^*_{\text{etalon}}$

A ΔE^* értékek alapján 0-0,5-ig szemmel nem észlelhető, 0,5-1,5-ig szemmel alig észlelhető, 1,5-3-ig észrevehető, 3,0-6,0-ig jól látható, 6,0 felett pedig nagy színkülönbség állapítható meg.

3.3.3 Állomány

A *nyers hús* tapintásra lehet lágy vagy kemény, de a megfelelő friss hús közepesen szilárd tapintású. A porhanyósság / omlósság a *fogyasztásra kész hús* érzékszervi tulajdonsága, melyet szubjektív bírálattal vagy Warner-Bratzler-féle nyíróerővel mérnek. A mérés során kapott állományprofil analízis görbe jellemzőit a 2. melléklet mutatja.

Az állományt befolyásolja a kötőszövet, intramuszkuláris zsír és az érlelés. Az omlósság fontos élvezeti és gazdasági (ármeghatározó) tényező (Polkinghorne et al. 2010). A fogyasztónak korlátozott lehetősége van az állomány vizsgálatára vásárláskor, de az ismételt vásárlásban az állománynak fontos szerepet játszik (Clerjon et al., 2011). Számos kezelési módszer létezik ezen tulajdonság javítására (Zsarnóczay et al., 2009, Barkó et al., 2022).

3.3.4 Íz, illat

A hús íze és illata (aromája) az érzékszervi minőség része, ugyanakkor a modern fogyasztó nyersen szinte sosem eszik húst az élelmiszerbiztonsági kockázatok miatt. Fűszerezés vagy egyéb ízesítés nélkül a hús ritkán kerül terítékre; a nyers hús (pl. tatár bifsztek, carpaccio) ízét

is a hozzáadott összetevők határozzák meg. A friss hús íze ezért csak korlátozott jelentőségű: lehet kevésbé kifejezett, de ez önmagában nem hiba. Idegen vagy kellemetlen szagú vagy ízű hús nem forgalmazható, már kis mennyiségben kizáró ok. Ugyanakkor vannak olyan termék-kategóriák - például a steak -, ahol a hús saját íze és illata kifejezetten meghatározó, mert a technológia célja éppen ezek kiemelése, minimális fűszerezéssel (többnyire sóval és borssal).

A nyers hús gyenge fémes jegyekre emlékeztető aromájú, mert az intenzív illatanyagok még nem alakultak ki. Viszont számos prekursor (aminosavak, peptidok, cukrok, nukleotidok, vitaminok) tartalmaz, amelyek hőkezelés vagy fermentáció során illékony aromakomponensekké alakulnak. Több száz illékony vegyület azonosítható különböző húsokban. Az aroma kialakulásáért főként a lipidek oxidációja, a Maillard-reakció, bizonyos vitaminok (pl. tiamin) és szénhidrátok lebomlása a felelős (Amjad Sohail et al., 2022, Wang et al., 2023).

Az illat/szag a hús frissességének elsődleges indikátora, mivel a romlás jelei (mikrobiológiai bontás, baktériumok, oxidáció) először szag formájában mutatkoznak meg. (R.A. Lawrie, 2006)

3.3.5 Víztartó képesség

A hús víztartó képessége azt mutatja, mennyi nedvességet képes megtartani a vágás, feldolgozás, tárolás és konyhai kezelés során. Tehát beletartozik a friss húsból kicsepegő vagy elpárolgó víz, valamint a sütési-főzési veszteség is. Jó minőségű hús kevesebb levet enged; általános elvárás, hogy a nyers hús léeresztése ne haladja meg a 2%-ot. A víztartó képesség mértéke szorosan kapcsolódik az izomfehérjék izoelektromos pontjához (kb. pH 5,3), ahol a víztartó képesség a legkisebb. Az alacsony pH fehérjedenaturációhoz vezet, ami PSE hús esetén akár 5% feletti exudátumot okoz. Magasabb (5,8-6,0) feletti pH javítja a vízmegkötést, így az optimális pH-jú hús szaftosabb és kevesebb levet enged (Peter J. et al., 2007). A léeresztés mértékét befolyásolja a hús kidolgozási módja is, például a bőrrel vagy szalonnával fedett hús kevesebb levet veszít.

A vízmegkötést szabványos módszerekkel mérik, például gravitációs csepegési próbával, préseléssel vagy sütési veszteség mérésével. Jó minőségű hús esetén a sütési veszteség alacsonyabb (20-25%), ami lédúsabb készterméket eredményez (Grau et Hamm, 1953).

A víztartó képesség összefügg, de eltér a vízkötő képességtől. Ez utóbbi az izomfehérjék - főként miofibrilláris frakció - hozzáadott víz megkötésére való hajlama, amely főként másodlagos húsfeldolgozásban (emulziós húskészítmények) releváns; ezt a paramétert jelen kutatásomban nem vizsgáltam.

3.3.6 Zsírtartalom

A húsok zsírtartalmának tudományos vizsgálata nemcsak táplálkozás-élettani, hanem ipari és fogyasztói szempontból is kiemelten fontos. A zsír mennyisége és típusa befolyásolja a hús ízét, szaftosságát, állagát, tartósíthatóságát, felhasználhatóságát és a vásárlók megítélését.

A zsírfelhalmozódásra és a zsírprofilra különböző tényezők — genetikai háttér, takarmányozás, tartásmód, kor, vágósúly — komplexen hatnak (Michael Dikeman et al., 2014).

A zsír eloszlása anatómiai régiók alapján a következő lehet:

- **Szubkután** (bőr alatti zsír, köznyelvben szalonna). A bőr és az izomréteg között, a teljes testfelszínen kialakuló folytonos vagy réteges, vastag zsírréteg, ami jól látható a hús felületén.
- **Viszcerális** (hasi és mellüregi belső zsír, köznyelvben: háj vagy bélfodor zsír) a belek, gyomor, vese, máj, rekeszizom, cseplesz környékén lerakódó laza vagy lebenyes puha, sárgás elzsírosodott kötőszöveti réteg.
- **Intermuszkuláris** (az egyes izomcsoportok közötti zsír), ami az izompólyák mentén rakódik le jól látható zsírréteggént.
- **Intramuszkuláris** (izmon belüli zsír, köznyelvben márványozottság, nemzetközi rövidítése IMF, az Intramuscular Fat szóból). Az izomrostok közé, a hús szerkezetébe ágyazódik be. Megjelenése szerint finom, fehér vonalkák vagy pontok a vörös izomszövetben, ami márványos hatást kelt. A megjelenésen kívül a hús ízét, szaftosságát, puhaságát jelentős mértékben javítja.

A bőr alatti, a belső szervek körüli és az izmok közötti zsír a vágáskor, daraboláskor, csontozáskor késsel viszonylag könnyen lehúzható / levágható, hiszen többnyire folytonos hártvány, kötőszöveti lemezek választják el a hústól. Ezzel szemben az intramuszkuláris zsír apró zsírszecskezetekként ül a rostok és rostkötegek között, a perimysium-endomysium kötőszöveti hálójába ágyazva. Nincs éles, lehúzható határfelülete, így eltávolítása a hús szerkezetének szétrombolása nélkül nem lehetséges; aránytalan hozamvesztéssel és minőségromlással járna.

3.3.7 Intramuszkuláris zsír

A magas intramuszkuláris zsírtartalmú hús izomszövege vöröses vagy rózsaszín, benne fehér, világos krémszínű zsíros kötőszövet csíkokkal, pöttyökkel vagy foltokkal. Az ereket hullámzó, vékony és vastag csíkokból, néha elágazó vagy örvénylő mintákból áll. A zsír nem csak a

felszínen, hanem belül is beépül az izomrostok közé, ami vágáskor is jól látható, és többdimenziós, szálal „márványos” hatást kelt, hasonlóan a márványkőhöz (ld. 3. melléklet).

Intramuszkuláris zsírtartalom vs. márványozottság

Az intramuszkuláris zsírtartalom az adott izomszövet teljes zsírfrakcióját jelenti, amely az izomrostok között elhelyezkedő zsírszövetből áll. A zsírtartalom mennyiségét tömegszázalékban (g zsír/100 g izomszövet) adják meg. Az intramuszkuláris zsírtartalom objektíven mérhető paraméter (Michael Dikeman et al., 2014).

A márványozottság az intramuszkuláris zsír vizuálisan megjelenő eloszlását és mintázatát jelenti a hús izomrostjai között. Ezt az eloszlást szabad szemmel vagy képi analízis alapján értékelik, jellemzően vizuális skálák segítségével. A márványozottságot korábban csak szubjektív módon osztályozták, de a modern technológiák (pl. digitális képfeldolgozás) lehetővé teszik annak objektivizálását. A márványozottságot, pontosabban a márványozottság szintjét pontszámmal adják meg (angolul: MS - a Marbling Score).

A márványozottság fogyasztói megítélése

A márványozottság fogyasztói megítélése összetett. A professzionális fogyasztók friss hús esetén előnyben részesítik a magas márványozottságot, míg egy spanyol kutatás szerint (Font-i-Furnols et al., 2012) a nyers hús látványánál a magas intramuszkuláris zsír vizuálisan zsírosnak tűnik, csökkentve a vásárlási szándékot. Készételként viszont a magasabb márványozottság kedvezőbb szaftossági, íz- és puhasági pontszámot kapott. Általánosságban a fogyasztók a közepesen márványozott sertéshúst kedvelik, mivel az jó íz és egészséges táplálkozás egyensúlyát kínálja (Ngapo et al., 2018). Kelet-Ázsiában (Kína, Dél-Korea) gyakran a magasabb márványozottság a preferencia, míg Nyugat- és Közép-Európában az egészségtudatosság miatt inkább a közepes vagy alacsony zsírtartalom a keresett (Cesar et al., 2014). Ezek a preferenciák változnak életkor, nem, táplálkozás és piaci trendek szerint is (Font-i-Furnols et al., 2012). Ezért a tenyésztési és takarmányozási stratégiák során fontos a célpiac igényeinek megfelelő márványozottság elérése. A kívánt márványozottsági szint országonként, fogyasztónként és technológiai folyamatokként tehát eltérő lehet (Font-i-Furnols et al., 2012).

A márványozottság pozitívan korrelál a hús szaftosságával, színével, puhaságával és ízével (Stewart et al., 2021). Az intramuszkuláris zsírban magasabb arányban található többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA) az emberi egészség szempontjából kedvezőbbek a zsigeri és bőr alatti zsíroknál (Nguyen et al., 2018). Emiatt sok kutatás irányul a kérődzők márványozottságának növelésére (Le et al., 2018; Ladeira et al., 2018; Nguyen et al., 2017). Egyes piacokon

(Japán, Ausztrália, Dél-Korea) a márványozottság fontos minőségi kritérium a marhahús osztályozásában (Chen et al., 2019; Holló et al., 2018; Ladeira et al., 2018).

A márványozottságot negatív vagy pozitív módon is kapcsolatba hozták a vágott testek osztályozásával, különösen a hozam- és minőségi osztályok, valamint a marhahús-fogyasztás szempontjából (Janz et al., 2004; Moon et al., 2006; Platter et al., 2003; Polkinghorne et al., 2008; Thompson et al., 2001).

A márványozottság mérése

A márványozottság kulcsfontosságú tulajdonság a hústermékek esetében, amely közvetlenül befolyásolja a fogyasztók vásárlási döntéseit. Számos fejlett országban a márványozottság mértéke a húsminőség értékelésének egyik fő mutatója, amely gyakran szoros kapcsolatban áll az árral. Az optimális márványozottság mértéke országonként, fogyasztónként és technológiánként is eltér (Font-i-Furnols et al., 2012). Ennek megfelelően több országban kidolgozták a márványozottság értékelésére szolgáló szabványokat és módszereket. Jelenleg a vizuális elbírálás a húsipar által leggyakrabban alkalmazott módszer, emellett a kémiai elemzés is széles körben elterjedt standard technikaként. Mindkét eljárás hátránya a szubjektivitás és az időigényesség (Arnet 1998; Ferguson 2004).

E korlátok leküzdésére több műszeres technikát fejlesztettek ki a gyors, online márványozottsági osztályozás céljából. Különböző irodalmakat összegezve (Su et al., 2014; Altmann és Pliquett 2006; Pereira et al., 2013; Jackman et al., 2009; Lakshmanan et al., 2012; Clelland et al., 2014; Liu és Ngadi 2014) táblázatba rendezve foglaltam össze a márványozottság mérésére alkalmazott módszereket (4. melléklet).

3.3.8 Az intramuszkuláris zsír kialakulása az izomban

Hagyományosan úgy tartották, hogy a zsírraktárak feltöltődése sorrendben zajlik: először a hasüregi, majd a bőr alatti, az izmok közötti, végül az intramuszkuláris zsír gyarapodik, utóbbi főként a hízlalás vége felé nő számottevően. Újabb kutatások szerint azonban ezt a hierarchiát nem csak genetikai, hanem fajta, ivar, takarmányozás és környezeti tényezők is befolyásolják. Különösen a táplálás és tartástechnológia megfelelő megválasztásával növelhető az intramuszkuláris zsír aránya anélkül, hogy túlzott zsírfelhalmozódás jelentkezne a hasított testen (Don V. Nguyen et al., 2021).

A márványozottság főként az intramuszkuláris zsírsejtek számának (hiperplázia) és méretének (hipertrofia) növekedésén keresztül alakul ki. Harris et al. (2018) kiemelte, hogy a sejtszám

növekedése a magzati és újszülöttkori szakaszban alapozza meg a későbbi sejttérfogat növekedést.

Az intramuszkuláris zsír adipocitákból (zsírsejtekből) áll, melyek az izomrostokat elválasztó perimysiumban, kisebb részben az endomysium körül helyezkednek el. A márványozottságot az adipociták száma, mérete és eloszlása határozza meg.

Az intramuszkuláris zsír lerakódását számos genetikai, táplálkozási és tartástechnológiai tényező szabályozza (Chen et al., 2019; Hocquette et al., 2010; Wang et al., 2009, Bosch et al., 2012). Ezért az adipogenezis (zsírsejtképződés) és lipogenezis (zsírképződés) mechanizmusainak megértése kulcsfontosságú a marhahús márványozottságának javításában.

A felnőtt állatok márványozottsága az intramuszkuláris zsírsejtek számától és méretétől függ, melyeket jelentősen befolyásol a magzati és korai posztnatális szakasz (Zhu et al., 2008). A környezeti tényezők, például a táplálkozás, epigenetikai úton (a DNS-sorrend megváltoztatása nélkül, a gének ki- és bekapcsolását szabályozva) változtatják meg a génexpressziót (génkifejeződést), így a zsírsejtek differenciálódását és szaporodását. A márványozottság és zsírsavprofil szabályozása az anyai hatásokkal kezdődik, melyek a magzati génexpressziót modulálják.

A kifejlett adipociták metabolikusan aktívak: triglicerideket vesznek fel, szintetizálnak, raktároznak, illetve lipolízissel lebontanak. Az intramuszkuláris zsír felhalmozódása ezen folyamatok - zsírfelvétel, szintézis és lebontás - egyensúlyától függ. Ha a szintézis és felvétel meghaladja a lebontást, az adipociták növekednek, és márványosabb húst eredményeznek. E folyamatokat számos enzim és metabolikus útvonal szabályozza.

Érdekes, hogy halak izomzatában a trigliceridszintézis alacsony, szinte nincs, így ott más szövetek és szervek veszik át a zsír raktározásának szerepét (máj, belső szervek, bőr alatti szövetek). A monogasztrikus állatok (pl. sertés) és kérődzők között is metabolikus különbségek vannak: kérődzőkben a bennőmikrobák hidrogéneznak telítetlen zsírsavakat, így a marha intramuszkuláris zsírja szilárdabb, telítettebb, míg a sertés zsírja lágyabb és telítetlenebb (Hocquette JF et al., 2010).

3.3.9 Az intramuszkuláris zsír zsírsavösszetétele

A márványozottság minőségét nemcsak mennyisége, hanem kémiai összetétele is jellemzi. Az intramuszkuláris zsír főként trigliceridekből áll, melyek különböző hosszúságú és telítettségű zsírsavakat tartalmaznak. Marhahúsban több mint 20 zsírsavat azonosítottak, ezek közül 6 teszi ki a teljes zsírsavtartalom 92%-át: olajsav (C18:1, egyszeresen telítetlen), palmitinsav (C16:0, telített), sztearinsav (C18:0, telített), linolsav (C18:2, többszörösen telítetlen), palmitoleinsav

(C16:1, egyszeresen telítetlen) és mirisztinsav (C14:0, telített). Ezek aránya jellemzően 44% telített, 45% MUFA és 5% PUFA. A kérődzők intramuszkuláris zsírja tartalmaz konjugált linolsavat (CLA) is, amely a bendőbeli biohidrogénezés köztes terméke és egyes izomerjei kedvező egészségügyi hatásúak (pl. antikarcinogén). Kis mennyiségben páratlan szénatomszámú zsírsavak (C15:0, C17:0) is jelen vannak, melyek a bendő propionsavából származnak (Troy et al., 2016).

A sertéshús intramuszkuláris zsírja általában telítetlenebb, mivel a sertés takarmányában lévő növényi olajok telítetlen zsírsavait építi be. Sertésnél több olajsav és linolsav, kevesebb sztearinsav található, ezért zsírja puhább, alacsonyabb olvadáspontú. CLA csak nyomokban fordul elő (pl. CLA-t tartalmazó takarmány esetén). A zsírsavösszetétel befolyásolja a hús táplálkozási-élettani megítélését: magasabb olajsav-tartalmú (MUFA-dús) húsok kedvezőbbek lehetnek a vérkoleszterinszint szempontjából, mint a telített zsírsavban gazdag húsok. Ugyanakkor a sertés intramuszkuláris zsír PUFA/MUFA arányának túlzott növekedése (például kukoricadús takarmány hatására) rontja a zsír stabilitását és ízét, ezért takarmánykiegészítőkkel (pl. E-vitamin, antioxidánsok) védik az avasodástól (Sheard, P. R et al., 2000).

3.3.10 A márványozottság mértékét befolyásoló tényezők

Fajta

Az intramuszkuláris zsírtartalom sertésben jelentős, genotípusfüggő variabilitást mutat. Egy hazai vizsgálat (Nyíri, 2014) szerint a Magyarországon intenzív árutermelésben tartott genotípusok intramuszkuláris zsírtartalma jellemzően 1,5-3,5%(m/m) tartományban helyezkednek el; a vizsgált genotípusok közül a duroc mutatta a legmagasabb átlagos értéket.

Az őshonos magyar mangalica húsa kiemelkedően magas és egyenletes zsíreloszlású. Kutatások szerint a mangalica izomzatában az intramuszkuláris zsír aránya elérheti a 7-8%-ot (Holló et al., 2003).

Nyugati hússertések, mint yorkshire és landrace, 1-2%-os zsírtartalommal rendelkeznek, míg ázsiai vagy hagyományos fajták, pl. kínai laiwu, 13,8-18%-ot érnek el (Tyra et al., 2012; Peng et al., 2025). Más kínai fajták (Erhualian, Bama) 10%-ot mutatnak, míg duroc átlagosan 2,2%-ot. Kereskedelmi sertéshúsban általában 1-3% intramuszkuláris zsír fordul elő, optimális élvezeti érték 2,5-3% (Tyra et al., 2012).

Húsmarhák esetében az intramuszkuláris zsír genetikai tényezők által szabályozott (Shahrai et al., 2021; Zhang et al., 2018). Wagyu hosszú hátizma 31,8-37,8%-os zsírtartalmú (Irie et al.,

2011; Yamada et al., 2020), Hanwoo 13,3-19,7% (Beak et al., 2021; Choi et al., 2013). *Bos taurus* fajták magasabb intramuszkuláris zsírt mutatnak, mint *Bos indicus* (Flowers et al., 2018); Hereford 8,3% (Greenwood et al., 2015), Angus 6,5-7,5% (Liu et al., 2021; Detweiler et al., 2019), Brahman és Nellore <5% (Cesar et al., 2014).

A magyartarka szarvasmarha húsa jellemzően mérsékelt márványozottságú. A hosszú hátizomban az intramuszkuláris zsírtartalom viszonylag alacsony, általában 2-3% körüli a fiatal bikák esetében. (Holló et al., 1998). Egy hazai vizsgálat több húsmarhafajta összehasonlításával azt találta, hogy az Angus, a magyar szürke és a magyartarka fajtájú bikák hújának intramuszkuláris zsírtartalma hasonló nagyságrendű (Holló et al., 2009).

Nem (ivar), hormonális státusz

A nőivarú vagy kasztrált szarvasmarhák intramuszkuláris zsírtartalma általában magasabb, míg az ivarérett bikák izmaiban kevesebb zsír található azonos vágási súly, életkor és takarmányozás mellett (Harper & Pethick, 2004; Zhang et al., 2010). Ezen kutatások szerint az nem az ivar befolyásolja jelentősen az intramuszkuláris zsír mennyiségét, zsírsavprofilját vagy a qinchuan marhahús fizikai-kémiai tulajdonságait, hanem a nemi hormonoknak van hatása az adipociták hiperpláziájára és hipertrófiájára.

Öröklődés és genetika

Az intramuszkuláris zsír közepes örökölhetőségű tulajdonság. Marhában 0,3-0,5 közötti örökölhetőséget becsültek (30-50% génarányú befolyás), és sertésben is hasonló, 0,5 körüli értékeket találtak a hosszú hátizom zsírtartalmára. Ez azt jelenti, hogy szelekcióval javítható a márványozottság. A márványozottság örökölhetőségét számos szarvasmarha fajtában vizsgálták. Azonos fajta, ivar, hasonló életkorú és azonos takarmánnyal etetett állatok esetében az intramuszkuláris zsír mennyiségét különböző gének szabályozzák (Poletti et al., 2018).

Takarmányozás

Sertéseknél a takarmány zsír- és fehérjetartalma befolyásolja a zsírlerakódást, a túl alacsony fehérje és magas energia arány kedvez az intramuszkuláris zsírnak (Khounsaknalath et al., 2021). A magas energiatartalmú takarmány, különösen a keményítő, elengedhetetlen a jó márványozottság kialakulásához a szarvasmarha esetén, mivel a bendőben képződő propionát növeli a glükózellátást, ami az intramuszkuláris zsír prekursora. Abrakdús, gabonán hizlalt marhák több intramuszkuláris zsírt halmoznak fel, mint legelőn tartottak. (Don V. Nguyen, 2021)

Sertéseknél megfigyelték, hogy az extrém A-vitamin túladagolás csökkentheti az intramuszkuláris zsírt és a szarvasmarhákban az A-vitamin korlátozása növeli a marhahús márványozottságát, mivel gátolja az adipogén differenciálódást, azaz az elősejtek érett zsírséjteké alakulását (Knutson et al., 2020).

A takarmányba adott zsírok növelik az energiasűrűséget (takarmány hasznosítható energiatartalmát) és befolyásolják a hús zsírsavösszetételét; például magas linolsav bevitel növeli a PUFA arányt, ami lágyabb szalonnát eredményezhet. Béta-agonisták (pl. raktopamin) csökkentik az intramuszkuláris zsírt, míg probiotikumok javíthatják a tápanyaghasznosulást és növelhetik azt (Tyra et al., 2012).

A felesleges nettó energia bevitele kulcsfontosságú a zsírlerakódás szempontjából. Ahhoz, hogy a hizlalt szarvasmarhákban intramuszkuláris zsírlerakódás létrejöjjön, a felvett nettó energia mennyiségének meg kell haladnia a szervezet igényeit; így a márványozottság mértéke a takarmány energiatartalmának függvénye (Ladeira et al., 2016). A szerző szerint az intramuszkuláris zsírszövet nagy arányban használ glükózt zsírsavszintézisre, míg a szubkután zsírszövet elsősorban acetátot hasznosít.

A magas szintű koncentrátum (pl. rizs, árpa, kukorica, manióka stb.) etetése az egyik legnépszerűbb stratégia a nettó energia növelésére, mivel ezek az emésztőrendszerben egyszerű cukrokká és illékony zsírsavakká alakulnak, amelyek a kérődzők számára a legfőbb nettó energiaforrást jelentik. (Park et al., 2018a).

Ivartalanítás és leválasztás

Az ivartalanítás (kasztrálás) a legtöbb marhafajtánál jelentősen növeli az intramuszkuláris zsír mennyiségét, elősegítve a márványozottságot (Marti et al., 2013; Bong et al., 2012; Zhang et al., 2017; Anaruma et al., 2020). Japánban és Dél-Koreában a magas márványozottságú hús előállítására a kasztrálás széles körben alkalmazott (Gotoh et al., 2018; Chung et al., 2018a). A kasztrálás fokozza a lipidfelvételt és lipogenezist, miközben csökkenti a lipolízist, ami az intramuszkuláris zsír növekedéséhez vezet (Bong et al., 2012; Park et al., 2018b). A kasztrálás időzítése is befolyásolja a márványozottságot: a korai kasztrálás általában növeli, míg a késői csökkenti azt (Chung et al., 2018b; Marti et al., 2013; Anaruma et al., 2020).

A kasztrált állatok általában magasabb minősítést érnek el a húsmínőségi osztályozásban, például a koreai QG rendszerben (Park et al., 2018a). A kasztrálás emellett javítja a hús porhanyósságát is több fajtában, például Angus és Brahman keresztezettekben (Purchas et al., 2002; Rodriguez et al., 2014).

A szarvasmarhák leválasztásának időpontja befolyásolja a hús márványozottságát: a korai leválasztás és ezt követő magas energiatartalmú takarmányozás elősegíti az intramuszkuláris zsír felhalmozódását, így javítja a márványozottságot. Későbbi leválasztás esetén ez a hatás gyengébb, és alacsonyabb márványozottság figyelhető meg (Anaruma et al., 2020; Marti et al., 2013; Chung et al., 2018b).

Vágási kor és testtömeg

Az állat életkorával és testsúlyával nő az intramuszkuláris zsír mennyisége, de csak a növekedési időszak alatt. Fiatal, korán vágott állatok kevesebb zsírt halmoznak fel, míg hosszabb hizlalás növeli a márványozottságot, különösen olyan fajtáknál, mint a Wagyu vagy Hanwoo (Okumura et al., 2012; Greenwood et al., 2015). A genetikai adottságok, takarmányozás és tartásmódszerek is befolyásolják az intramuszkuláris zsír felhalmozódását. Pethick et al. (2004) szerint a meleg hasított testtömeg növekedése pozitívan korrelál a márványozottsággal. Li et al. (2018) kimutatta, hogy a túl hosszú hizlalás azonban csökkentheti a takarmányhasznosítás hatékonyságát, növelheti a nem kívánt faggyú felhalmozódását, és ronthatja a húsminőséget (Agastin et al., 2013; Park et al., 2018a). Gotoh és munkatársai (2009) becslése szerint az intramuszkuláris zsír növekedése arányosan jár a szubkután zsír emelkedésével, ezért hosszú hizlalás csak magas genetikai potenciállal rendelkező állatoknál javasolt.

Magas márványozottság eléréséhez hosszú hizlalási periódusok szükségesek, például a japán Wagyu 28-30 hónapos korig hizlalják (Greenwood, 2021; Chung et al., 2018). Az optimális vágási kor körülbelül 28 hónap, amikor a hizlalás sebessége és a húsminőség egyensúlyban van (Lee et al., 2013).

Stressz és egészség

A krónikus stressz számos kedvezőtlen elváltozást okozhat a húsban (Kovács L. et al., 2012). A rossz tartásmód, hőstressz, zsúfoltság kedvezőtlenül hathat a márványozottságra, részben a megemelkedett katekolamin és kortizol szint miatt, ami mobilizálja a zsírtartalékokat. A nyugodt vérmérsékletű, stresszmentes környezetű állatok általában jobban híznak és kicsit magasabb intramuszkuláris zsírtartalmat produkálhatnak. A betegségek, különösen amelyek tartósan csökkentik a takarmányfelvételt vagy a növekedést (pl. krónikus bélbetegség, légzőszervi problémák), szintén csökkenthetik a márványozottságot, mert az állat a korábbi energiaraktárakat is felhasználhatja a gyógyuláshoz, és a fejlődés üteme megtörik. Emiatt fontos a profilaxis és a jó tartástechnológia - különösen a marhahízalásban -, hogy az állat zavartalanul növekedhessen a márványosodáshoz szükséges ideig (Sant'anna AC et al., 2019).

Izomcsoport és mozgás

Végül, bár ez a gyakorlatban kevésbé befolyásolható, de tudományos szempontból érdekes: a testtáj és izomfunkció hatása. A keveset használt, mély törzsizmok hajlamosabbak a zsírraktározásra, míg a sokat dolgozó végtagizmok soványabbak. A korlátozott mozgású állatok (pl. rodeómarhák vs. hizlalt marhák) között is lehet különbség: a mozgás általában csökkenti az intramuszkuláris zsírt, mert az izmok inkább glikogént és oxidatív kapacitást fejlesztenek, nem zsírt tárolnak. Sertéseknél a szabadon tartott (legeltetett) állatok húsa rendszerint kevésbé zsíros, viszont a mozgás más minőségi paramétereket (pl. izomrost-átmérőt, kötőszövet mennyiséget) is érint. (Zhang, M. et al., 2022).

3.4 A húsipari feldolgozás hatása a húsminőségre

Az alábbiakban ismertetett technológiák a húsok intramuszkuláris zsírtartalmát, márványozottságát már alig befolyásolják; ugyanakkor számos egyéb húsminőségi paraméterre (pl. szín, vízmegkötő képesség, állomány, oxidatív stabilitás) érdemi hatást gyakorolnak, ezért rövid áttekintésük indokolt.

3.4.1 Vágás előtti menedzsment

A vágás előtti műveletek során a haszonállatok számos stresszhatásnak vannak kitéve, melyek negatívan befolyásolhatják jólétüket, egészségüket és teljesítményüket (Miranda-de la Lama et al., 2014). Ezek a tényezők - például a szállítás, terelés, a környezeti változások és társas struktúra módosulása - aktiválják a szimpatikus-adrenomedulláris rendszert és a hipotalamusz-agyalapi mirigy-mellékvesekéreg (HPA) tengelyt, ami katekolaminok és glükokortikoidok szintjének emelkedéséhez vezet, azaz egyszerre kapcsol be a vészjelző és a tartós stressz-kezelő rendszer (Eriksen et al., 2013). Az így kiváltott élettani stressz és fizikai aktivitás izomglikogénkimerülést idéz elő, ami magas végső pH-értéket és DFD-hús kialakulását eredményezi (Van de Water et al., 2003). A DFD hús feldolgozhatósága romlik, sötétebb, keményebb, magasabb vízkötő képességű, és mikrobiológiai stabilitása is gyengébb (Franco et al., 2015). Tehát kiemelt fontosságú a vágás előtti kezelési és menedzsment gyakorlatok optimalizálása, mivel a szállítás, terelés és pihentetés jelentős hatással vannak a húsminőségre, különösen a pH-ra és a sérülésekre (Sullivan et al., 2022). Bár számos vizsgálat foglalkozik ezen tényezők hatásával (Ferguson & Warner, 2008; Losada-Espinosa et al., 2018; Schwartzkopf-Genswein et al., 2012), a stresszforrások komplexitása miatt a kutatás továbbra is kihívást jelent. Mindezek ellenére a vágás előtti időszakban alkalmazott megfelelő menedzsment alapvető az állatok stresszszintjének csökkentésében és a húsminőség fenntartásában, hiszen a farmtól a vágóhídig

tartó szállítás során elkerülhetetlen stresszhatások jelentős hatást gyakorolnak a végtermék minőségére.

3.4.2 A vágás és az azt követő gyakorlatok

Az állatok vágás utáni kezelése magában foglalja a kivéreztetés utáni folyamatokat, amelyek közvetlenül befolyásolják a hús minőségét (Adzitey et al., 2012). A testfüggesztési módok és a hűtési eljárások kritikusak a hús puhaságának és ízének javításában. A kábítás minősége (pl. szén-dioxid vagy elektromos kábítás) csökkenti az izomaktivitást és a tejsavképződést, míg nem megfelelő kábítás vagy kivéreztetés sötétebb húst, gyorsabb pH-csökkenést eredményezhet, valamint a vérmaradványok lerontják a hús eltarthatóságát (Nágl, 2017; Vadáné Kovács M., 1992).

A vágás utáni első órákban kontrollált hűtés szükséges; sertésnél a gyors lehűtés (10 °C alá néhány órán belül) csökkenti a baktériumszaporodást, ugyanakkor a túl gyors hűtés, főleg a marhahúsokban hideg rövidülést okozhat (Remignon et al., 2007). Sertésnél a PSE kialakulásának elkerülése a fő cél, ezért a hőmérséklet- és pH-érték megfelelő szabályozása kulcsfontosságú (Vadáné Kovács M., 2002; Baska, F., 1973).

Marhánál a nagy tömegű izmok hidegsokk okozta zsugorodása ellen elektromos stimulációval gyorsítják a rigor mortist, lehetővé téve a kontrollált hűtést (Geletu et al., 2021a). A hűtés során a maghőmérséklet lassú csökkenése elkerülendő, hogy ne támogassa a mikrobiális növekedést és fehérjedenaturációt. Az érlelés során (száraz vagy nedves) proteolitikus enzimek bontják a fehérjéket, növelve a porhanyósságot és ízintenzitást, de tömegveszteséggel jár. Az érlelés minimuma marhánál 7 nap vákuumban, amely javítja az omlósságot és ízt (Geletu et al., 2021a).

3.5 Sertés- és marhahús minősítési rendszerek a világ különböző régióiban

A húsiparban a vágott testek minősítése (osztályozása) elengedhetetlen a termékek objektív értékeléséhez és a termelők közti elszámoláshoz. Különböző régiók eltérő rendszereket alkalmaznak, de mindegyik célja a hús piaci értékének lehető megbízhatóbb megállapítása. Nem csupán a húsok, hanem az egyes húsrészek használati értékének meghatározására is kidolgoztak értékmérő rendszereket; ipari alkalmazásuk azonban a nyersanyagok használati értékének számszerűsítésében mindeddig nem vált általánossá (Erdős, 1996). Az alábbiakban azokat a sertés- és marhahús minősítési módszereket tekintem át, melyek az EU-ban, az USA-ban, Ausztráliában és Ázsiában széles körben elterjedtek, rávilágítva a közös pontokra és különbségekre.

3.5.1 Sertéshús minősítési rendszerek

Európai Unió: Az EU-ban, így Magyarországon is a sertés vágott testeket a SEUROP-osztályozási skála szerint értékelik, mely elsősorban a húskihozatali arányra, azaz a hústartalomra épül. A betűk (S, E, U, R, O, P) a test húsosságát jelölik: S = „superior” (kiválóan húsos), P = „poor” (gyenge húsformájú), a köztes betűk pedig csökkenő húсарányt jelentenek lépcsőnként. Minden osztály 5% hústartalom-különbséget fed le. Például S osztályba a 60% feletti hústartalmú féltestek kerülnek, E: 55-60%, U: 50-55%, R: 45-50%, O: 40-45%, P: 40% alatti húsrészarány. (Csak a teljesség igénye okán jegyzem meg, hogy a sertés S kategória esetén 60% feletti a hústartalom azt jelenti, hogy a vágott, hasított test tömegének (tehát nem az élő állat tömegének) minimum 60%-a izomszövet. A maradék 40% alatti rész pedig egyéb szövet, elsősorban: zsír, csont, bőr, kötőszövet, esetleges belső szervek maradványai, pl. ha nem teljesen letisztított a vágott test). A SEUROP-rendszer nem közvetlenül méri a hús érzékszervi minőségét, csupán a test összetételét (hús-zsír arány). Ugyanakkor az EU szabályok előírják, hogy a fizetés nagyrészt ezen osztály alapján történjen, így a termelők az egyre húsosabb sertéseket preferálták az elmúlt évtizedekben (Lisiak D et al., 2025).

Amerikai Egyesült Államok: Az USA-ban jelenleg nincs olyan egységes, kötelező érvényű sertés minősítési rendszer, mint a SEUROP. Hagyományosan létezett a USDA Carcass Grade a hízósertésekre, amely No.1, No.2, No.3, No.4, illetve Utility osztályokat különböztetett meg a várható kihozatal alapján. A besorolás a hátszalonna vastagság és az izomzat fejlettsége (vastag, átlagos vagy vékony izmoltság) kombinációjából adódott. A No.1 osztály a legjobb: vékony szalonnával és jó izmossággal 60,4% feletti értékes húsrészt valószínűsít. No.2: 57-60%, No.3: 54-57%, No.4: 54% alatti négy fő húsrész kihozatal, egyre több zsírral. A Utility kategória minden olyat magába foglal, ami nem elfogadható minőség: pl. túl sovány szalonna (vékony hasaalja, ami nem megfelelő bacon-alapanyag) vagy lágy, olajos zsír (ami takarmány eredetű minőségi hiba), illetve rendellenes húsminőség. Ez a rendszer azonban ma inkább elméleti, mivel az iparág önszabályozó módon más standardokat alkalmaz. Az amerikai húsfeldolgozók és a National Pork Board / National Pork Producers Council (NPPC) vizuális minőségi szabványokat vezettek be a sertéshús színére, márványozottságára és állagára. Ilyen például az NPPC-féle színskála 1-6, a márványozottsági skála 1-10 és a keménység skála 1-5-ig. A friss piacon az optimálisnak tartott sertéshús kb. 3-as szín, 3-as szilárdság, 2-3-as márványozottság, valamint pH₄₅: 6,4-6,6 és pH₂₄: 5,7-6,1 tartományú. A feldolgozók ezeket a paramétereket tételenként ellenőrzik és prémiumot vagy levonást alkalmaznak. Egyre inkább elterjed a műszeres mérés is (pl. színárnyalat, márványozottság, pH-mérés) (U.S. Department of Agriculture, Agricultural Marketing Service, n.da.)

Ausztrália: Ausztráliában a sertésvágásoknál is a húskihozatal szerinti fizetés dívik, hasonlóan az EU-hoz. A P2 hátzsír vastagságot (a karaj felett 65 mm-re a hát középtől) és a karajizom méretét mérik, ezekből becsülik a soványhús arányát. (Anderson et. al., 2024) Nincs azonban országos egységes osztályozó skála, mint a SEUROP. A nagy húsfeldolgozók saját elszámoló rendszereket alkalmaznak. Mivel Ausztrália sok EU- tagállamba exportál, gyakran a SEUROP-kompatibilis megállapodás alapján fizetnek (Meat & Livestock Australia, 2023). Ausztráliában is felmerült az igény, hogy a sertésminősítést kiterjesszék minőségi mutatókra: kutatások folynak például az intramuszkuláris zsírtartalom gyorsmeghatározása CT-vel vagy MRI-vel, mivel a hagyományos rendszerek nem honorálják a magas intramuszkuláris zsírtartalmú (ízletesebb) sertéshúsokat.

Ázsia: Itt sincs egységes regionális minősítési rendszer, de az egyes vezető húsfogyasztó országok saját szabályokat alkalmaznak. Kína, mint a legnagyobb sertéshús-termelő és -fogyasztó, hagyományosan a hústartalom alapján értékeli a vágásokat (régebben a kínai piacon is a zsírtmentes sertéshús volt az ideális, azonban nő az igény a jobb étkezési minőségű húsokra, különösen a magasabb jövedelmű fogyasztói szegmens számára). Japánban a sertéshús piaca ismert a kiváló minőségű, márványozott sertéshúsokról (pl. „KUROBUTA” - Berkshire fajtájú fekete sertés húsa). Nincs azonban olyan formális, minden vágóhidat lefedő állami osztályozás, mint marhánál. A japán vágóhidak a NPB/Japán színskálát és márványozottsági skálát alkalmazzák, hasonlóan az USA-hoz. A japán piacon a világos, de nem túl fakó, jól márványozott sertéshús kapja a legmagasabb árat. Követelmény, hogy a kiváló kategóriájú karaj min. 2-es márványozottságú legyen és a húsa ne legyen PSE-s. Dél-Korea is kialakította saját sertés minősítési programját a Hanwoo marha mintájára, de kevésbé formalizált: egyes nagy disztribútorok csillagrendszert vezettek be a csomagolt friss sertésnél, kombinálva a húsformát (vastag karaj, vékony szalonna) és a minőségi mutatókat (szín, pH). Összességében Ázsiában a sertéshús minősége egyre inkább előtérbe kerül - pl. a koreai fogyasztók kifejezetten keresik a zsírosabb, márványos sertéshasaját a grillezéshez. (Oh, S.-H., & See, M. T. (2012).

3.5.2 Marhahús minősítési rendszerek

Európai Unió: Az EU-ban a marhahús osztályozása bevezetett SEUROP-rendszer szerint történik. Ez két dimenziós értékelés: a konformáció (izom-forma) és a faggyúfedettség külön osztályozása. A konformációt S, E, U, R, O, P betűkkel jelölik (S = kiváló izomfejlettség, nagy domborulatok; P = nagyon gyenge, lapos test). Közbülső kategóriák is lehetnek (+ és - jelzéssel) bizonyos országokban, így hazánkban is a finomabb megkülönböztetésért. A faggyúborítottságot 1-től 5-ig terjedő skálán becsülik (1 = nagyon sovány, 5 = kövér, vastag faggyúrteg),

amelyet néhol alosztályokkal finomítanak (pl. 4L, 4H soványabb vagy zsírosabb 4-es osztály). Az így kapott kombináció (pl. „U3”, „R4H” stb.) adja a vágott test kereskedelmi kategóriáját. Az EU szabvány célja a hizlalás típusának objektív megítélése volt - lényegében a húskihozatait határozza meg: az izmosabb, kevesebb csontú és kevés faggyújú testek értékesebbek (Santinello et al., 2024). A rendszer nem vesz figyelembe közvetlenül olyan minőségi tényezőket, mint márványozottság vagy húsminőség; így például egy Angus marha és egy Holstein fríz bika hasonló konformációjú teste ugyanabba az osztályba kerülnek, holott az Angus húsa általában márványosabb és ízletesebb. Az EU-ban azonban a marhahús értékesítése gyakran történik kiegészítő minőségi jelölésekkel (pl. fajtahonosság, tájfajták, bio, hosszú érlelésű), amelyek túlmutatnak a szabványos osztályozáson. A hivatalos elszámolásnál viszont a vágóhíd az SEUROP besorolás és a testtömeg alapján fizet. Érdeemes megjegyezni, hogy egyes EU országokban vannak nemzeti kezdeményezések az étkezési minőség jelzésére - pl. MSA bevezetése Írorszában, vagy a francia „Label Rouge”, ahol előírások vannak a fajtára, etetésre és minimális érlelési időre a minőség garantálásához. Ezek azonban nem hivatalos osztályozási rendszerek, hanem marketing minősítések.

Bár az Egyesült Államok, Brazília és az Európai Unió együttesen a világ marhahústermelésének körülbelül 47%-át adják, a legkorszerűbb osztályozási rendszer valószínűleg az ausztrál Meat Standards Australia (MSA) rendszer (Hocquette és mtsai, 2018 áttekintés). Valójában a USDA (United States Department of Agriculture) rendszere mellett az MSA-t tartják a legpontosabbnak és legegyszerűbben alkalmazhatónak a marhahús élvezeti értékének értékelésében (Polkinghorne et al. 2010; Polkinghorne et al., 2008).

A marhahús-minősítési rendszerek integrációja és fejlesztése különösen sürgető feladat az európai marhahúságazat fenntarthatósága szempontjából (Pogorzelski et al., 2020).

Az európai országokban jelenleg a vágott test minőségét az állat típusának (fiatal szarvasmarha [8-12 hónapos hím vagy nőstény], fiatal bika [nem herélt hím 1-2 éves kor között], bika, herélt bika, üsző, tehén), a vágott test súlyának, valamint a testalkati (izmoltsági) és fagrad pontszámoknak az alapján értékelik (Konarska et al., 2017). Ez a két értékelés a vágott test izmoltságának és zsírosságának vizuális felmérésén alapul, amelyet videóképfeldolgozással (VIA) vagy szakértő bírálók végeznek (Craigie et al., 2012; Rius-Vilarrasa et al., 2010).

A hússzakértők egyre inkább felismerik, hogy a SEUROP-rendszer gyenge pontja, hogy az osztályozási eredmények csak gyenge kapcsolatot mutatnak a fogyasztói szintű élvezeti értékkel, és nem tükrözik megfelelően a testösszetételt (Pabiou et al., 2011), valamint nem jó előrejelzői a fogyasztók elégedettségének sem (Bonny et al., 2016). Emiatt szakmai körökben

sürgetik a rendszer fejlesztését. Például Monteils és munkatársai (2017) öt indikátort választott ki az európai vágott testek jobb értékelésére - egyes húsrészek tömege és keresztmetszeti területe, színe, kihozatala és a márványozottság volt, amelyet az MSA és USDA rendszerek már teljes mértékben alkalmaznak.

Amerikai Egyesült Államok: Az USA-ban a marhahús minősítésének nagy hagyománya van. Két fő kategóriarendszer létezik: a minőségi osztályok (Quality Grades) és a hozam-osztályok (Yield Grades). A USDA Quality Grade a marhahús étkezési minőségét hivatott jelezni, amelyet elsősorban a márványozottság és az állat kora határoz meg. A fiatal (30 hónap alatti) marhák esetében 4 fő minőségi fokozat van a piacon: Prime, Choice, Select, Standard - csökkenő márványozottsági szinttel. Az idősebb állatok (főleg tehén, ökör) húsa a Commercial, Utility, Cutter, Canner kategóriákba sornak, amelyeket jellemzően húskészítmények gyártására használnak fel. A legjobb, USDA Prime húsok erősen márványozottak (kb. Japan BMS 5-8 ekvivalens), nagyon omlósak; a Choice kicsit kevésbé márványos, de jó minőségű, a Select pedig soványabb, korlátozott márványozottságú. A minősítést hivatalos USDA ellenőrök végzik szemrevételezéssel a 12. bordaközi metszeten, de ma már gyakran digitális kamerarendszer segíti őket, amely elemzi az intramuszkuláris zsír mennyiségét és eloszlását. Emellett figyelembe veszik a hús színét és textúráját, valamint a csontosodási jeleket a gerincen, hogy az állat korára következtessenek - fiatalnak tűnő gerinc esetén kaphat Prime / Choice / Select besorolást. A USDA Yield Grade 1-től 5-ig terjed, és a kihozatalra utal: a 1-es Yield Grade nagyon jó vágási kitermelést (sovány, izmos test) jelent, az 5-ös nagyon kövér, alacsony kitermelést. Ezt egy képlettel számolják a hátszalonna vastagság, a hátszín területe, a hasított test tömege és a vesekörüli faggyú alapján. Így az USA-ban pl. egy marha lehet USDA Choice, Yield Grade 2, ami jó minőségű, márványos hús elfogadhatóan magas kihozattal - ez preferált kategória a steakhouse-ok számára. A Quality és Yield Grade együtt határozza meg az árakat. Az amerikai rendszer specialitása, hogy a Prime / Choice kategórián belül is léteznek még más speciális programok is: pl. *Certified Angus Beef* (CAB) embléma csak akkor adható, ha az állat Angus genetikájú és Choice vagy jobb minőségű, sőt a felső 2/3-ában a Choice kategóriának (tehát a jobban márványos Choice). Ezzel a brand programok extra minőségi garanciát nyújtanak. Az USA rendszere erősen márványozottság-központú, ezzel biztosítva a konzisztens étkezési élményt: a Prime marha steakjei rendszerint kiválóan omlósak és ízletesek. A kritikák szerint viszont nem vesz figyelembe olyan tényezőket, mint az érlelés hossza vagy a takarmányozás típusa, ami szintén befolyásolja a fogyasztói élményt (U.S. Department of Agriculture, Agricultural Marketing Service, n.db.).

Ausztrália: Az ausztrál marhahús-minősítés kiváló rendszert, a Meat Standards Australia (MSA) rendszert alkalmazza. Az MSA alapja egy hatalmas mennyiségű fogyasztói kóstoltatásos adat, amely alapján egy prediktív modell számítja ki minden egyes marhahús várható étkezési élményét. Az MSA figyelembe vesz számos tényezőt: az állat fajtáját, a márványozottságot (márványozottsági pontszám 100-1190-ig terjedő skálán, 10-es lépésekben), a hús pH-ját és színét (kizárja a húshibás mintákat), az érlelési időt, sőt a sütési módszert is. Mindezek alapján minden egyes húsról egy pontszámot ad (0-100), ami megfeleltethető egy csillagokkal jelzett rendszernek: pl. 54 pont felett 3-csillagos, 64 felett 4-csillagos, 76 felett 5-csillagos minősítést kap a hús (Witt et al., 2020).

Ázsia: Itt elsősorban Japán és Dél-Korea emelendő ki, mert saját fejlett osztályozó rendszerük van. Japánban a Japanese Meat Grading Association (JMGA, Japán Húsosztályozó Szövetség) rendszere 15-féle osztályba sorolja a marhát. Két komponense van: a Yield Grade (A, B, C) és a Quality Grade (1-5). Az A, B, C a hasított test húskihozatalát jelenti (A: kitűnő, 72% feletti becsült csontozott hús hozam; B: átlagos 69% körüli; C: gyenge). A Quality Grade 1-5 négy tényező alapján dől el: márványozottság (BMS - Beef Marbling Score), hús színe és fénye, a hús textúrája (finomság, puhaság) és a zsír színe, fényessége. Mindegyikre kap az állat 1-5 pontot, és a leggyengébb határozza meg az összminőséget (ezért pl. ha a zsír sárga, akkor hiába jó a márványozottság, alsóbb osztályba kerül). A legjobb a A5 fokozat (A Yield + 5 Quality). A japán rendszer középpontjában a BMS áll, ami 1-től 12-ig terjed. A BMS 8-12 felel meg Quality Grade 5-nek (rendkívül márványos), BMS 5-7 = Grade 4, és így tovább lefele. Japánban a Wagyu fajták (pl. a Kuroge Washu féle Kobe vagy Matsusaka) akár BMS 12-t is elérhetnek, ami a világon a legmárványosabb hús. Az árak ennek megfelelően csillagászatiak a top kategóriában. A japán minősítés minden vágóhídon kötelező, és állami felügyelet alatt áll - e nélkül nem kerülhet Kobe címke egy húsról sem. (Japan Meat Information Service Center, 2025)

Koreában a japánhoz hasonló rendszert vezettek be 1990-es években: a marhát 1++, 1+, 1, 2, 3 minőségi osztályba sorolják (1++ a legjobb) a márványozottság, hús- és zsírszín, textúra alapján. Emellett van egy hozamfokozat (Yield A, B, C), nagyon hasonló a japán A, B, C pontozáshoz. A legjobb kombináció a 1++A, amit néha informálisan „1+++”-nak is emlegetnek - ezt tekintik a *Hanwoo marha Kobe A5 megfelelőjének*. A koreai marha, a Hanwoo, márványozottságban kissé elmarad a japánokétól, de kiváló ízű és a Grading biztosítja a piaci értékét (Geletu et al., 2021a).

Kína marhapiaca is alkalmaz minősítéseket, de országosan nem annyira szabályozott: jellemzően átvesszik az importőr országok rendszerét (pl. az USA-ból importált húst USDA Prime-

ként reklámozzák). Kínában a hazai termelésű marhát sokszor „Chinese Beef Grade 1,2,3” jelöléssel illetik, ami egyszerűen a vágósúly és zsírfedettség szerinti kategória, nem annyira kifinomult, mint a japán vagy koreai (Geletu et al., 2021b).

3.5.3 A minősítési rendszerek közös vonásai és különbségei

Közös elemek

- Minden rendszer célja a hús értékének egységes meghatározása és kommunikálása a termelési láncban. Legyen szó SEUROP-ról vagy USDA Prime-ről, mind azt szolgálja, hogy a vágóhid és a gazda, illetve a kereskedő közös nyelvet beszéljen a hús „minőségéről” és árára ható jellemzőiről.
- Szinte minden rendszer figyelembe veszi a hús mennyiségi mutatóit (húskihozatal, zsírfedettség) valamilyen formában. A színhúskihozatal fontos, hiszen a vevő a húsért és nem a csontért vagy zsírért / faggyúért szeretne fizetni. Az EU SEUROP és az USDA Yield Grade, AUS-MEAT yield, japán Yield Grade mind erre utalnak.
- Egyre több rendszer integrál objektív műszeres méréseket. Az EU-ban kötelezőek a kalibrált műszerek (optikai, ultrahang vagy CT) a sertésosztályozásban; a marhánál az USA és Ausztrália kamerás rendszereket alkalmaz a márványozottság és a zsír mérésére. Ez növeli a pontosságot és hitelességet, de sajnos a legtöbb rendszer, főleg a marhahús minősítési rendszer szubjektív, még mindig nagyban emberi bírálaton alapul (bár standardizált képekkel és tréninggel). A japán is vizuális (márványozottságot táblázathoz összehasonlítva pontoznak). A trend azonban mindenhol az objektív, gépi értékelés felé mozdul - például az USA-ban ma a márványozottságot gyakran automatizált (Machine Vision) rendszerek mérik és a minősítő (Grader) csak megerősíti az eredményt.
- Harmonizációs törekvések: Mivel a hús globális árucikk, van igény a rendszerek összehetőségére. Például a japán BMS és az USDA marbling score között korrelációkat állapítottak meg; az Ausztrál MSA partnereket keres világszerte, hogy egy közös nyelvet teremtsen a hús megítélésére. Emellett minden rendszer reagál a fogyasztói preferenciákra: ha a vevők a sovány húst keresték (pl. '80-as évek EU), a rendszer a sovány-ságot jutalmazta; most, hogy az minőség kerül előtérbe, több rendszer igyekszik ezt is bevonni.

Különbségek

- Fókusz - mennyiség vs minőség: A legnagyobb különbség, hogy egyes rendszerek pusztán a vágóértékre koncentrálnak (SEUROP), míg mások a fogyasztói élményre (USDA, MSA, JMGA). A SEUROP pl. nem törődik a márványozottsággal, ezzel szemben a japán rendszerben a márványozottság a legfontosabb értékmérő tulajdonság. Hasonlóképp, az MSA kifejezetten a végső ízletességet pontozza, a Yield-et pedig a vágóhídi elszámolásra hagyja külön.
- Kategóriák száma és felbontása: A SEUROP és USDA yield elég durva sávbeosztású (5-6 kategória), ezzel szemben a japán rendszer kvázi 15 kategória (A5...C1) kombinációja. Az MSA folytonos pontszámot ad (ami aztán csillagokra egyszerűsíthető). A finomabb felbontás lehetővé teszi a pontosabb árkülönbségtételt a piacon (pl. Japánban az A5 marha többszörös áron megy egy A3-hoz képest).
- Figyelembe vett tulajdonságok: Rendszerenként más. Pl.: a zsír színét - az EU vagy USA nem veszi figyelembe, de Japán/Korea igen (sőt rontja a Grade-et, ha sárga a zsír). Hús textúra/fényesség: EU/USA nem, Japán/Korea pontozza. pH: SEUROP hivatalosan nem méri, USA Grade sem, de MSA kizárja a pH>5,9 húsokat a jó kategóriából (automatikusan 3-csillag alatti). Életkor: SEUROP marhánál indirekten, a kategóriák pl. A (fiatal bika), D (tehén) elkülönülnek, de a konformációs osztályon belül a kor nem számít; USDA Quality-nél viszont a marha kora (csontosodás) része az egyenletnek.
- Kötelező vagy önkéntes: Az EU-ban jogilag kötelező a marha- és sertésosztályozás nagy vágóhidakon (heti 150 feletti szarvasmarha és napi 200 feletti sertés vágása esetén), és a hatóság felügyeli. Az USA-ban a Grading önkéntes, a vágóhidak fizetnek érte az AMS-nek, de gyakorlatilag piaci kényszer, mert minősítés nélkül nehéz értékesíteni. Az MSA szintén önkéntes, de aki fizet érte, az jelölheti MSA logóval a termékét, így drágábban adhatja el az ilyen húsokat. Japánban kötelező a hivatalos Grade minden marhára a nagykereskedelemben.
- Fogyasztói kommunikáció: A rendszerek eltérő módon jelennek meg a boltokban. SEUROP kódok a fogyasztónak nem mondanak semmit (csak a szakmai háttérben használják). Az USDA Prime / Choice azonban marketing fogalommá vált - a vásárló tudja, hogy a „USDA Choice” steak jó minőséget jelent. Hasonlóan, Japánban az A4/A5-et kommunikálják a húspultnál, a koreaiaknál az 1++ ismerősen cseng a vevőnek.

Ausztráliában az MSA csillagok egyre inkább rákerülnek a csomagolásra. Tehát a fogyasztói tájékoztatás mértéke és módja is különböző - részben kulturális okokból.

3.5.4 A SEUROP-rendszer alkalmazása

Uniós jogszabályi háttér

A sertés féltestek osztályozását uniós rendeletek írják elő és szabályozzák. Az Európai Unió közös agrárpiaci rendtartásáról szóló 1308/2013/EU rendelet rögzíti a hasított testek uniós osztályozási skáláját, beleértve a sertés SEUROP-rendszert is (a rendelet IV. melléklete). Ezen keretrendelet felhatalmazása alapján születtek meg a részletszabályok: a 2017/1182/EU bizottsági felhatalmazáson alapuló rendelet meghatározza a marha-, sertés- és juhhús hasított testek uniós osztályozási skáláinak alkalmazására vonatkozó technikai előírásokat (pl. a SEUROP kategóriák definícióit, a mérési módszerek engedélyezésének feltételeit). Emellett a 2017/1184/EU rendelet rendelkezik az alkalmazás gyakorlati szabályairól - így a vágóhidakon történő osztályozás és jelölés módjáról, a piaci árak jelentéséről és egyéb végrehajtási kérdésekről. Az uniós szabályok kötelező érvényűek minden tagállamra, de lehetővé teszik bizonyos kivételek alkalmazását - például a nagyon kis kapacitású vágóhidak mentesítését a kötelező osztályozás alól.

Magyar jogi szabályozás

Magyarországon a sertések vágás utáni minősítését és kereskedelmi osztályba sorolását az uniós csatlakozás előtt vezették be, majd a csatlakozással összhangban harmonizálták az EU-s előírásokkal. A vágóállatok vágás utáni minősítéséről szóló 75/2003. (VII. 4.) FVM rendelet teremtette meg a vágóállatok (marha, sertés, juh) vágás utáni minősítésének kereteit hazai jogszabályban. Ez a rendelet kötelezővé tette, hogy a meghatározott kapacitás feletti vágóhidakon az állatokat vágás után minősítsék, és csak minősített (osztályba sorolt) féltestek kerülhessenek forgalomba. A jogszabály bizonyos kivételeket is megfogalmazott: kis forgalmú vágóhidak mentesülhetnek a minősítési kötelezettség alól egyedi hatósági engedéllyel, illetve azok a vágóhidak is, amelyek kizárólag a saját hizlalású sertéseiket vágják le és teljes mértékben feldolgozzák (tehát a féltest nem kerül kereskedelmi forgalomba). Ezen esetekben a hús értékesítése minősítés nélkül is történhet. Ugyanakkor az országban működő nagyobb vágóhidak túlnyomó részére kiterjed a kötelező SEUROP-osztályozás, biztosítva a piaci szereplők közti egységes elszámolást.

A magyar szabályozást - az EU-s fejleményekhez igazodva - többször módosították. A legfontosabb újítás a 136/2011. (XII. 22.) VM rendelet volt, amely kifejezetten a vágósertések

minősítésének részletszabályait fektette le, és 2012. január 1-jén lépett hatályba. A vágómarhák vágás utáni minősítését, pedig a 2009 óta hatályos 14/1998. (IV. 3.) FM rendelet írja elő. A sertések minősítéséről szóló a rendelet már tartalmazta a SEUROP kategóriák definícióit a színhús arány alapján, összhangban az EU-s előírással. Előírta, hogy minden 50-120 kg közötti meleg súlyú vágósertés féltestet minősíteni kell a kijelölt módszerek valamelyikével, és a kapott színhúsarányának megfelelő S, E, U, R, O vagy P osztályba kell sorolni. (A 120 kg feletti vagy 50 kg alatti vágott testeket nem kell színhússzázalékkal minősíteni, de ezekre is jelölést kell tenni: pl. a 50 kg alatti malacokra SA osztályjel, a tenyésztésből kivont húsjellegű kocákra M1, egyéb kocákra/hízókra M2, a kanokra pedig V jelzés kerül.) A rendelet rögzítette a mérlegelés és mérés szabályait is (pl. 45 perces időkorlátot a meleg súly mérésére, hideg súly számításának módja. Kimondta továbbá, hogy a színhústartalmat becsléssel, objektív műszeres méréssel kell megállapítani, a meghatározott testtájékon mért szalonna- és izomvastagság alapján. Az alkalmazható minősítő műszerek körét ugyancsak felsorolta (ld. fentebb: FOM, IM-03, Opti-Grade, OptiScan, UltraFOM 300 stb.), és mellékletben rögzítette a hozzájuk tartozó mérési pontokat és regressziós képleteket. Az Agrárminiszter feladata lett, hogy szükség esetén kezdeményezze az egyenletek felülvizsgálatát és az Európai Bizottsággal történő jóváhagyását - ez biztosítja, hogy minden hazai változtatás megfeleljen az uniós követelményeknek.

A gyakorlatban a sertésminősítést Magyarországon független minősítő szervezetek végzik. A vágóhidaknak szerződést kell kötniük egy akkreditált minősítő szervezettel, amely biztosítja a szakképzett minősítő személyzetet és a hitelesített mérőeszközöket. A minősítőknek nem lehet anyagi érdekeltségük sem a termelésben, sem a vágóhidban, ezzel is garantálva a pártatlanságot. A minősítő a mérés után bélyegzővel látja el a féltestet: a bélyeg tartalmazza az osztályba sorolás betűjelét (S/E/U/R/O/P vagy M/V megfelelő esetben) és a minősítő egyedi azonosító számát, valamint a hatóság (NÉBIH - Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal vagy jogelőd) jelölését. Ezt a jelölést tilos eltávolítani a kereskedelmi értékesítésig vagy feldolgozásig. A minősítőknek emellett napi jelentést is készíteniük kell az összes minősített féltestről, és az adatokat (tömeg, osztály, azonosítók stb.) elektronikus úton meg kell küldeniük a NÉBIH központi adatbázisába még a vágás napján. Ily módon egy országos adatbázis gyűjti a minősítési eredményeket, ami alapot ad statisztikákhoz és piaciár-jelentésekhez is.

Magyarország az elmúlt évtizedekben többször fejlesztette sertésminősítési rendszerét. 2010-ben egy nagy szabású vizsgálat keretében új regressziós egyenletet dolgoztak ki a hazai sertésállományra, többféle műszert bevonva a tesztelésbe. A kidolgozott módszertani jelentést az Európai Bizottság elfogadta, és 2011. augusztus 16-án 2011/507/EU bizottsági határozattal

jóváhagyta a magyarországi osztályozási módszerek frissítését. E változtatások nyomán lépett hatályba 2012-ben a már említett 136/2011. (XII. 12.) VM rendelet, amely a gyakorlatba átültette az új képleteket és műszereket. A magyar rendszer szervesen illeszkedik az uniós piaci mechanizmusokba, hozzájárulva a hazai sertéságazat versenyképességéhez és a piaci információk átláthatóságához. A következőkben a vágóállat minősítés-felügyelet szabályzata (Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, 2012) alapján tekintem át a hazai sertés és marha értékelés részleteit.

SEUROP-minősítés elve sertések esetén (a vonatkozó jogszabályok alapján)

A sertés féltestek SEUROP-minősítését közvetlenül a vágást követően, a **vágóhídon** kell elvégezni. Minden vágóhídon ki kell alakítani egy **minősítő helyet** a vágóvonal mentén, ahol a mérlegelés és a műszeres mérés zavartalanul elvégezhető. A minősítés folyamata az alábbi lépésekből áll:

1. **Mérlegelés (meleg súly, pontosabban meleg tömeg)** - A levágott, zsigerelt sertés féltesteket a vágást követően azonnal lemérik (általában a két féltestet egyszerre). Uniós és hazai előírás, hogy a szúrás követő 45 percen belül sor kerüljön a mérlegelésre, mivel ekkor kapjuk a hasított meleg súlyt. Amennyiben technikai okokból ez nem lehetséges, a szabályok meghatározzák a súlykorrekció módját: minden további 15 perc késedelem után 0,1%-ponttal csökkenteni kell a mért súlyt a standard (2%-os) hideg súly levonás meghatározásakor. (A hideg súlyt általában a meleg súly 2%-kal csökkentett értékeként definiálják az első 45 percen belüli mérés esetén.)
2. **Műszeres mérés a színhústartalomhoz** - A hasított féltesten objektív műszeres méréssel meghatározzák a szalonna (zsírréteg) és a hosszú hátizom vastagságát egy előírt testtájékon. A mérési pont jellemzően a féltest hátulsó részén található: például a hasított gerincoszloptól egy adott távolságra (6-7 cm-re) a 2. és 3. utolsó borda közötti szakaszon mérik a bőr alatti szalonna és az alatta lévő izom vastagságát milliméterben. (ld. 5. melléklet) A sertés féltest kijelölt mérési pontján a szúrószonda több különböző szöveti rétegen hatol keresztül. Kívülről befelé haladva először a bőrön (*cutis*) hatol át, majd a bőr alatti zsírszöveten (szalonnarétegen), végül pedig bejut a harántcsíkolt izomszövetbe, konkrétan a méréssel érintett nagy hátizomba. A szúrószonda optikai érzékelője tipikusan a zsírszövet-izomszövet határánál érzékel először éles változást, ez jelzi a műszer számára a szalonna vastagságát (BF). Ezt követően a szonda hegye áthalad a *Musculus longissimus dorsi* (hosszú hátizom, vagyis karaj) vastagságán. Ideális esetben a szúrás útja a karajizom legvastagabb részén halad keresztül, így az itt mért

izomvastagság (LD) gyakorlatilag megegyezik a teljes keresztmetszeti izommagassággal. A szonda a hosszú hátizom alsó határáig hatol, ami a sertés esetében a gerincoszlop csontos képleteinél van - ez lehet a borda csontja vagy a csigolya tövisnyúlványa, attól függően, pontosan hol halad a szúrás. A szúrószonda a karajizmon áthatolva a csigolya melletti kötőszövetes résznél bukkan ki. Ez a mélység felel meg az izomvastagság mérési értékének. (ld. 6. melléklet) Érdemes megjegyezni, hogy egyes esetekben - például, ha a mérőszonda kissé pontatlanul kerül beszúrásra - előfordulhat, hogy a szúrási csatorna érint más izomcsoportot is (pl. a bordaközi izmokat vagy a *Musculus spinalis* egy részét), de az elfogadott mérési hely szabatos betartásával biztosítható, hogy a mért izomvastagság döntően a karajizom méretét tükrözze (Reckels, B. et al., 2020).

A mérést engedélyezett minősítő eszközzel végzik. A sertés minősítésre Európa-szerte többféle mérőeszközt használnak, de működési elvüket tekintve két fő típusuk van: optikai (fényreflexiós) szondák és ultrahangos készülékek. Az optikai szondák - mint például a Fat-O-Meater (FOM) műszer, egy hegyes érzékelő, amely áthatol a szalonnarétegen, és a visszavert fény intenzitásából állapítja meg, hogy mely rétegen halad keresztül (zsír vagy izom). Az így nyert zsír- és izomvastagság adatok alapján a beprogramozott képlet kiszámolja a hús arányát. Az ultrahangos műszerek (pl. UltraFOM 300 típus) ezzel szemben hanghullámok visszaverődése alapján mérik meg a különböző szövetek vastagságát a kijelölt ponton. A modern digitális ultrahangos berendezések előnye, hogy akár több mérési pontot vagy egy teljes szeletet is elemezhetnek, potenciálisan növelve a becslés pontosságát. Az EU által jóváhagyott készülékek között van még pl. AutoFom automata rendszer is, amely 3D ultrahang letapogatással, több tucat szenzorral méri a féltestet teljes hosszában. A legelterjedtebbek eszköz a dán FOM és az új-zélandi fejlesztésű HGP, amelyek együttesen évi több tízmillió sertés osztályozását végzik Európában. Magyarországon 2012-től a jogszabályok kifejezetten nevesítik az alkalmazható műszereket. Ezen eszközök mindegyikéhez tartozik egy-egy hivatalosan jóváhagyott regressziós egyenlet, amely a mérési adatokból számít színhússzázalékot. Fontos kiemelni, hogy a minősítő berendezéseket rendszeresen karban kell tartani és hitelesíteni, a minősítést pedig képzett, független minősítők végzik - így biztosítva az eredmények megbízhatóságát és pártatlanságát a felvásárlási folyamatban.

3. **Színhússzázalék-becslés és osztályba sorolás** - A műszer által mért paraméter(ek) alapján egy előre meghatározott regressziós képlet számítja ki a féltest becsült színhústartalmát (izomhányadát). E képlet jellemzően lineáris összefüggés, amely figyelembe

veszi a zsír- és izomvastagságot. Az így kapott százalékos érték alapján a féltestet besorolják a megfelelő SEUROP kategóriába (ld. feljebb), és a minősítő a helyszínen feljegyi vagy rábélyegzi a féltestre a kapott osztályjelölést. A jelölésnek maradandónak (letörölhetetlen tintával vagy bélyegzővel) és jól olvashatónak kell lennie, a betűk mérete legalább 2 cm. A besorolás adatait (osztály, színhússzázalék, tömeg stb.) rögzítik és elektronikusan továbbítják a hatósági nyilvántartás felé. Ezzel a folyamat lezárul, és az osztályozott féltest további hűtésre, majd kereskedelmi értékesítésre vagy feldolgozásra kerül.

SEUROP-minősítés elve szarvasmarhák esetén (a vonatkozó jogszabályok alapján)

Minősítési kategóriák életkor és ivar szerint: Az uniós előírások alapján a szarvasmarhák hasított testeinek osztályozása a kor és ivar szerinti kategóriák meghatározásával kezdődik. Az 1308/2013/EU rendelete kimondja, hogy a közös osztályozási skálát a nyolc hónapos vagy annál idősebb szarvasmarhákra kell alkalmazni. Ennek megfelelően az EU-ban a 8 hónaposnál fiatalabb borjak hasított testeinek kereskedelmi osztályba sorolása nem kötelező; ezeket az állatokat külön jelölésként a „V” kategóriába sorolják (borjúhús). A 8-12 hónapos, fiatal szarvasmarhákat az EU egy másik kategóriakóddal, „Z” jelzéssel különbözteti meg (ún. „junior” marhahús), a 12 hónaposnál idősebb állatok pedig az alábbi fő kategóriákba tartoznak:

- A kategória: két évesnél fiatalabb hímivarú állatok (növendék bika).
- B kategória: két évesnél idősebb hímivarú, nem ivartalanított állatok (idősebb bika).
- C kategória: ivartalanított hímivarú állatok (tinó vagy ökör, életkortól függően).
- D kategória: borjazott nőivarú állatok, azaz *tehenek* (legalább egyszer ellett nőstény) E kategórián belül a gyakorlat fiatal és idősebb teheneket különböztet meg (kb. 4,5 éves korhatár szerint).
- E kategória: nem ellett nőivarú szarvasmarhák, azaz *üszők* (növendék vagy felnőtt üsző, attól függően, hogy két éves kor alatt vagy felett vannak).

Az életkori-ivar kategória betűjelét minden hasított féltesten fel kell tüntetni az osztályozás során. Ez biztosítja, hogy a kereskedelmi osztály megjelölése tükrözze az állat korát és nemét, mivel ezek hatással vannak a hús piaci értékére (például a fiatal bikák húsa más jellegű, mint a teheneké).

Testalakulási (konformációs) osztályok - S, E, U, R, O, P: A marha hasított testek izmoltságát (húsosságát) hat fő konformációs osztály valamelyikébe sorolják, amelyeket a SEUROP-

rendszer betűi jelölnek. Jelen dolgozat 1. Bevezetés c. fejezetében említett EUROP, S/EUROP, SEUROP szóhasználati különbségek oka, hogy szarvasmarhák esetén az S osztályt csak 1991-ben vezették be az EU rendszerébe a különleges húsformájú fajták (pl. a szuperizmolt fehérkék belga szarvasmarha) számára. A tagállamok dönthetnek úgy, hogy nem alkalmazzák az S kategóriát, ha náluk nem jellemző az ilyen típusú állat vágása. Az osztálybasorolás elsősorban három kiemelt testrész - a comb, a hát és a lapocka - izmoltsági formájának megítélésén alapul. Például az E osztályba jól izmolt, domború vagy telt formájú combbal, háttal és lapockával rendelkező testek kerülnek, míg az O osztályba már gyengébb, laposabb vagy homorúbb formájú testek (a P osztály pedig kifejezetten sovány, beesett formájú, izomszegény testeket jelöl). A besorolás szubjektív, de szigorú tréning és ellenőrzés mellett, szabványos leíró kritériumok alapján történik. A pontosság növelése érdekében minden fő osztály tovább bontható három alosztályra: „+” (jobb a középátlagnál), „0” (átlagos), illetve „-” (gyengébb a középátlagnál). Így összesen akár 18 különböző konformációs kategória is lehetséges (pl. U+, U0, U- stb.), ami finomítja az értékelést és pontosabb elszámolást tesz lehetővé. A gyakorlatban Magyarországon is alkalmazzák a +/- alosztályokat minden osztályban, ami a vonatkozó EU-s jogszabályok által megengedett és előírt gyakorlat. (ld. 7. melléklet)

Faggyúborítottsági (zsírossági) osztályok - 1, 2, 3, 4, 5: A marha hasított testeket a rajtuk levő zsír mennyisége alapján külön értékelik egy ötfokozatú skálán. Az 1-es faggyúborítottsági osztály a nagyon sovány, alig zsírral fedett testeket jelenti, míg az 5-ös osztály a rendkívül kövér, vastag külső faggyuréteggel borított testeket takarja. A közbenső értékek (2, 3, 4) a kis mértékben zsíros, közepesen zsíros, illetve zsíros hasított testeket jelölik. A zsírfedettség megítélésénél figyelembe veszik több testrész (különösen a combon, ágyékon, maron és a hasfalán lévő) külső zsírréteg vastagságát és eloszlását. Az EU szabvány lehetővé teszi a zsírossági fokozatok finomítását is „+” vagy „-” jelzéssel, hasonlóan a konformációs osztályokhoz. A 1-5 számmal és opcionális +/- jellel kifejezett zsírossági kategória a konformációs betűjel mellé kerül a hasított féltesten. Például egy nagyon jó húsformájú, közepesen faggyús hasított test osztályjele lehet U2, míg egy gyengén izmolt, túlságosan kövér testé P5. Az osztályozás előírás szerint meleg testállapotban történik, közvetlenül a vágás után, ezért a végső hideg súlyra vonatkozó zsírfedettségi minősítésnél standard korrekciót alkalmaznak. Fontos hangsúlyozni, hogy a SEUROP-rendszer nem terjed a húsminőségre, kizárólag a test külső megjelenéséből ítélhető mennyiségi paramétereket (hús/formaarány és zsírfedettség) értékeli. (ld. 8. melléklet)

A marha- és sertéshús SEUROP-minősítésének összehasonlítása

Bár a szarvasmarha- és a sertéshús osztályozása egyaránt az SEUROP skálát alkalmazza kereskedelmi osztályozásra, a két rendszer között jelentős különbségek vannak a minősítés szempontjai és módszerei terén. Az alábbiakban röviden áttekintem a főbb eltéréseket:

- **Osztályozási kritérium:** A vágómarhák esetében háromdimenziós minősítést alkalmaznak: figyelembe veszik az állat ivar- és korcsoportját (A, B, C, D, E kategória), a test konformációját (S-P betűk), valamint a faggyúborítottságot (1-5 számok). Ezzel szemben a vágósertéseknél a hasított test színhústartalma, azaz a becsült sovány hús aránya az egyetlen döntő tényező. A sertés féltesteknél tehát a minősítés lényege a *hús/zsír arány* meghatározása, amelyet műszeres méréssel becsülnek, és ennek alapján sorolják a féltestet a megfelelő SEUROP-osztályba. A sertéseknél nincs külön konformációs vagy külső zsírfedettségi bírálat, mivel a test alakulása és zsírossága nagyban tükröződik a soványhús százalékos arányában.
- **Mérési módszerek:** A szarvasmarhák osztályozása jelenleg túlnyomórészt szemrevételezéses, szakértői bírálaton alapul. A minősítő vizuálisan értékeli a test izmoltságát és zsírfedtségét a szabványos kategória-leírások szerint. Ezzel szemben a sertéseknél az EU előírja objektív műszeres mérési módszerek használatát. Marhák esetében is léteznek már kísérleti vagy opcionális műszeres módszerek (pl. digitális kamera a küllem osztályozására, vagy akár CT a testösszetétel mérésére), de ezek alkalmazása nem kötelező és egyelőre korlátozottan terjedt el. Az EU lehetővé teszi a tagállamoknak, hogy ilyen automata osztályozó rendszereket használjanak marhánál is, de nem írja elő kötelezően, így továbbra is a képzett minősítők értékelése a fő módszer. Fontos különbség továbbá, hogy a sertésosztályozás teljesen objektív számszerű eredményt (százalékot) ad, míg a marhánál az osztályba sorolás kategóriális jellegű (minőségi csoportokba sorolás).
- **Osztálykódok és jelölések:** A marha esetében az osztályozás összetett kód formájában jelenik meg: pl. A U3, C R4- stb., amely magában foglal egy betűt az ivar/kor kategóriára, egy betűt a húsformára és egy számot a zsírosságra (esetleg alosztály jelekkel). Ezzel szemben a sertés esetében a hasított féltest egyetlen betűjelű osztályba kerül besorolásra, például E vagy U, attól függően, hogy mekkora a színhústartalma. A sertésosztályozásnál tehát a kereskedelmi pecséten csak az S, E, U, R, O vagy P betű jelenik meg (például a csülök tájékán), és ezen kívül más jelölés (pl. szám) nincs. (Egyes országokban a százalékos értéket is felvezetik a jegyzőkönyvbe, de a hivatalos osztályjel

a betű marad.) A marhánál viszont a pecséten mindig többjelű kód szerepel, ahogy azt fentebb tárgyaltuk.

- **Osztályok tartalma és határai:** A SEUROP betűk a két fajnál mást jelentenek. **Sertés**eknél az S, E, U, R, O, P osztályok konkrét *színhústartalom-határértékek*hez kötődnek. **Marháknál** viszont a betűosztályok leíró jellegűek, nem számszerű határértékek. Például nincs olyan százalékos mutató, amely alapján egy test automatikusan E vagy R osztályú - ezt a minősítő szemle alapján dönti el, a test alakját és izmoltságát értékelve a standard definíciók szerint. A marha faggyúborítottsági osztályai szintén nincsenek közvetlenül százalékos zsírtartalomhoz kötve, hanem vizuális benyomáson (pl. fedőzsír vastagságán) alapulnak. Összességében tehát a sertésminősítés kvázi kvantitatív (hiszen a betűk egy mérőszám intervallumai), míg a marhaminősítés kvalitatívabb jellegű (leíró kategóriák).
- **Kategóriák kötelezősége és kivételek:** Mindkét állatfajnál vannak kivételek a minősítés alól. A szarvasmarhánál, mint említettük, a 8 hónaposnál fiatalabb borjakat nem kell SEUROP szerint minősíteni (ők külön jelölést kapnak: „V” - borjú). A sertésnél jellemzően a 50-120 kg meleg súly közötti hasított féltesteket sorolják be a rendszerbe kötelezően. Az ettől eltérő kategóriájú vágósertések (pl. szopós malacok, vagy éppen nagyon nagy testű kocasertések, kanok) esetében a minősítés nem kötelező, illetve részben nem értelmezhető a standard képletekkel. Továbbá, mind a marha, mind a sertés esetén az EU megengedi, hogy kis kapacitású vágóhidak ne végezzék el az osztályozást, ahogy arról korábban szó volt (ez a gyakorlatban inkább sertésnél jellemző, hiszen kis vágóhidakon a műszeres mérés nem mindig érhető el).
- **Piaci hasznosítás és kommunikáció:** A SEUROP kódokat elsősorban szakmai és kereskedelmi célokra használják a *fogyasztók* felé egyik faj esetében sem kommunikálják hangsúlyosan ezeket az osztályjeleket a kiskereskedelemben. Egy átlagos vásárló számára a marhahús csomagolásán lévő például „A U2” jelzés nem sokat mond - ez inkább a termelő és feldolgozó közti elszámolást szolgálja. Ugyanakkor a rendszer *közvetetten* a fogyasztót is védi, mert a minősítés megléte biztosítja, hogy az adott hús ellenőrzött, nyomon követhető forrásból származik, és a vágóállat megfelelt az élelmiszerbiztonsági előírásoknak. Továbbá, a minősítési adatok lehetővé teszik a piaci szereplők (vágóhidak, kereskedők) számára, hogy differenciált árat alakítsanak ki a különböző minőségű húskategóriákért, ami a kínálatot a kereslethez igazítja. A sertéshús esetében például a nagyon magas hústartalmú (S osztályú) féltestek többet érhetnek a felvásárlás során,

mint az alacsonyabb kategóriájúak. Marhahúsnál a jobb konformációjú (pl. E vagy U osztályú) fiatal bikák húsa tipikusan magasabb áron talál vevőre, mint egy P osztályú tehén hús. Mindazonáltal az EU-ban ezek az osztályok nincsenek a fogyasztóknak szánt marketing eszközként kiemelve, szemben például az amerikai marhahús-minősítéssel (USDA Prime/Choice stb.), amelyet a vásárlók is ismernek. Ennek kulturális és piaci okai vannak; Európában a húsmínőséget inkább a fajtaival, földrajzi eredettel (pl. védjegyek) vagy prémium címkékkel kommunikálják, míg a SEUROP kód marad a szakemberek által használt, háttérben működő értékelési rendszer.

Az uniós módszerengedélyezés és pontossági követelmények

Az EU-ban csak olyan sertésosztályozó módszer (műszer + képlet) alkalmazható hivatalosan, amely **átment egy szigorú engedélyezési eljáráson**. E folyamat során a tagállam illetékes hatósága bevizsgálja az új módszert, majd az eredményeket az Európai Bizottság értékeli és hagyja jóvá. A főbb követelmények az engedélyezéshez a következők:

- **Próba boncolásos vizsgálat:** Az új minősítési eljárást minimum 60 darab sertés féltesten kell tesztelni. A féltesteket lemérik, műszerrel vizsgálják, majd referencia módszerrel (teljes vagy részleges boncolással) határozzák meg a tényleges soványhústartalmat. Az EU előírása szerint a referencia meghatározás lehet teljes bal féltest boncolás vagy standardizált részleges boncolás (Walstra-Merkus módszer), illetve számítógépes tomográfia (CT) is elfogadott, ha megfelelően kalibrálták boncolásos adatokkal.
- **Regressziós egyenlet kidolgozása:** A mérési eredmények (zsír- és izomvastagságok) alapján statisztikai regresszióval egy képletet illesztenek, amely a paraméterekből becsüli a referencia soványhús-százalékot. A képlet várhatóan lineáris (pl. $\hat{Y} = a + b \cdot X_{\text{zsír}} + c \cdot X_{\text{izom}}$), és az engedélyezési jelentésben be kell mutatni a becslések és a tényleges értékek közti eltéréseket.
- **Pontossági kritérium:** Az EU csak akkor hagyja jóvá a módszert, ha a becslés pontossága megfelelő, azaz a gyökátlagos előrejelzési hiba (RMSEP) a több mint 60 mintán kereszt-validációval számítva 2,5 százalékpont alatt marad. Az átlagos eltérés a valódi soványhús aránytól $\pm 2,5$ pontnál nem lehet nagyobb, az összes adatot figyelembe kell venni, outlier (mérési hiba) nélkül.
- **Következetesség és megfelelés:** Ha a módszer különböző darabolási gyakorlatok mellett is használható (fejvel vagy fej nélkül), bizonyítani kell, hogy ezek nem okoznak szisztematikus eltérést. A módszernek kompatibilisnek kell lennie az uniós előírásokkal.

Az engedélyezéshez a tagállam hatósága hivatalosan benyújtja a Bizottságnak a módszer leírását és eredményeit. Pozitív elbírálás után az EU rendeletben engedélyezi a műszer és képlet használatát. Az engedély megszerzése után minden módszermódosítást vagy új képletet ismét jóvá kell hagyatni az EU-val. Például mérőeszköz fejlesztés vagy új fajták miatt történő módosítás előtt nemzeti szinten tesztelnek, majd a Bizottsághoz fordulnak. Csak az EU által elfogadott képletek használhatók hivatalosan a kereskedelmi osztályozásban, így biztosítva az összehasonlítható eredményeket. A Bizottság folyamatosan frissíti az engedélyezett műszerek és képletek listáját.

4 ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1 Anyag

A kutatás vizsgálatait két fajon, sertés- és szarvasmarha-mintákon végeztem, hiszen az egyes kulcsminőségi jellemzők erősen fajspecifikus izom- és zsírszöveti sajátosságoktól függenek. A kiválasztott húsok (sertéskaraj, marhahátszín) ideális „modell-izmok”: homológ, iparilag releváns, nagy és homogén keresztmetszetű izmok.

4.1.1 Sertéshús

A vizsgálatokat csont nélküli sertéskarajon végeztem. A minták sertéskaraj esetében S, E, U, R O minősítésű sertés féltestekből származtak. Az állatok azonos élőállattelepről származtak, azonos takarmányozás és tartási körülmények között nevelkedtek, fajtájuk (Magyar Nagyfehér), koruk (36-39 hét) és ivaruk (ártány) azonos volt. A minták száma S: 27 db, E: 24 db, U: 16 db, R: 18 db, O: 18 db félsertésekből származó 2-2 sertéskaraj. A vágóhídon való levágásuk azonos feltételek mellett történt. A vizsgálatokat a vágást követő harmadik napon végeztem.

A vizsgálatok során a karajmintákat 4 darabra vágtam és a tarja felől kezdődően a comb felőli részig haladva 1-4-ig számjelzéssel láttam el. A 4 egyenlő hosszúságú (15 cm) karajrészt 2 cm vastagságú szeletekre vágtam. (A minták kialakítását a 9. melléklettől a 13. mellékletig szemléltetem) és ezen szeleteket vizsgáltam.

4.1.2 Marhahús

A vizsgálatokat csont nélküli marhahátszínen végeztem. A minták a marhahátszínél 1., 2., 3., 4. és 5. faggyúborítottsági osztályú célzottan R, O minősítésű marha negyedtestekből származtak (f1: 21 db, f2: 22 db, f3: 24 db, f4: 26 db és f5: 21 db). Az adatok értékelésekor a faggyúborítottság szerinti osztályokat vettem csak figyelembe. Az állatok azonos állattartó telepről származtak, azonos takarmányozás és tartási körülmények között nevelkedtek, fajtájuk (Magyar Tarka), koruk (21-24 hónap) és ivaruk (üző) azonos volt. A vágóhídon való levágásuk azonos feltételek mellett történt. A vizsgálatokat a vágást követő ötödik napon végeztem.

A vizsgálatok során a hátszín 3 egyenlő részre daraboltam, 2 cm vastagságúra szeleteltem, a számozás a sertéskarajhoz hasonlóan történt, de 1-3-ig terjedő számjelzéssel. A minták kialakítását a 14. melléklettől - 17. mellékletig szemléltetem.

4.2 Vizsgálati módszerek

A kutatás során az előkészített mintákon a következő érzékszervi bírálatokat és műszeres méréseket végeztem.

4.2.1 Márványozottság

A márványozottság megállapítását vizuálisan, szakmai környezetben 1-5-ig terjedő skálán (1: alig márványozott, 5: legjobban márványozott) végeztük 10 tagú szakértőbizottság bevonásával, sertéshús esetén az amerikai National Pork Board standardja (18. melléklet), míg marhahús esetén az USDA Meat Grading Scale (19. melléklet) alapján.

4.2.2 Érzékszervi bírálat

A húsminőség érzékszervi értékelésének céljából standardizált körülmények között végzett bírálatra került sor. A vizsgálat során az egyes mintákat fűszerezés nélkül egységesen, 72 °C belső maghőmérsékletig sütöttem. A sütést követően a mintákat melegen, de nem forrón, egyéni, kódozott azonosítóval ellátva tálaltam a bírálók számára. A bírálatot egy tíz főből álló, szakképzett és gyakorlott bírálóbizottság végezte, a vonatkozó érzékszervi vizsgálati protokolloknak megfelelően. Az értékelés pontozással történt, ahol az egyes jellemzőket egy tízpontos skálán pontozták, ahol a magasabb pontszám a kedvezőbb minőséget jelentette. A vizsgálat során az alábbi érzékszervi tulajdonságokat értékeltük:

- **Állomány** (keménység): milyen ellenálló a hús harapáskor, rágáskor (1: kemény, rágós, 10: puha, omlós, finoman rostos).
- **Lédúság**: mennyi levet enged a hús rágás közben, mennyire szaftos (1: száraz, kevésbé szaftos, 10 nagyon lédús/szaftos),
- **Zsírosság**: a hús zsírosságának érzete (1: nagyfokú zsírosság, 10: nincs zsírosságérzet, túl sovány),
- **Íz**: a hús alapíze és intenzitása (1: íztelen, jellegtelen, 10: tiszta, intenzív ízű),
- **Összbenyomás**: a minták általános élvezeti értéke, összhatása a bírálók részéről (1: gyenge, inkonzisztens, 10: kiváló, harmonikus, tipikus és vonzó)

4.2.3 Műszeres állományvizsgálat

A keménységet, vagyis a nyíróerő értékét TA-XT2i (Stable Micro Systems) állománymérő berendezéssel (20. melléklet), Warner-Bratzler mérőfejjel (21. melléklet) mértem. A 72 °C maghőmérsékletig sütött hússzeleteket szűrőpapírral leitattam, majd szobahőmérsékletűre (20 °C) hűtöttem. A hús rostjaira merőlegesen 11 mm átmérőjű hengereket vágtam, majd a rostokra merőlegesen mértem a nyíróerőt (F_{max} , N). Minél nagyobb értékeket mértem, annál keményebb, minél kisebbet, annál puhább, „porhanyósabb” a hús.

4.2.4 Szárazanyag-tartalom mérés

A vizsgálatokat az MSZ ISO 1442:2000 szabvány szerint végeztem. A vizsgálati mintarészt homokkal alaposan összekeverve 103 (± 2) °C-on, tömegállandóságig szárítottam. A tömegvesztéséget osztottam a vizsgálati mintarész tömegével, így tömegszázalékban ki tudtam fejezni a nedvességtartalmat.

4.2.5 Víztartó képesség

A víztartó képesség valamilyen mechanikai hatást, pl.: súlyterhelés, centrifugálás, követően megtartott vízmennyiséget jelent. Gyakorlatilag megmutatja, hogy a felvett víz (vagy páclé) milyen mértékben kötődik a fehérjékhez, bizonyos ideig tartó állás után mennyi vizet enged el, illetve tart meg a hús. A víztartó képesség meghatározásának gyors módszere a préselési próba, a Grau és Hamm módszer (Grau at Hamm, 1953). A vizsgálatához előkészített, exszikkátorban tárolt szűrőpapírcsíkot tárgylemezre helyezve, és erre analitikai pontossággal lemért 200-300 mg tömegű húsmintát mértem be. A mintát a másik tárgylemezzel lefedve 0,5 kg tömegű súllyal 5 percig préseltem. A szűrőpapírba felszívódott húslevet infralámpa segítségével beszárítottam, a folt területét a szűrőpapírból kivágva, meghatároztam a szűrőpapír területek és tömegarányok segítségével a folt területét. A minta tömegére vonatkoztatott a foltterület [mm^2/g minta], jellemző a víztartó képességre.

4.2.6 Sütési veszteség

A szeletek tömegét lemértem, majd kontakt grillsütőben egyenként 72 °C maghőmérsékletig sütöttem. A hőmérsékletet maghőmérővel ellenőriztem (22. melléklet). A sült mintákat szobahőmérsékletűre (kb. 20 °C) hagytam kihűlni, majd leitattam, és ismét lemértem (23. melléklet). A kezdeti és a sütés utáni tömeg különbsége a sütési veszteség, amit százalékosan határoztam meg.

4.2.7 pH-mérés

A minták előkészítése és a műszer kalibrálása után a pH-érték meghatározása a vizsgálati pontokon az MSZ ISO 2917:2018 szabvány előírásai szerint történt. A mérésekhez Testo 206 típusú kézi pH-mérő műszert alkalmaztam. A pH-érték meghatározása a szonda közvetlen mintába történő beszúrásával történt. Minden mintaponton három ismételt mérést végeztem, az eredményeket átlagoltam. A módszer mérési bizonytalansága: $\pm 0,1$ pH-egység. A mérés célja a húshibák kiszűrése volt.

4.2.8 Színmérés

A minták színét Minolta CR-200 tristimulusos, felületi, kézi színmérő készülékkel mértem. A műszer CIELAB rendszerben működik, háromdimenziós fényskálán méri a minta felületéről visszavert színjellemzőket. A méréseket frissen feltárt (vágott) húsfelületeken végeztem.

4.2.9 Statisztikai értékelés

Az objektív műszeres és érzékszervi vizsgálatok eredményeit a minősítési rendszer besorolása és az érzékszervileg meghatározott márványozottság alapján korreláltattam. A mért jellemzők összehasonlító értékelése egyrészt az osztályok között (sertés: SEURO, marha f1-f5 faggyúborítottsági osztály), másrészt a darabok között (sertés 4 darab, marha 3 darab) történt.

Az osztályok közötti összehasonlítás célja annak vizsgálata, hogy a SEURO-minősítési rendszer általi besorolás, illetve a marhahús faggyúborítottsági osztálya alapul szolgál-e a márványozottság meghatározásában. A minőségi paraméterek (állomány, lédúság, zsírosság stb.) összehasonlítása alapján célom volt arra rávilágítani, hogy mely paraméterek használhatók a modell létrehozásában, vagyis mely minőségi jellemzők alapján határozható meg az adott húsminta márványozottságának mértéke.

A darabok közötti összehasonlításokkal meghatározható a megfelelő mintavételi pont, amelyekről reprezentatív eredmények nyerhetők az egyes minőségi paraméterek vizsgálatakor.

Varianciaanalízis (szórásnégyzet-elemzés) elvégzésével megállapítottam két vagy három csoportosítási szempont (tágabb értelemben vett kezelés) hatását a mért adatokra. A csoportosítás szerint az adatokból (sertés: S, E, U, R, O, marha: f1, f2, f3, f4, f5) átlagokat képeztem, és az átlagok eltérését vizsgáltam. Az eltérés mértékét a csoportosítás szerinti szórások F-próbával való összehasonlításával vizsgáltam. A klasszikus variancia-analízis tábla értelmezése után a számított p-értékeket táblázatba rendezve adtam meg. A p-érték alapján megállapítottam a szignifikancia szintjét, azaz az egyes tényezőknek van-e hatása a mért tulajdonságokra. Ahol szignifikáns különbséget tapasztaltam ($p \leq 5,00 \times 10^{-2}$) ott annak megállapítására, hogy mely csoportok (kezelések) között van szignifikáns különbség páros összehasonlítást végeztem (Tukey-teszt). Ezek eredményeit minden paraméterre vonatkozóan mellékletben közlöm.

A Tukey-teszt ábrákon azoknak a pároknak az esetében volt szignifikáns különbség a mért paraméterekben, amelyeknél az átlagérték és annak konfidenciaintervalluma abszolút értékben nullánál nagyobb, illetve a nullánál vertikálisan, szaggatottan jelzett vonal nem metszi el a konfidenciaintervallumot.

Az egyes minőségi osztálykategóriákhoz (sertés: S, E, U, R, O, marha: f1, f2, f3, f4 és f5) tartozó mérési eredmények átlagértékeit oszlopdiagrammok formájában adtam meg, jelölve az egyes darabok (sertés esetén 4 darab, marha esetén 3 darab) eredményeit. Ez utóbbit a darabok pozíciói közötti trendek megfigyelése okán tartottam szükségesnek.

Az egyes osztálykategóriák azonos tartományokat ölelnek fel, tehát az egyes egymást követő osztályok azonos egységekre vannak egymástól, így az egyes minőségi osztálykategóriákhoz tartozó értékek átlagait kategóriatengellyel ellátott oszlopdiagrammon ábrázolva és azokra egyenest illesztve, megkaptam a vizsgált paraméter és a minőségi osztálykategóriák közötti összefüggés szorosságát leíró matematikai modell egyenletét és determinációs együtthatóját (R^2).

Ezután az egyes mérési eredmények átlagértékeit transzponáltam az adott minőségi osztálykategória esetén mért márványozottsági értékekhez. Ezeket az eredményeket pontdiagram segítségével ábrázoltam, lineáris trendvonal illesztéssel, a matematikai egyenlet és determinációs együttható megadásával.

Ezen felül összehasonlítottam, és grafikusán ábrázoltam a műszeresen mért és érzékszervileg bíralt állományvizsgálatok, valamint a mért szárazanyag-tartalom és a bíralt lédúság bírálatok adatait, mind sertés-, mind marhahús esetében.

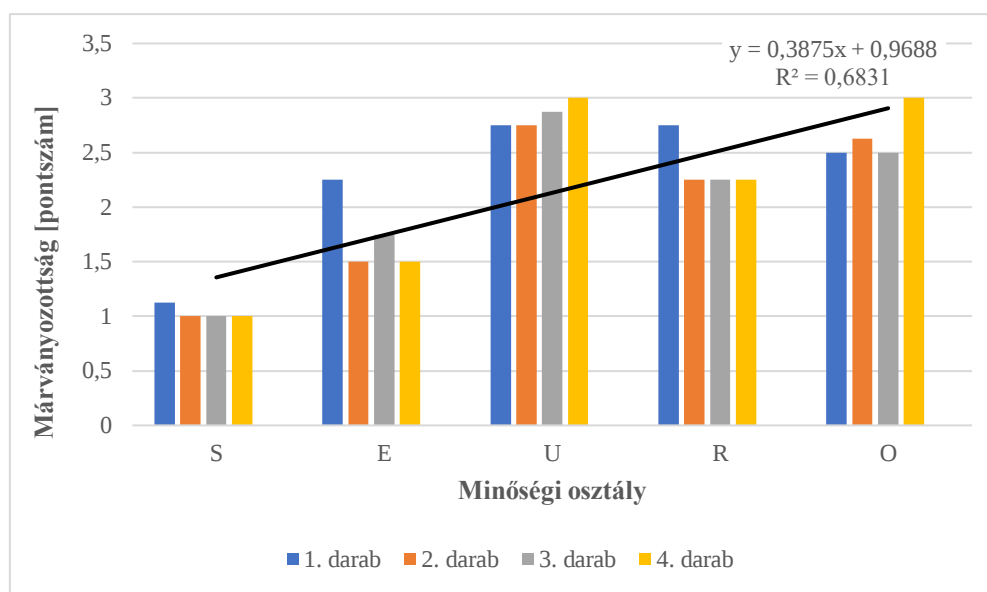
Ezen értékelések alapján fogalmaztam meg állításaimat.

5 EREDMÉNYEK

5.1 SEUROP és márványozottság szerinti összehasonlítás sertéskaraj esetében

5.1.1 Sertéskaraj érzékszervi jellemzők szerinti vizsgálatok eredményei

Márványozottság



1. ábra: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok márványozottsága közötti összefüggés

A varianciaanalízis eredményeiből megállapítható, hogy a sertéstestek hús-zsír arányát értékelő SEUROP-minősítés és a karaj, mint hosszú hátizom márványozottsága között 95%-os szignifikancia szint mellett jelentős összefüggés van (ld. 1. táblázat, „Márványozottság” sor, 2. oszlopának p -értéke = $4,830 \times 10^{-7}$). Ez azt jelenti, hogy a hús-zsír arány és a márványozottság között szignifikáns a kapcsolat. A féltestek zsírtartalmának növekedésével, vagyis az S kategóriától ($>60\%$ hústartalom, $<40\%$ zsírtartalom) az O kategória ($<40\%$ hústartalom, $>60\%$ zsírtartalom) irányába a márványozottság mértéke nő. Tehát ahogyan nő az egyes testek zsírtartalma, azzal arányosan lineárisan nő a márványozottság mértéke ($R^2=0,6831$, ld. 1. ábra). Az U minősítési osztályba tartozó karajminták esetében jellemzően nagyobb márványozottsági érték tapasztalható. Az R és O kategóriák, tehát a legzsírosabb húsok esetében már nem olyan nagy a különbség, a Tukey-tesz eredményei (25. melléklet, bal oldali ábra) R-O kategóriák között nem mutat különbséget: látszik, hogy a nullánál vertikálisan jelölt szaggatott egyenes a konfidenciaintervallumot ezen párosításnál metszi. A tudományos irodalom is egyértelműen alátámasztja, hogy

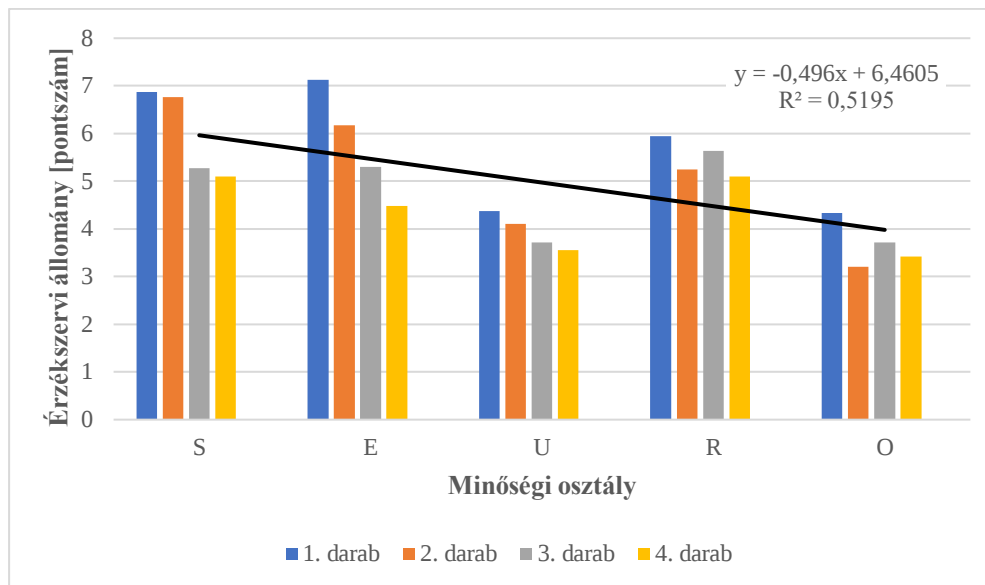
a sertéshús intramuszkuláris zsírtartalma közvetlenül meghatározza a márványozottságot (Daszkiewicz et al., 2005), minél több zsír halmozódik fel az állati testben, így az izomrostok között, annál több fehér zsírfolt (márványozat) látható a húson.

Az eredményekből megfigyelhető továbbá, hogy a darabok elhelyezkedése nem mutat szignifikáns különbséget a márványozottságban (ld. 1. táblázat, „Márványozottság” sor, 4. oszlopának p -értéke = $3,628 \times 10^{-1}$). Tehát a 4 részre darabolt karaj esetében a mintavétel helye, hogy a tarja felől vagy a comb felől végezzük a márványozottság mérését nem jelent szignifikáns különbséget. Vagyis az 1. a 2. a 3 és a 4. karaj szakaszban határozzuk meg a márványozottságot azonos értéket kapunk. Ennek méréstechnikai, illetve mintavétel tekintetében van jelentősége, mert a testtáji fő darabolás során az elülső negyed és a comb levágása által a karaj tarja felőli és comb felőli része válik szabad felületté a márványozottság méréséhez. Miután az egyes darabok között nincs szignifikáns különbség a márványozottságban, vagyis a karajon belül a márványozottság homogénnek tekinthető, így a comb felőli karaj résznél vagy a tarja felőli résznél is végezhető márványozottsági mérés. Ezt a tény a Tukey-teszt eredményei is megerősítik, (25. melléklet) hiszen a jobb oldali ábrán látszik, hogy a nullánál vertikálisan jelölt szaggatottan egyenes a konfidenciaintervallumot mindegyik párosításnál metszi. Az is megfigyelhető, hogy az egyes minősítési osztályok (SEURO) esetében nem egységes a karajon belüli márványozottság. Az S kategóriában ($>60\%$ hústartalom) és az U kategóriában ($50-55\%$ közötti hústartalom) az egyes karajdarabok között a márványozottságban nincs eltérés. Az E, az R és az O kategóriánál már látható eltérés a darabok között. Az E és az R esetében a tarja felőli részben nagyobb a márványozottság, míg az O-nál a comb felőli részben. Ezek a különbségek teljes rendszerre vonatkozóan nem mutatnak szignifikáns hatást.

Állomány, keménység

A 2. ábra és a 26. melléklet (b) alapján megállapítható, hogy a sertéstestek hús-zsír arányát értékelő SEURO-minősítés és a karaj érzékszervileg vizsgált állomány között 95% -os szignifikancia szint mellett jelentős összefüggés van (ld. 1. táblázatból $p=5,150 \times 10^{-6}$). Látható, hogy a zsírtartalom növekedésével (S-től O irányába) arányosan lineárisan csökken az állományra adott pontszám ($R^2=0,5195$). Az S, az E és az U kategóriába tartozó karajmintáknál az állományban kisebb a különbség. Az R -nél már nagyobb a csökkenés, az O-nál viszont jelentős mértékben csökken az érzékszervileg tapasztalt állományérték, az S osztályba sorolt 60% -ára csökken. Ez a gyakorlatban tapasztalt megfigyelésekkel, mérésekkel csak részben egyezik meg. Ennek magyarázata, hogy az érzékszervi állomány bírálat során a bíráló érzékeli a keménységet és a rághatóságot. A keménység elsősorban a harapásnál jelentkezik, a rághatóság a rágás,

vagyis a fogyasztás során, amely hosszabb folyamat. Az érzékszervi állományvizsgálatnál a bírálóbizottság a keménység mértékét vizsgálta, amely, mint már említettem elsősorban a harapásnál jelentkezik. Ezt modellezi a Warner-Bratzler műszeres állománymérés is, így összehasonlítható a két érték.



2. ábra: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok állománya közötti összefüggés

Annak ellenére, hogy az S, E, U kategóriába tartozó karajminták kaptak nagyobb pontot az állományra, a gyakorlati tapasztalatok szerint az R és O, valamint a P kategóriába tartozó karaj biztosítja a fogyasztó számára a kedvező állományt. Ennek hátterében az áll, hogy a nagyobb zsírtartalmú sertéstestek esetében a szöveti összetételnél az izomszövetben megjelenik a zsírszövet, jellemzően rétegesen. A harapásnál az izomrostokra merőleges erőhatásnál nem csökken, inkább nő az átharapáshoz szükséges erő, így az állományra adott pontszám csökken. A hosszabb folyamatot igénylő rágás során az izomszövet filamentumai a zsírszövet mentén könnyebben szétválnak, elmozdulnak egymáson miután a rágásnál az őrlőfogak által oldalirányú erő hat, így ez kisebb rágási erő kifejtést igényel, amely érzékszervileg kedvező hatást jelent a fogyasztó számára. Megjegyzem a konyhai feldolgozás során a karaj hosszirányú szeletelését szándékosan mellőzik, mivel az izomrostok lefutásával párhuzamos vágás rontja a hús texturális tulajdonságait. Ezzel szemben a keresztirányú szeletelés csökkenti a rágáshoz szükséges erő kifejtést, ami az érzékszervi észlelés szempontjából előnyösebb, mivel a fogyasztók általában a puhább, könnyebben rágható húsrészeket részesítik előnyben. Tehát a karaj érzékszervi állományvizsgálata során kettős jelenséget kell figyelembe venni, a harapás során a keménységet, illetve puhaságot, valamint a rágás során a rághatóságot. A két jelenség a karaj esetében

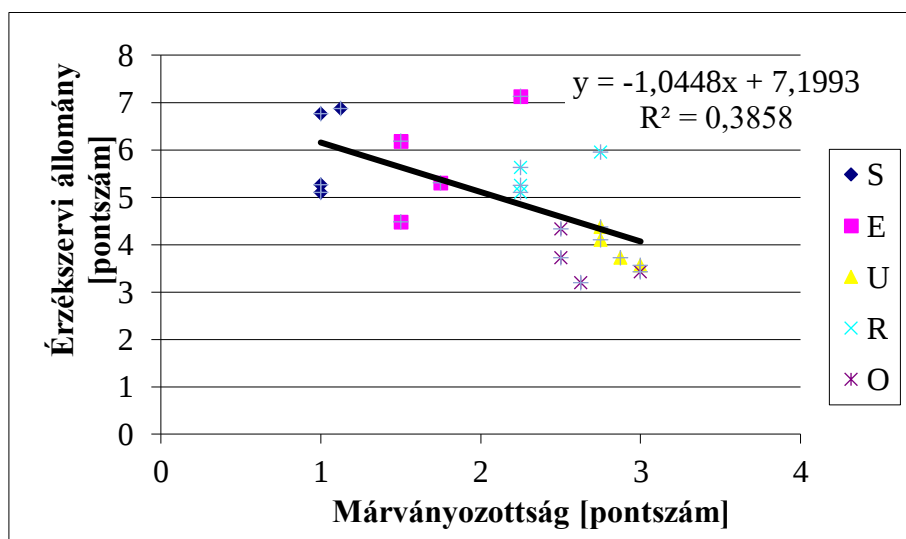
ellentétes, az S, E és U esetében az állomány puhább, az R és O-nál keményebb, de kevésbé rágós. A fogyasztó azt hiszi, hogy a zsírosabb puhább, pedig csak a rághatósága jobb. Ezzel a vizsgálattal bizonyítottam, hogy a keménység és a rághatóság közötti különbséget figyelembe kell venni. Az a hús, amely a harapás alkalmával kedvezőbb állományú, könnyebben harapható, kisebb erő kifejtéssel roppan, az jellemzően nehezebben rágható, és fordítva.

Figyelembe kell venni azonban, hogy az utóbbi években a sertések jellemzően az S és E hús-zsír arány kategóriába sorolhatók. Az U vagy magasabb zsírtartalmú kategóriák vágási aránya összességében 10% alá csökkent (ld. 24. melléklet). Ez a tendencia a nagy sertéstartó országok esetében abszolút jellemző. Ennek megfelelően érdemes az S és E, valamint az U kategóriára fókuszálni a minősítések során. Ugyanakkor fogyasztói szempontból a kiemelkedően fontos állomány tekintetében figyelmet kell fordítani az R, O és P kategóriába eső fajtákra és egyedekre, amelyek elsősorban a gasztronómia, az étteremben felszolgált húsok tekintetében jelentenek minőséget. Több magyar kutatás emeli ki (pl. Bázár et al., 2008), hogy a nagy mértékben márványozott mangalica húsa porhanyósabb és omlósabb a hagyományos, tehát kisebb intramuszkuláris zsírtartalmú hússertések.

A nemzetközi irodalom megállapításai szerint általában a magasabb márványozottság javítja az állomány érzékszervi tulajdonságait. Például egy kanadai vizsgálat (Fortin et al., 2005) kimutatta, hogy az alacsony zsírtartalmú karajok keményebbek, míg a márványozottabbak puhábbak. Azt is tapasztalták, hogy a porhanyósság elér egy küszöbértéket, ami fölött további márványozottság már nem javítja az állományt. A saját eredményeim ezzel csak részben egyeznek meg, ennek oka a kötőszöveti rostok mérete és viselkedése lehet. Az általam vizsgált sertések húsa kevésbé márványozott, ezek rostjaiban a kollagén-oldhatóság alacsonyabb lehet, ami pedig keményebb, szálasabb állagot eredményezhetnek a húsban a hőkezeléskor. Ezt a jelenséget ázsiai kutatások is megfigyelték (Noidad et al., 2019). Ugyanezen tanulmány szerint a sütés közben a nagyobb zsírtartalmú húsokból több zsír olvad ki. Ez a folyamat szárazabb felszínt hagy hátra, mert a zsír nem párolog el, hanem a felületen marad. A visszamaradó izomrostokat ezért tovább süti a hő, ami rágáskor keményebb, tömörebb állagot eredményezhet. Összességében tehát a nagyobb márványozottság alacsonyabb víztartalommal és megváltozott rostszervezettel jár, ami miatt a hús textúrája keményebbnek, kevésbé omlósnak érződhet. Nguyen et al. (2017) egy kísérletben nem talált szignifikáns különbséget az állományban két sertésfajta között, jóllehet azok márványozottsága eltért. Ez utóbbi eredmény megegyezik azzal a felvetéssel, hogy az állományt számos tényező befolyásolja a zsírtartalmon kívül.

A 2. ábra jól mutatja, hogy az állományban szerepet játszik a darab elhelyezkedése. A hosszú hátizom teljes hosszát, amely jellemzően 60 cm, nem nevezhetjük homogénnek az állomány tekintetben. Ez empirikus módon is meghatározásra került a húsiparban és a gasztronómiában járatos szakemberek tapasztalatai alapján korábbi tudományos vizsgálat alátámasztása nélkül. A statisztikai elemzés bizonyította, hogy az érzékszervileg vizsgált állomány és a darabok elhelyezkedése között szignifikáns összefüggés van (ld. 1. táblázatból $p=1,7602 \times 10^{-2}$). Tehát a húsminőségben kiemelkedő szerepet játszó állományvizsgálatban szerepet játszik a mintavétel. Vagyis, hogy a karaj melyik negyedében, illetve szeletében végezzük a mérést.

Megfigyelhető, hogy az egyes minősítési osztályok (SEUROP) esetében a darabok közötti eltérés nem egységes. Jelentős különbség látszik az S osztályba sorolt karajnál az 1-2. valamint a 3-4 rész között, az állomány 2 szakaszra osztható, a tarja felőli rész a nagyobb érzékszervi pontnak megfelelően puhább, míg a comb felőli rész a keményebb. A Tukey-teszt alapján ezen különbségeket nem szignifikánsak (ld. 26. melléklet (j)). Az E, U, és R kategóriába tartozó karajoknál a tarja felől a comb felé haladva fokozatosan csökken az állományra adott pontszám, vagyis a hús keményebb, azonban ez a különbség kismértékű. Az O kategóriánál a darabok között nincs eltérés, jellemzően az egyenletesebb zsírosságnak köszönhetően.

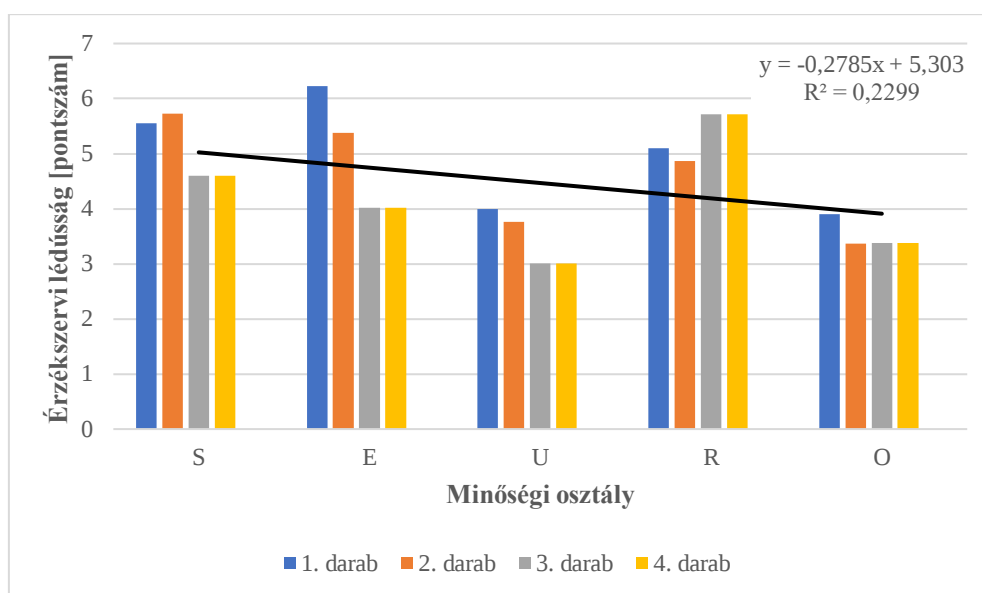


3. ábra: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztályú testekből származó karajok és karajdarabok márványozottsága és érzékszervi állománya közötti összefüggés

A 3. ábra az egyes SEUROP-minőségi osztályba sorolt sertésekből származó karajminták márványozottsága és állománya közötti összefüggés alapján megállapítható, hogy a márványozottság mértékének növekedésével csökken az érzékszervi vizsgálat során az állományra (keménység/puhaság) adott pontok száma. Ugyanez a tendencia figyelhető meg az SEUROP-minősítés

és az érzékszervi bírálat állományértéke között. Nevezetesen a zsírtartalom növekedésével (S-től az O irányába) az érzékszervi bírálatnál az állományra adott pontszám csökken. A 3. ábra is jól szemlélteti, hogy az állományra vonatkozóan az S kategória kapta a legnagyobb pontszámot, majd az E, az követi az R, illetve az O a zsírtartalom növekedésnek megfelelően. Vélhetően a szöveti összetétele (relatív nagy kötőszövet arány a közepes zsírtartalomhoz viszonyítva és kisebb hústartalom) miatt kiugró az U kategória (50-55% hústartalom), amely az O kategóriával tekinthető azonosnak. A korreláció az állományra adott pontok és a márványozottság között az egyes minőségi osztályoknak megfelelően kismértékű ($R^2=0,3858$). Tehát megállapítható, hogy nincs szoros összefüggés a márványozottság és az érzékszervi állomány között.

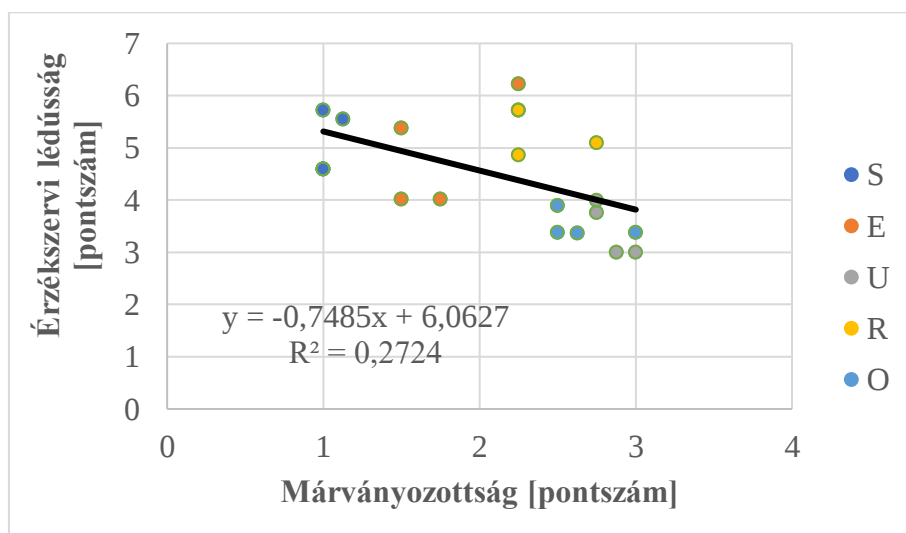
Lédússág



4. ábra: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok lédússága közötti összefüggés

A 4. ábra és a 27. melléklet (b) alapján megállapítható, hogy a sertéstestek hús-zsír arányát értékelő SEUROP-minősítés és a karaj érzékszervi lédússága között 95%-os szignifikancia szint mellett jelentős összefüggés van ($p=1,207 \times 10^{-3}$). Látható, hogy a zsírtartalom növekedésével (S-től O irányába) csökken a lédússág mértéke, a korreláció mértéke kicsi ($R^2= 0,2299$). Az S és az E kategóriához képest az U kategória lédússága kicsi, az O kategóriával azonos mértékű. Az R -nél a karajon belül kiegyenlített az S és E kategóriához hasonló mértékű lédússág figyelhető meg. Ez alátámasztja a gasztronómiai és húsipari szakemberek gyakorlati tapasztalatait, mely szerint az R kategóriába tartozó húsok lédússága a legkedvezőbb a jellemzően elérhető S-R kategóriák között.

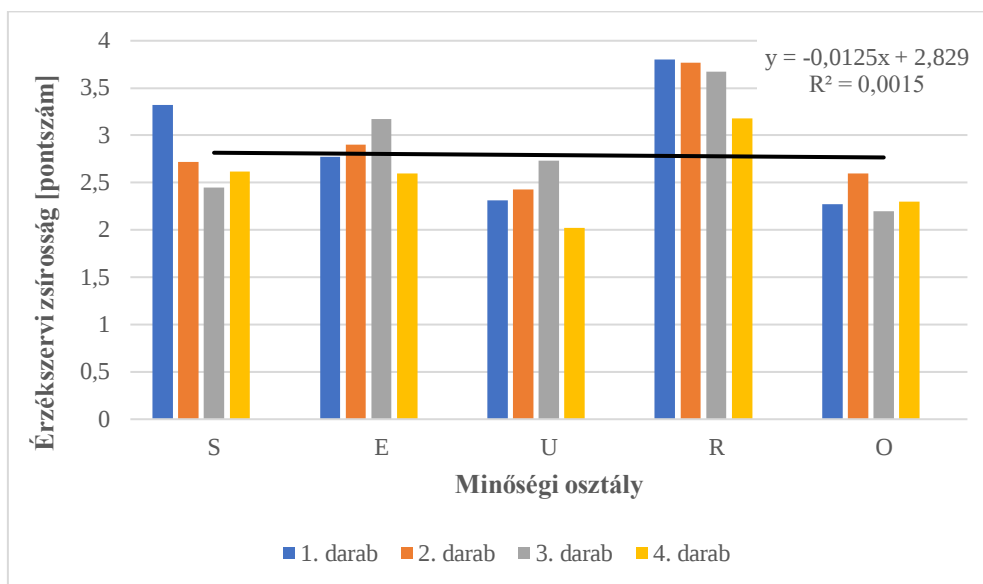
A darabok elhelyezkedése tekintetében látható, hogy alig van különbség a lédúságban (ld. 1. táblázatból $p=3,601 \times 10^{-2}$ és 27. melléklet (j)). Tehát a 4 részre darabolt karaj esetében a mintavétel helye, hogy a tarja felől vagy a comb felől végezzük a márványozottság mérését nem jelent szignifikáns különbséget. Vagyis az 1. a 2. a 3 és a 4. karaj szakaszban határozzuk meg a lédúságot, akkor azonos értéket kapunk. A márványozottsághoz hasonlóan ennek méréstechnikai, illetve mintavétel tekintetében van jelentősége, mert a testtáji fő darabolás során az elülső negyed és a comb levágása által a karaj tarja felőli és comb felőli része válik szabad felületté a lédúság megállapításához. Miután az egyes darabok között nincs szignifikáns különbség a lédúságban, vagyis a karajon belül a lédúság homogénnek tekinthető, így a comb felőli karaj résznél (rövidkaraj) vagy a tarja felőli résznél (hosszúkaraj) is végezhető márványozottsági mérés. Ugyanakkor megfigyelhető, hogy az egyes minősítési osztályok (SEUROP) esetében nem egységes a karajon részei közötti lédúság. Az S, az E és az U kategóriánál a két részre osztható a lédúság, jellemzően az első 9 db hátcsigolyákhoz és az utolsó 2 hát- és teljes ágyékcsigolyákhoz tartozó hosszú hátizomra. A tarja felőli rész lédúsága nagyobb, amely a hosszú hátizom és a hozzá tartozó papszelet, más néven csuklyás izom (*musculus trapezius*) között megtalálható vékony zsírréteggel, illetve a papszelet laza szövetszerkezetével magyarázható. Az R kategóriánál hasonlóan két szakasz különíthető el, ahol nem szignifikánsan, de a comb felőli rész a lédúsabb. Az O-nál gyakorlatilag nincs eltérés a lédúságban. Fontos megjegyezni, hogy ezek a lédúság különbségek a darabok elhelyezkedésére vonatkozóan nem mutatnak szignifikáns hatást.



5. ábra: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztályú testekből származó karajok és karajdarabok márványozottsága és érzékszervi lédúsága közötti összefüggés

A 5. ábra az egyes SEUROP-minőségi osztályba sorolt sertésekből származó karajminták márványozottsága és lédúsága közötti összefüggés alapján megállapítható, hogy a márványozottság mértékének növekedésével csökken a lédúságra adott pontok száma. Ugyanez a tendencia figyelhető meg az SEUROP-minősítés és a lédúság között. Tehát a zsírtartalom növekedésével (S-től az O irányába) az érzékszervi bírálatnál az állományra adott pontszám csökken. A 5. ábra alapján látható, hogy a lédúság jellemzően az 1-es és 2-es márványozottsági szintnél a legnagyobb, a 2-3 között kisebb. A determinációs tényező mutatja, hogy kismértékű az összefüggés a márványozottság és a lédúság között. Ezen kismértékű összefüggést más irodalom is megerősíti (Fortin et al., 2005, Rincker et al., 2007), ugyanakkor a magasabb márványozottsághoz általában magasabb lédúságot párosítanak (Daszkiewicz et al., 2005)

Zsírosság

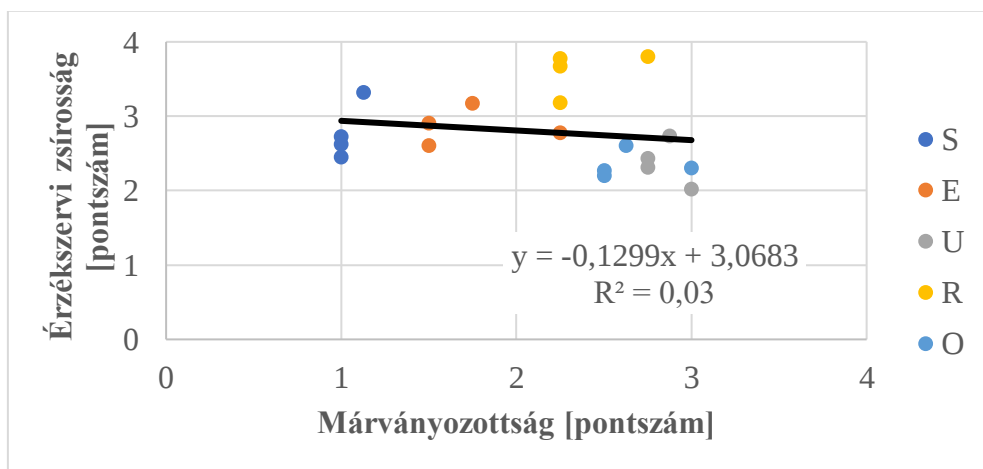


6. ábra: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok érzékszervi zsírossága közötti összefüggés

A 6. ábra alapján megállapítható, hogy 95%-os szignifikancia szint mellett a sertéstestek hús-zsír arányát értékelő SEUROP-minősítés és a karaj érzékszervileg (fogyasztás során) mért zsírossága közötti összefüggés szignifikáns (ld. 1. táblázatból $p=9,852 \times 10^{-5}$). Tehát a hús-zsírtartalom és a húsok zsírossága között van kapcsolat. Egy nagyobb zsírtartalmú hús is lehet kevésbé zsíros érzékszervileg fogyasztás során, illetve a kevésbé zsíros hús is tud zsíros érzetet kiváltani a fogyasztóban. Ezt támasztja alá a két szempont összehasonlításában meghatározott determinációs együttható értéke ($R^2=0,0015$).

Az egyes kategóriákat páronként statisztikailag összehasonlítva látható, hogy az R kategória szignifikánsan eltér az S, az E, az U és az O kategóriájú karajok zsírosságához képest (28. melléklet (b)). Az R az SEUROP hús-zsír arányt mutató osztályozás középső kategóriája. Jellemzően az R osztályú húsok gasztronómiailag kedveltek. Zsírtartalmuk közepes, 45-50% közötti, amelyben a hús és szalonna viszonylag egyenletesen oszlik el, sütés során a zsírszövetből a zsír kiolvad. A kiolvadt zsír távozik a hússzövetből, ezért nem érezhető zsírosnak. Továbbá a sütés során a hőenergia elsősorban a zsír olvadására fordítódik és kevésbé az izomszövetből a víz távozására, illetve a felületen megjelenő zsírfázis gátolja a vízgőz távozását, ezért kevésbé szárad ki a hús. Ez a magyarázata, annak, hogy az R kategóriába tartozó húsok zsírosság tekintetében kedvező értékelést kapnak a szakképzett bírálók körében.

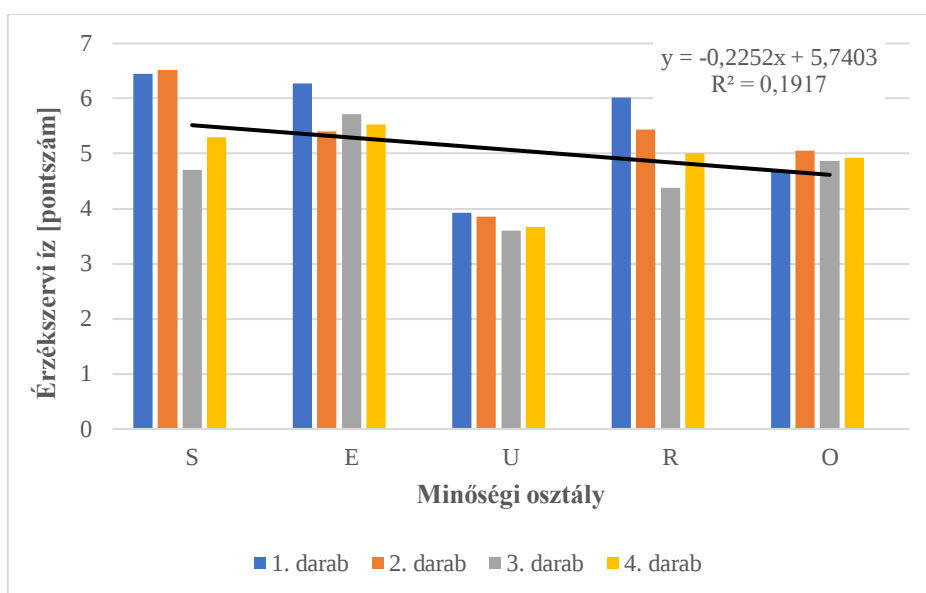
A darabok elhelyezkedése tekintetében látható, hogy nincs szignifikáns különbség a zsírosság-érzetben (ld. 28. melléklet (j) és 1. táblázatból $p=1,535 \times 10^{-1}$). Megfigyelhető továbbá, hogy az egyes minősítési osztályok (SEUROP) esetében nem egységes a karajon belüli részek zsírosságának tendenciája. Hol a tarja, hol a comb irányába csökken a zsírosságérzet mértéke, az O esetében szinte nem változik. Tehát a 4 részre darabolt karaj esetében a mintavétel helye, hogy a tarja felől vagy a comb felől végezzük a zsírosság mérését különbséget jelent a zsírosság meghatározásakor. Ezt mutatja a páronkénti statisztikai összehasonlítás, amely szerint a darabok között nincs szignifikáns eltérést. Vagyis, ha az 1. a 2. a 3 és a 4. karaj szakaszban határozzuk meg a zsírosságot, akkor eltérő értéket kapunk. Jellemzően a zsíros érzet a comb felőli részen jobban megjelenik. Ezért a méréstechnikai szempontból célszerű legalább két ponton vizsgálatot végezni, ez gyakorlati kivitelezhetőség alapján a már említett comb és tarja felőli szelet/darab legyen.



7. ábra: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztályú testekből származó karajok és karajdarabok márványozottsága és érzékszervi zsírosságérzet közötti összefüggés

A 7. ábra az egyes SEUROP-minőségi osztályba sorolt sertésekből származó karajminták márványozottsága és érzékszervileg mért zsírosságérzet közötti összefüggés alapján megállapítható, hogy a márványozottság mértékének növekedésével csökken a zsírosságra adott pontok száma. Ugyanez a tendencia figyelhető meg az SEUROP-minősítés és a zsírosság között. Tehát a zsírtartalom növekedésével (S-től az O irányába) az érzékszervi bírálatnál a zsírosságra adott pontszám kismértékben csökken. A 7. ábra mutatja, hogy az adott pontok alapján, a zsírosság/zsíros érzet jellemzően az 1-es és 2-es márványozottsági szintnél kisebb mértékű, vagyis az kapja nagyobb pontszámot. A zsíros érzet jobban megjelenik a 2,5-3 közötti márványozottságnál. Ez érthető, mert a márványozottabb hús felületén és szöveteiben a sütés során nagyobb arányban jelenik meg az olvadt zsír, amely a zsírosságérzetet eredményezi. Tényszerű megállapítás az $R^2=0,0300$ értékű determinációs tényező alapján, hogy nincs összefüggés a márványozottság és a zsírosság között. A nemzetközi irodalom is megerősíti, hogy az intramuszkuláris zsír csak korlátozott mértékben járul hozzá a zsír érzetéhez (Rincker et al., 2007).

Íz

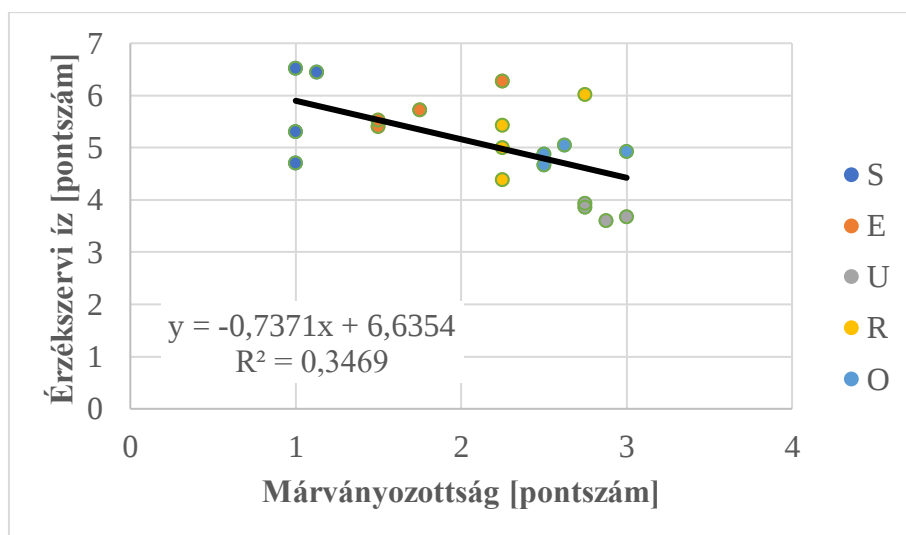


8. ábra: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok íze közötti összefüggés

A 8. ábra alapján megállapítható, hogy 95%-os szignifikancia szint mellett a sertéstestek hús-zsír arányát értékelő SEUROP-minősítés és a karaj érzékszervi bírálat során vizsgált íze között szignifikáns összefüggés (ld. 1. táblázatból $p=2,429 \times 10^{-4}$) van. Azonban a determinációs tényező alacsony értéke ($R^2=0,1917$) azt mutatja, hogy nem határozható meg trend az íz és az SEUROP hús-zsír arány minősítés között. Tehát a hús-zsirtartalom és a húsok íze között ugyan

van kapcsolat, de ez az U kategóriájú karajminták kiugró íz értékének köszönhető, amelyet a páronkénti statisztikai összehasonlítás igazol. Eszerint az U kategóriájú húsok szignifikánsan eltérnek a többi kategóriába (S, E, R, O) tartozó húsoktól az íz tekintetében (29. melléklet (b))

A darabok elhelyezkedése tekintetében látható, hogy alig van különbség az ízérzetben (ld. 29. melléklet (j) és 1. táblázatból $p=5,764 \times 10^{-2}$). Megfigyelhető továbbá, hogy az egyes minősítési osztályok (SEUROP) esetében jellemzően egységes a karajon belüli részek íz tendenciája. Főként a tarja felőli karaj részek ízértéke nagyobb, amely oka, hogy a már említett papszelet kedvező ízhatást eredményez. Mivel nincs szignifikáns hatása a darabok elhelyezkedésének az ízben, ezért az egyes minőségi osztályokba sorolt karajok ízének meghatározásakor egységesen célszerű a tarja felőli résznél vizsgálni az ízt.



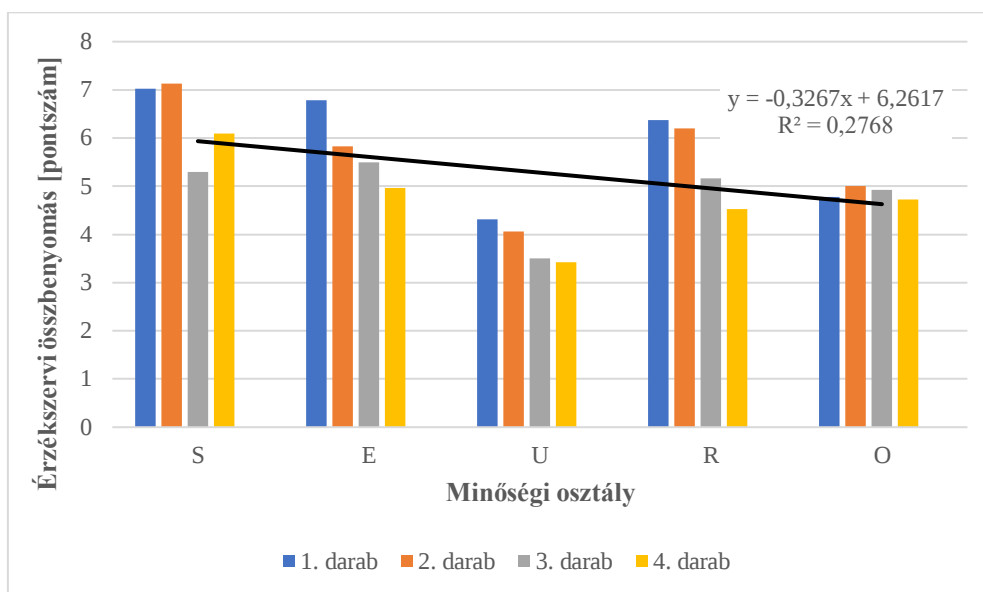
9. ábra: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztályú testekből származó karajok és karajdarabok márványozottsága és íz közötti összefüggés

A 9. ábra az egyes SEUROP-minőségi osztályba sorolt sertésekből származó karajminták márványozottsága és íze közötti összefüggés alapján megállapítható, hogy a márványozottság mértékének növekedésével csökken a sertés ízre adott pontok száma. Ennek magyarázata, hogy a zsírtartalom növekedésével a zsírban oldódó ízanyagok kerülnek előtérbe, így a klasszikus hússíz csökken. Ez kedvező a húsfogyasztás tekintetében, mert a nagy húсарányú testtáji húsoknál a fogyasztók az említett hússízt negatívan értékelik.

A 9. ábra látható az adott pontok alapján, hogy az íz jellemzően az 1-es és 2-es márványozottsági szintnél nagyobb. Az ízre adott pontszám a 2,5-3 közötti márványozottságnál kisebb. Tényszerű megállapítás a két paraméter közötti összefüggés alacsony determinációs tényezője ($R^2=0,3469$) alapján, hogy nem határozható meg trend az íz és a márványozottság között.

Ezen eredményeim részben ellentmondanak a nemzetközi irodalom állításnak, mely szerint az intramuszkuláris zsír mérsékelt növekedése gyakran javítja a hús ízletességét (Hwang et al., 2020). Ennek oka részben a magyarországi kulturális és egyéni preferencia eltérésben keresendő: a zsírosság megítélésében változó, általában a soványabb hús tekinthető minőségibbnek a túlzottan “nehéz” ízérzet és a zsíros szájérzet miatti averzió okán.

Összbenyomás

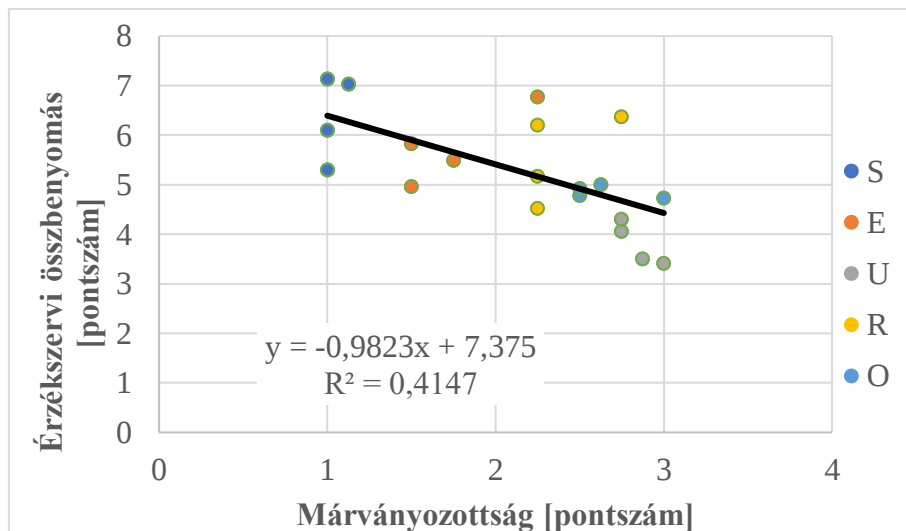


10. ábra: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok érzékszervi összbenyomása közötti összefüggés

A 10. ábra alapján megállapítható, hogy 95%-os szignifikancia szint mellett a sertéstestek hús-zsír arányát értékelő SEUROP-minősítés és a karaj érzékszervi bírálat során mért összbenyomás között szignifikáns összefüggés (ld. 1. táblázatból $p=9,581 \times 10^{-3}$) van. A determinációs tényező alacsony értéke ($R^2=0,2768$) azt mutatja, hogy kismértékben illeszthető trendvonal az összbenyomás és az SEUROP hús-zsír arány minősítés között. Tehát a hús-zsírtartalom és a húsok összbenyomása között ugyan van kapcsolat, de ez a kis R^2 érték az U kategóriájú karajminták kiugró összbenyomás értékének köszönhető. Ezt a páronkénti statisztikai összehasonlítás (30. melléklet (b)) is igazol.

A darabok elhelyezkedése tekintetében szignifikáns különbség látható az összbenyomásban (ld. (30. melléklet (j), 1. táblázatból $p=1,480 \times 10^{-2}$). Megfigyelhető továbbá, hogy az egyes minősítési osztályok (SEUROP) esetében jellemzően egységes a karajon belüli részek összbenyomása. Főként a tarja felőli karaj részek összbenyomása a nagyobb, amely magyarázata, hogy a már említett papszelet kedvező ízhatást, állományt, lédúságot és zsírosságot eredményez. Miután

a darabok elhelyezkedésének szignifikáns hatása van az összbenyomásra, ezért a húsmínőség vizsgálata során mérés technikai szempontból célszerű legalább két ponton vizsgálatot végezni az összbenyomásra. Ebben gyakorlati kivitelezhetőség alapján a már említett comb és tarja felőli rész kiválasztása javasolt.



11. ábra: A sertéstartestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztályú testekből származó karajok és karajdarabok márványozottsága és érzékszervi összbenyomás közötti összefüggés

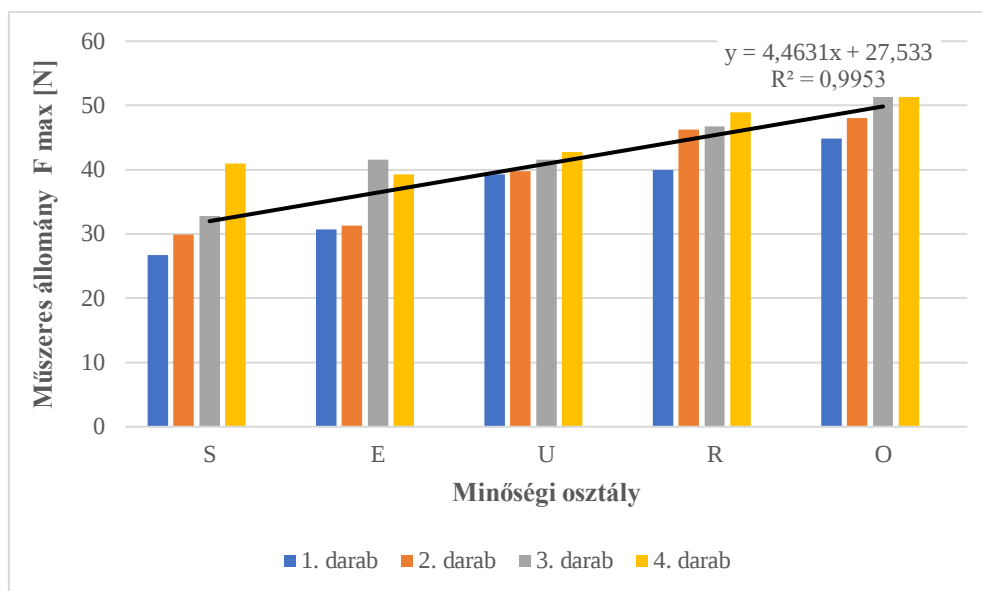
A 11. ábra az egyes SEUROP-minőségi osztályba sorolt sertésekből származó karajminták márványozottsága és összbenyomása közötti összefüggés alapján megállapítható, hogy a márványozottság mértékének növekedésével csökken az összbenyomás értéke. Ennek magyarázata, hogy az összbenyomást meghatározza az íz, a léduzság, az állomány és a zsírosság. Mind a négy húsjellemző esetében a márványozottság növekedésével a kismértékű csökkenés tapasztalható. Tehát logikus és konzekvens, hogy az összbenyomásban is csökkenés következik be. Az összbenyomásra adott pontok alapján látható (11. ábra), hogy jellemzően az 1-es és 2-es márványozottsági szintnél nagyobb az összbenyomás értéke, a 2-3 közötti márványozottságnál kisebb. Látható tehát ugyan egy trend a márványozottság összbenyomásra gyakorolt hatásában a különböző hús-zsír arány figyelembevételével, de az illesztett trendvonal $R^2=0,4147$ értéke alapján megállapítható, hogy kicsi a márványozottság és az összbenyomás közötti kapcsolat.

Nemzetközi kutatások alapján megfigyelhető, az érzékszervi bírálatok kettősége: főleg a fogyasztói bírálatkor a vásárlók vizuálisan a nagyon sovány húst választják egészségügyi/esztétikai okokból, de a sütés utáni ízleléssel kapott összbenyomás mégis jobb a kissé zsírosabb húsoknál (Daszkiewicz et al., 2005; Fortin et al., 2005) A kutatásban leírt szakértői összbenyomás-csökkenés magyarázható azzal is, hogy márványozottabb húsok textúrája keményebb,

szaftossága alacsonyabb és íze is kevésbé volt kedvelhető a fentiek szerint, ezek a negatív tényezők együttesen csökkentik a „végső” összbenyomás pontszámát.

5.1.2 Sertéskaraj műszeresen mért jellemzők szerinti vizsgálatok eredményei

Állomány, keménység

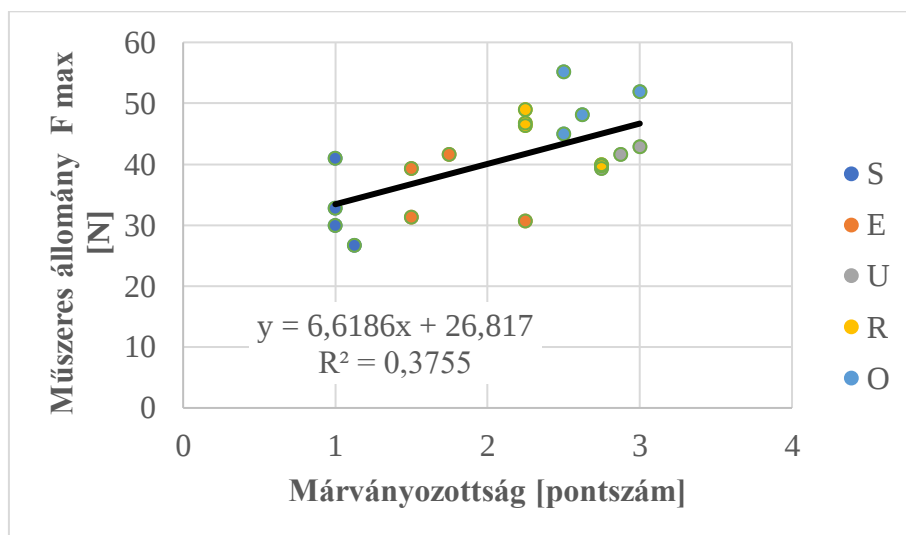


12. ábra: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok műszeresen mért állománya (keménység) közötti összefüggés

A 12. ábra alapján megfigyelhető, hogy 95%-os szignifikancia szint mellett a sertéstestek hús-zsír arányát értékelő SEUROP-minősítés és a karaj műszeresen mért állománya között szignifikáns összefüggés (ld. 1. táblázatból $p=4,520 \times 10^{-6}$) van. A zsírarány növekedésével a keménység kismértékben nő. A determinációs tényező értéke ($R^2=0,9953$) azt mutatja, hogy nagyon jól leírható az összefüggés az illeszthető lineáris trendvonal szerint az SEUROP hús-zsír arány és a műszeres állománymérés értékei között. Tehát a hús-zsírtartalom és a húsok állománya között relevánsan mérhető kapcsolat állapítható meg. A páronkénti statisztikai összehasonlítás szerint az egymás mellett álló kategóriájú húsok szignifikánsan nem különböznek egymástól, de a többitől szignifikánsan eltérnek. Tehát nehéz különbséget tenni az S - E, az E - U, az U - R, és az R - O között a műszeres állományméréssel meghatározott keménységben (31. melléklet (b)) Ez a mérés elsősorban a szelet átharapásához szükséges erőt vizsgálja, mint a hússzelet keménységértékét. A rághatóságot nem modellezi a módszer.

A darabok elhelyezkedése tekintetében szignifikáns különbség látható az összbenyomásban (31. melléklet (j) és 1. táblázatból $p=8,570 \times 10^{-4}$). Megfigyelhető továbbá, hogy az egyes

minősítési osztályok (SEUROP) esetében jellemzően egységes a karajon belüli részek keménysége. Főként a tarja felőli karaj részek keménysége kisebb, amelynek háttérében a már említett szövetszerkezeti, testtáji eltérés (a tarja felől az izomszövet több zsírszövetet tartalmaz) áll. Miután a darabok elhelyezkedésének szignifikáns hatása van az összbenyomásra, ezért a húsmínőség vizsgálata során méréstechnikai szempontból célszerű legalább két ponton vizsgálni a keménységet. Ismételten a tarja és comb felőli rész vizsgálata javasolt.



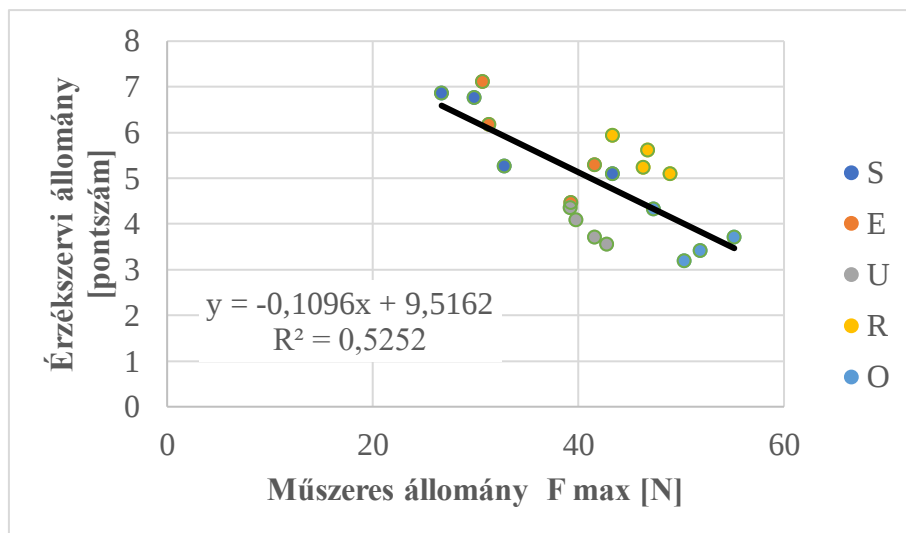
13. ábra: A sertéstartestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztályú testekből származó karajok és karajdarabok márványozottsága és műszeresen mért állománya (keménység) közötti összefüggés

A 13. ábra az egyes SEUROP-minőségi osztályba sorolt sertésekből származó karajminták márványozottsága és a műszeres állománymérés által meghatározott keménység közötti összefüggés alapján megállapítható, hogy a márványozottság mértékének növekedésével nő a keménység. Az érzékszervi bírálat eredményei is hasonló megállapítást tettek. Az SEUROP-minősítést vizsgálva megállapítható, hogy az U kategória kivételével jól illeszthető trend látható a hús-zsír arány és márványozottság között a keménységben.

Megfigyelhető továbbá, hogy jellemzően az 1-es és 2-es márványozottsági szintnél kisebb az a keménység, vagyis puhább a hús, ebbe a tartományba tartozik az S és E kategória. A 2-3 közötti márványozottságnál keményebb a hús állománya, amely jellemzően az U, az R és az O kategóriájú húsokat jelenti. Azonban nem lehet egyértelmű trendet meghatározni a márványozottság és a keménység között, amelyet az illesztett trendvonal $R^2=0,3755$ értéke igazol.

Az érzékszervi állományvizsgálatnál tett megállapítás a műszeres mérésekre is érvényes: a legtöbb tanulmány negatív korrelációt jelez a hús intramuszkuláris zsírtartalma és keménysége

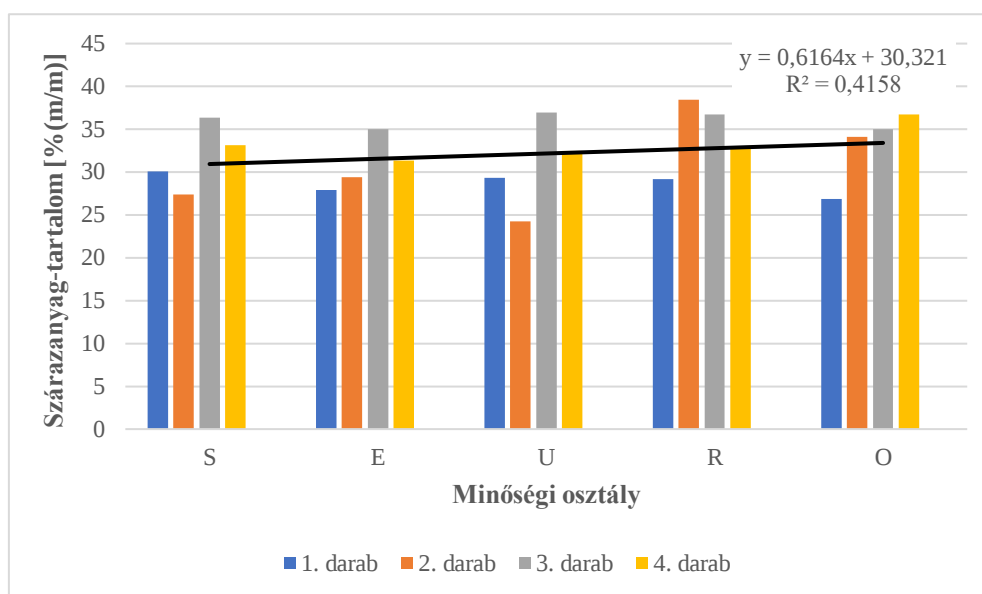
között. Ugyanakkor a zsírtartalom csekély növekedése (1,5 vs. 2,5% m/m) csak kis mértékben módosítja a Warner-Bratzler-módszerrel mért maximális nyíróerőt (Fortin et al., 2005). Ez részben magyarázza az általam észlelt, az irodalomtól eltérő trendet, mivel a vizsgált minták intramuszkuláris zsírtartalma alacsony volt. A kísérletben egységes hőkezelést alkalmaztam, noha az eltérő márványozottság eltérő konyhatechnológiát indokolna.



14. ábra: A műszeresen mért állomány és az érzékszervi állomány közötti összefüggés

A 14. ábra alapján látható, hogy a sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztályú testekből származó karajok műszeresen mért állománya (keménység) és az érzékszervileg meghatározott állománya között lineáris kapcsolat van. Az R^2 értéke ($R^2=0,5252$) szerint az összefüggés lineáris kapcsolata közepes. A Warner-Bratzler nyíróerő növekedésével a vizsgált húsok érzékszervi állomány értéke csökken. Tehát minél keményebb a hús, érzékszervileg az állománya annál rosszabb minősítést kap. Figyelembe véve a hús-zsír arányt mutató SEUROP-minősítést megfigyelhető, hogy az S, az E, az U és az O kategóriába tartozó húsok esetében az érzékszervileg és műszeresen mért állomány nagyon jól korrelál, a minősítési rendszerbe az R kategóriába tartozó csoport nem illeszkedik.

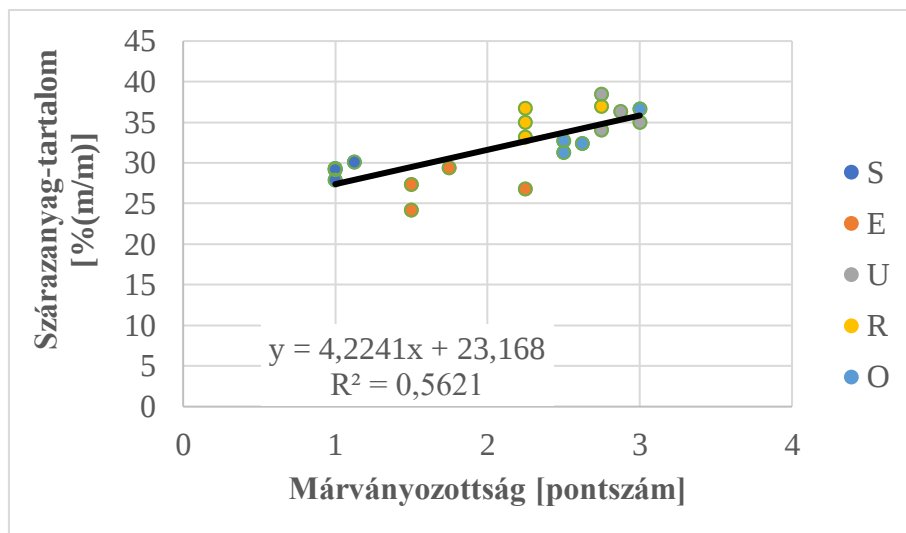
Szárazanyag-tartalom



15. ábra: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok szárazanyag-tartalma közötti összefüggés

A 15. ábra alapján megfigyelhető, hogy 95%-os szignifikancia szint mellett a sertéstestek hús-zsír arányát értékelő SEUROP-minősítés és a karaj szárazanyag-tartalma között szignifikáns összefüggés (ld. 32. melléklet (b) és 1. táblázatból $p=9,870 \times 10^{-5}$) van. Az SEUROP-rendszer szerinti zsírarány növekedésével a szárazanyag-tartalom nő, amely a nagyobb zsírtartalom okozta nagyobb szárazanyag-tartalommal magyarázható. A nagyobb hústartalmú S és E kategóriájú húsok nedvességtartalma nagyobb az izomszövet mintegy 75% víztartalommal rendelkezik, a zsírszövet pedig kötőszöveti állomány mennyiségétől függően általában 6-10% víztartalmú. A determinációs tényező értéke ($R^2=0,4158$) azt mutatja, hogy az illesztett lineáris trendvonal nem írja le pontosan a hús-zsír és a szárazanyag-tartalom közötti kapcsolatot. A páronkénti statisztikai összehasonlítás szerint az egymás mellett álló kategóriájú húsok szignifikánsan nem különböznek egymástól, de a többitől szignifikánsan eltérnek. Tehát nehéz különbséget tenni az S - E, az E - U, az U - R, és az R - O között a szárazanyag-tartalomban.

A darabok elhelyezkedése tekintetében nincs szignifikáns különbség a szárazanyag-tartalomban (ld. 32. melléklet (j) és 1. táblázatból $p=7,585 \times 10^{-1}$). Megfigyelhető továbbá, hogy az egyes minősítési osztályok (SEUROP) esetében jellemzően egységes a karajon belüli darabok szárazanyag-tartalma. Ezért mérési módszertan tekintetében a vizsgálat bármely szakaszon megvalósítható. Javasolt ebben az esetben is a főbb darabolási vonalnál a tarja vagy a comb felőli mintavétel.

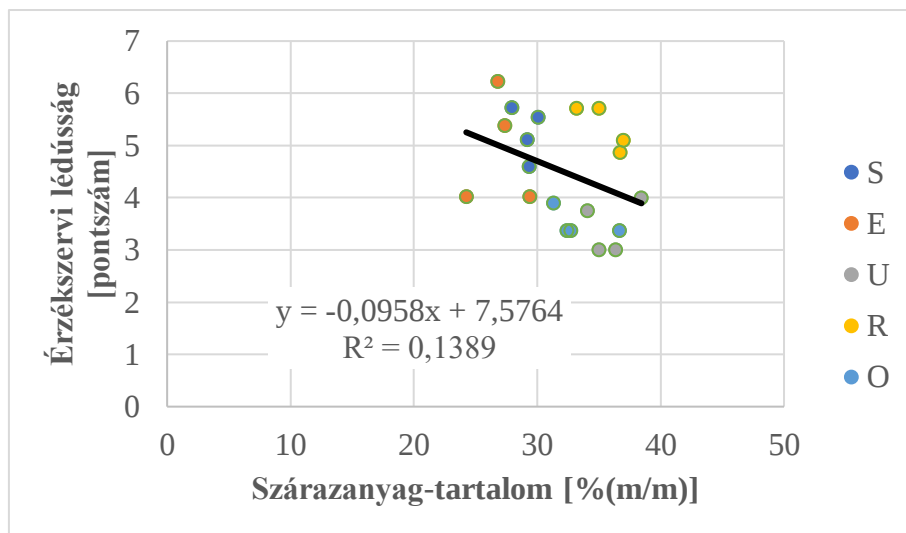


16. ábra: A sertéstartestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztályú testekből származó karajok és karajdarabok márványozottsága és szárazanyag-tartalma közötti összefüggés

A 16. ábra az egyes SEUROP-minőségi osztályba sorolt sertésekből származó karajminták márványozottsága és a szárazanyag-tartalom közötti összefüggés alapján megállapítható, hogy a márványozottság mértékének növekedésével a szárazanyag-tartalom nő. Az SEUROP-minősítést vizsgálva megállapítható, hogy az U kategória kivételével jól illeszthető trend látható a hús-zsír arány és a szárazanyag-tartalom között ($R^2=0,5621$).

Megfigyelhető továbbá, hogy jellemzően az 1-es és 2-es márványozottsági szintnél kisebb az a szárazanyag-tartalom, ebbe a tartományba tartozik az S és E kategória. A 2-3 közötti márványozottságnál a szárazanyag-tartalom nagyobb, a már említett nagyobb zsírtartalom miatt. Ez jellemzően az U, az R és az O kategóriájú húsokat jelenti.

Ezt a tényt kísérleti adatok is alátámasztják: amikor a sertéshús intramuszkuláris zsírszintje nőtt, a szárazanyag tartalom szignifikánsan emelkedett, miközben a nedvességtartalom csökkent. Daszkiewicz et al. (2005) vizsgálatában például az >3% zsírt tartalmazó húsok átlagosan magasabb szárazanyag- és alacsonyabb víztartalmúak voltak, mint az alacsony zsírtartalmú minták.



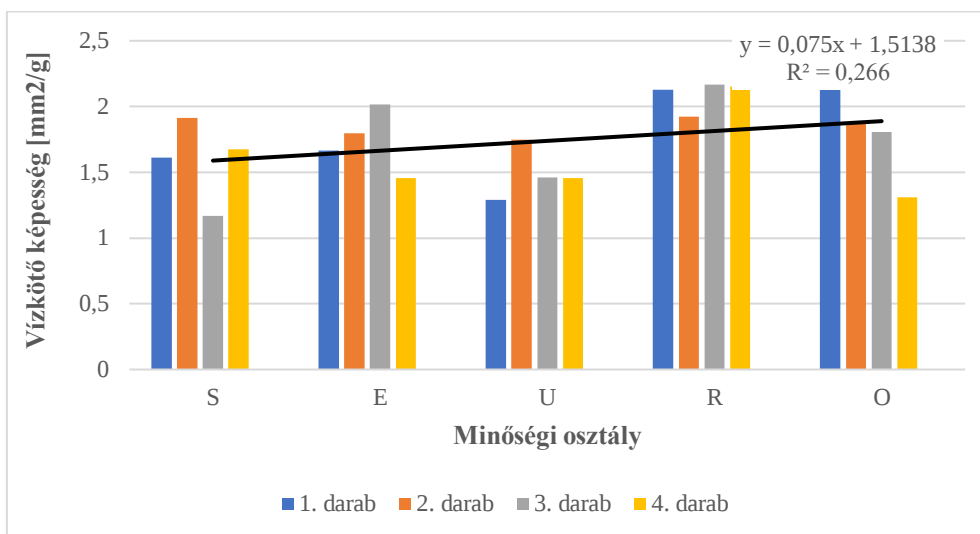
17. ábra: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztályú testekből származó karajok és karajdarabok szárazanyag-tartalma és az érzékszervileg vizsgált lédúság közötti összefüggés

A 17. ábra alapján megállapítható, hogy a sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztályú testekből származó karajok szárazanyag-tartalma és az érzékszervileg meghatározott lédúság közötti kapcsolat nem egyértelmű. A $R^2=0,1389$ is ezt igazolja. Az egyértelműen látható, hogy a szárazanyag-tartalom növekedésével a lédúság csökken. A szárazanyag-tartalom a nagyobb, 6-os értékű lédúság esetében 25% körüli, a 40% körüli szárazanyag-tartalomnál a lédúság mértéke csak 3. Ez egy széles intervallum, amelyben az érzékszervi hatás erősen változik. Emellett nagy szórás figyelhető meg az E kategóriájú karajok esetében, de nem lehet egyértelmű összefüggést megállapítani az SEUROP-osztályokra vonatkozóan.

Vízkötő képesség

A 18. ábra értékelésekor figyelembe kell venni a Grau-Hamm módszer alapján mért vízkötő képességre vonatkozó értékeket. Eszerint a nagyobb értéket mutató minták, vízkötő és -tartó képessége kisebb, mert több vizet enged, nagyobb foltot hagy a szűrőpapíron a mérés során. Vagyis fordítottnak kell értelmezni az adatokat. Tehát az ábra alapján megállapítható, hogy a nagyobb hústartalommal rendelkező karajok kisebb értéket mutatnak, vagyis jobb a vízkötő képességük. A zsírosabb karajok esetében a vízkötő képesség rosszabb. Ez azonban nem jelent nagy eltérést, amelyet az R^2 is mutat ($R^2=0,2660$). A statisztikai értékelés alapján megállapítható tehát, hogy 95%-os szignifikancia szint mellett a sertéstestek hús-zsír arányát értékelő SEUROP-minősítés és a karaj vízkötő képessége között alig van összefüggés (ld. 1. táblázatból $p=5,739 \times 10^{-2}$). Az SEUROP-rendszer szerinti zsírarány növekedésével csökkenő vízkötő

képesség azzal magyarázható, hogy a nagyobb zsírtartalmú húsok kevésbé képesek a vizet megkötni a kisebb fehérjearány következtében.

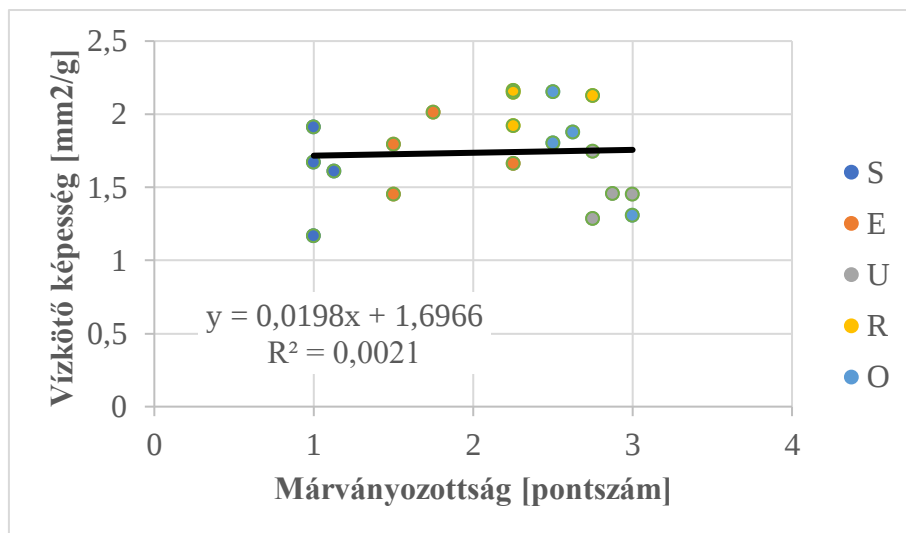


18. ábra: A sertéstarték hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok vízkötő képessége közötti összefüggés

A páronkénti statisztikai összehasonlítás szerint nincs szignifikáns eltérés a karajok vízkötő képessége között (33. melléklet (b))

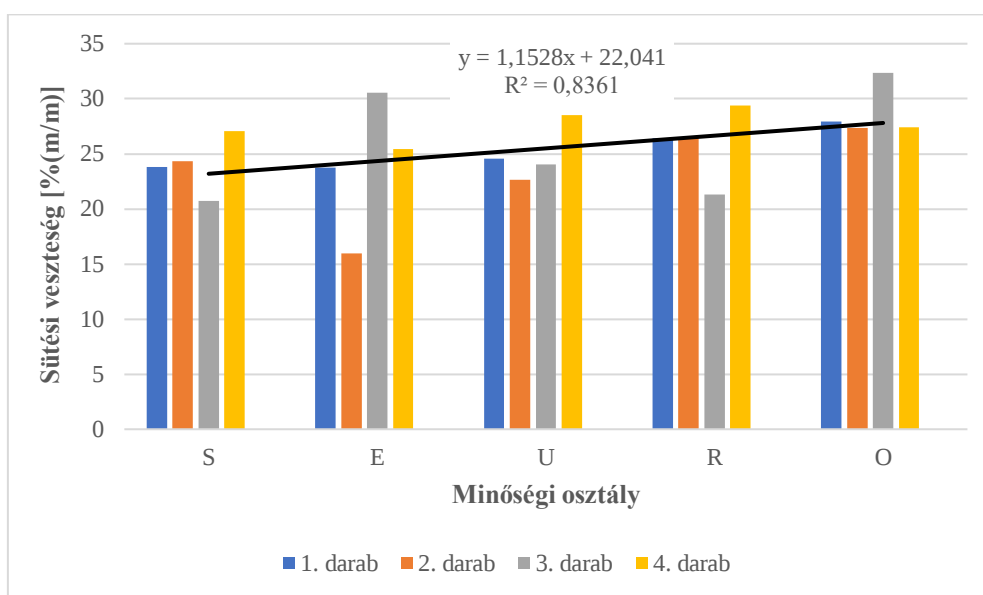
A darabok elhelyezkedése tekintetében nincs szignifikáns különbség a vízkötő képességben (ld. 33. melléklet (j) és 1. táblázatból $p=5,379 \times 10^{-1}$). Megfigyelhető továbbá, hogy az egyes minősítési osztályok (SEUROP) esetében jellemzően ingadozó a karajon belüli darabok vízkötő képessége. Ezért mérési módszertan tekintetében a vizsgálat bármely szakaszon megvalósítható. Javasolt ebben az esetben is a főbb darabolási vonalnál a tarja vagy a comb felőli mintavétel.

A 19. ábra az egyes SEUROP-minőségi osztályba sorolt sertésekből származó karajminták márványozottsága és vízkötő képessége közötti összefüggés alapján megállapítható, hogy a márványozottság mértékének növekedésével a vízkötő képesség nem változik. Az illesztett trendvonal meredeksége közelít a 0-hoz, az $R^2=0,0021$, vagyis nincs kapcsolat a két jellemző között. Az SEUROP-minősítést vizsgálva megállapítható, hogy az U kategória nem követi a márványozottság és a vízkötő képesség összefüggésében a hús-zsír arányt. Fontos megállapítás, hogy márványozottság mértéke nincs hatással a vízkötő képességre. Számos nemzetközi irodalom is megerősíti, hogy az intramuszkuláris zsír és a vízmegkötő képesség változatlanságot mutat ezen a téren. (Daszkiewicz et al., 2005, Cabling, M. M. et al. 2015)



19. ábra: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztályú testekből származó karajok és karajdarabok márványozottsága és vízkötő képessége közötti összefüggés

Sütési veszteség

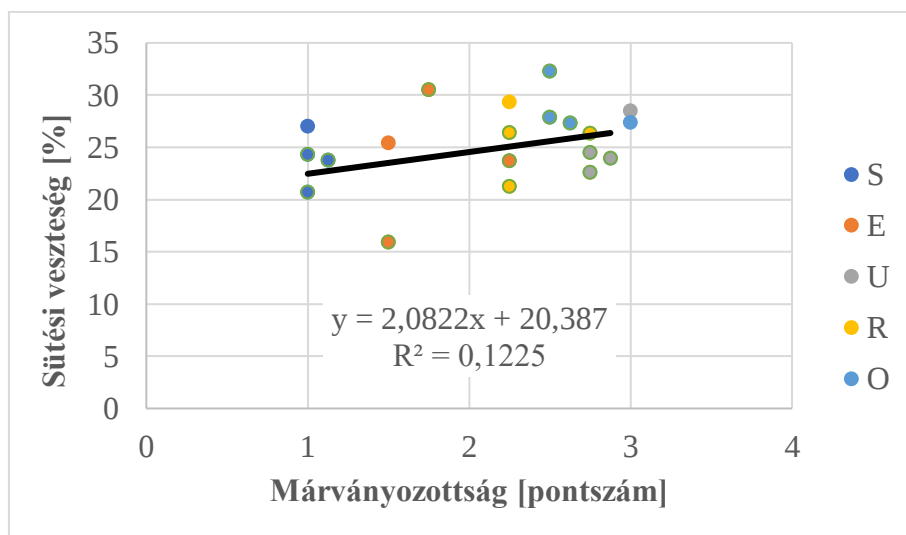


20. ábra: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok sütési vesztesége közötti összefüggés

A 20. ábra alapján megfigyelhető, hogy 95%-os szignifikancia szint mellett a sertéstestek hús-zsír arányát értékelő SEUROP-minősítés és a karaj sütési vesztesége között nincs szignifikáns összefüggés (ld. 34. melléklet (b) és 1. táblázatból $p=3,477 \times 10^{-1}$). Bár a SEUROP-rendszer szerinti zsírarány növekedésével a sütési veszteség nő. Ennek hátterében az áll, hogy a zsír olvadáspontja kisebb, mint a víz párolgási hőmérséklete. A sütés során nagyobb arányban távozik a zsírosabb húsdarabokból a zsír, mint a nagyobb hústartalmúakból a víz. Ennek

köszönhetően a sütési veszteség nagyobb a magasabb zsírarányú húsoknál, amellet, hogy a hússzelet felületére kerülő zsír a zsírosságban is jelentkezik, és a nagyobb sütési veszteség a lédúságban is megmutatkozik. A determinációs tényező viszonylag nagy értéke ($R^2=0,8361$) azt mutatja, hogy az illesztett lineáris trendvonal jól követi a hús-zsír és a sütési veszteség közötti kapcsolatot. Ugyanakkor a páronkénti statisztikai összehasonlítás szerint a különböző kategóriájú húsok szignifikánsan nem különböznek egymástól, ami érthető, mert statisztikai értékelés sem mutatott szignifikáns összefüggést a hús-zsír arány és sütési veszteség között.

A darabok elhelyezkedése tekintetében nincs szignifikáns különbség a sütési veszteségben (ld. 34. melléklet (j) és 1. táblázatból $p=3,650 \times 10^{-1}$). Megfigyelhető továbbá, hogy az egyes minősítési osztályok (SEUROP) esetében jellemzően kisebb a sütési veszteség a tarja felőli részeknél és nagyobb a comb felőli részek esetében. Ezért mérési módszertan tekintetében ismét javasolt a két ponton, a combnál és a tarjánál lévő karaj részeknél meghatározni a sütési veszteséget, amely egybeesik a főbb darabolási vonalakkal.

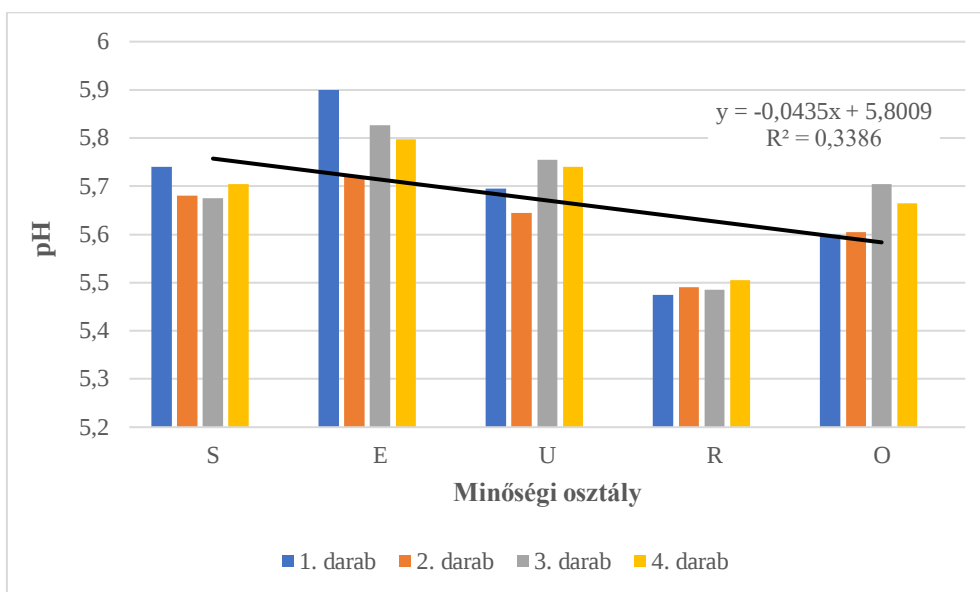


21. ábra: A sertéstartestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztályú testekből származó karajok és karajdarabok márványozottsága és sütési vesztesége közötti összefüggés

A 21. ábra az egyes SEUROP-minőségi osztályba sorolt sertésekből származó karajminták márványozottsága és sütési vesztesége közötti összefüggés alapján megállapítható, hogy a márványozottság mértékének növekedésével a sütési veszteség kismértékben változik, de statisztikailag nem szignifikánsan. Az illesztett trendvonal determinációs tényezője nagyon kicsi ($R^2=0,1225$), vagyis nem írható le összefüggés a két jellemző között. Az SEUROP-minősítést vizsgálva megállapítható, hogy az U kategória nem követi a márványozottság és a sütési veszteség összefüggésében a hús-zsír arálynak megfelelő trendet, kiugró az adathalmazból.

Hasonlóan számos mért jellemzőhöz az 1-2 márványozottsági érték az S és az E kategóriába tartozik, az U, az R és az O pedig a 2-3 közötti márványozottsági értéket képviseli a sütési veszteségben. A korábban már hivatkozott lengyel tanulmány (Daszkiewicz et al., 2005) is megerősíti, hogy a nagyobb intramuszkuláris zsírtartalom mérsékelten növeli a sütési veszteséget.

pH

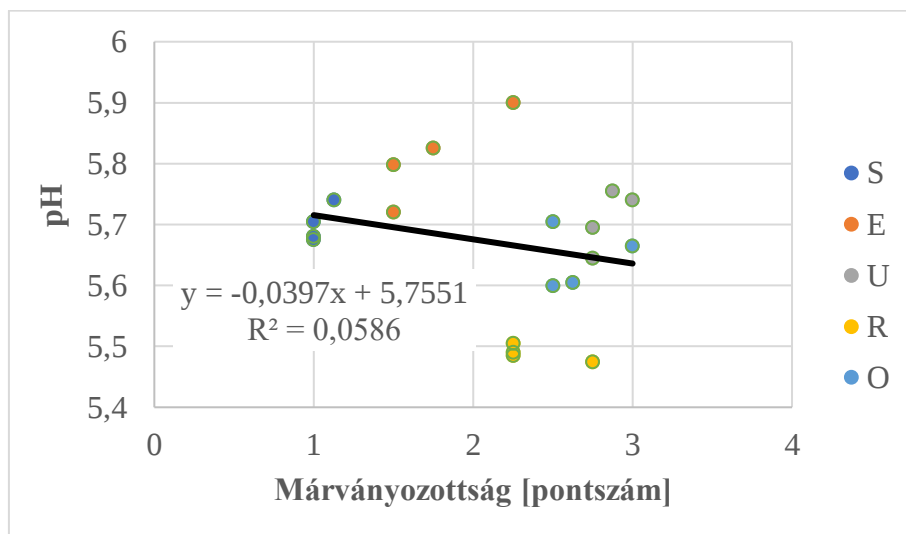


22. ábra: A sertéstegek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok pH-ja közötti összefüggés

A 22. ábra alapján megfigyelhető, hogy 95%-os szignifikancia szint mellett a sertéstegek hús-zsír arányát értékelő SEUROP-minősítés és a karaj pH-ja között szignifikáns összefüggés (ld. 35. melléklet (b) és 1. táblázatból $p=3,820 \times 10^{-6}$) van. Az SEUROP-rendszer szerinti zsírárány növekedésével a pH csökken. Ugyanakkor látható, hogy ez a pH különbség gyakorlati jelentősége korlátozott. A normál hús pH $5,8 \pm 0,1$. Ennek megfelelően az 5,9 és az 5,5 közötti pH elfogadottnak tekinthető, nem jelenik meg a PSE és a DFD jelleg. Természetesen a zsírosabb húsoknál az ionok disszociációja kisebb, így eltérő pH érték jellemzi a nagyobb húсарányú testekből származó húsokat. Az illesztett trendvonal determinációs tényezője kicsi ($R^2=0,3386$), amely bizonyítja, hogy nehezen írható le az összefüggés a hús-zsír arány és a pH között. Ugyanakkor a páronkénti statisztikai összehasonlítás szerint a különböző kategóriájú húsok szignifikánsan nem különböznek egymástól.

A darabok elhelyezkedése tekintetében nincs szignifikáns különbség a pH értékben (ld. 35. melléklet (j) és 1. táblázatból $p=1,457 \times 10^{-1}$). Megfigyelhető továbbá, hogy az egyes minősítési

osztályok (SEUROP) esetében nem határozható meg semmilyen trend a pH alakulását illetően a darabok között. Ezért mérési módszertan tekintetében a gyakorlatban a combnál vagy a tarjánál lévő karaj részeknél célszerű meghatározni a pH-t.



23. ábra: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztályú testekből származó karajok és karajdarabok márványozottsága és a pH közötti összefüggés

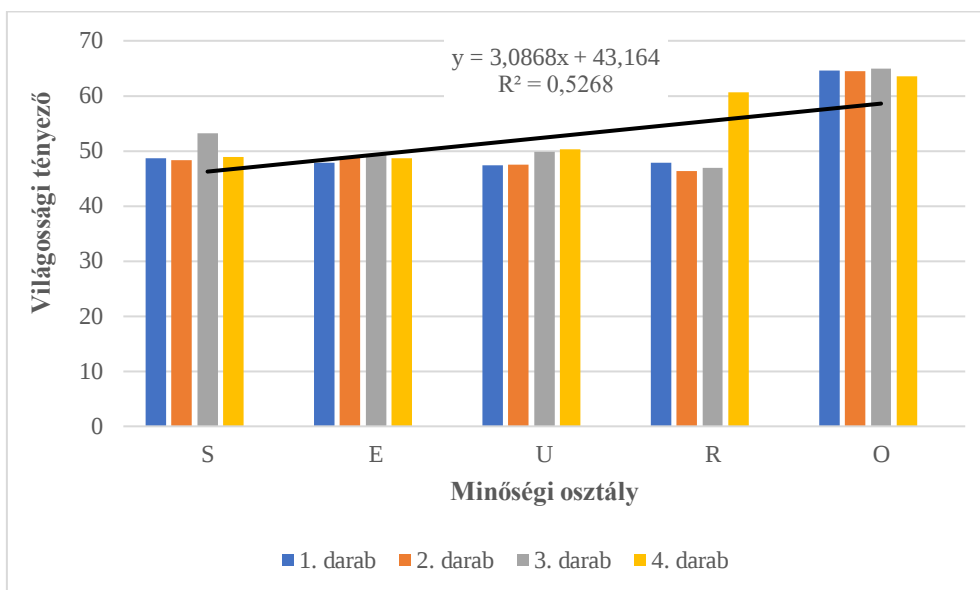
A 23. ábra az egyes SEUROP-minőségi osztályba sorolt sertésekből származó karajminták márványozottsága és pH-ja közötti összefüggés alapján megállapítható, hogy a márványozottság mértékének növekedésével a pH alig változik, statisztikailag a márványozottságnak nincs szignifikáns hatása a pH-ra. Az illesztett trendvonal determinációs tényezője nagyon kicsi ($R^2=0,0586$), vagyis nem írható le összefüggés a két jellemző között. Az SEUROP-minősítést vizsgálva megállapítható, hogy az U kategória ennél a minőségi jellemzőnél sem követi a márványozottság és a pH összefüggésében a hús-zsír arálynak megfelelő trendet. Hasonlóan ismét számos mért jellemzőhöz az 1-2 márványozottsági érték az S és az E kategóriába tartozik, az U, az R és az O pedig a 2-3 közötti márványozottsági értéket képviseli a pH-ban.

Az általam tanulmányozott szakirodalmak alapján nincs egyértelmű bizonyíték arra, hogy a hús zsírtartalma vagy márványozottsága befolyásolná a pH-t. Ugyanakkor több tanulmány rámutat arra, hogy a pH alakulását elsősorban az állat genetikai háttere, stresszterhelése és izomaktivitása határozza meg (Hwang et al., 2020; van Wijk et al., 2005).

Színmérés, világossági tényező (L^*)

A 24. ábra alapján megfigyelhető, hogy 95%-os szignifikancia szint mellett a sertéstestek hús-zsír arányát értékelő SEUROP-minősítés és a karaj világossági tényezője között szignifikáns összefüggés (ld. 36. melléklet (b) és 1. táblázatból $p=7,430 \times 10^{-5}$) van. Az SEUROP-rendszer

szerinti zsírárány növekedésével a világossági tényező nő. Különösen nagy emelkedés tapasztalható az O kategóriájú karajoknál, amely a szignifikáns összefüggésben nagy szerepet játszik.



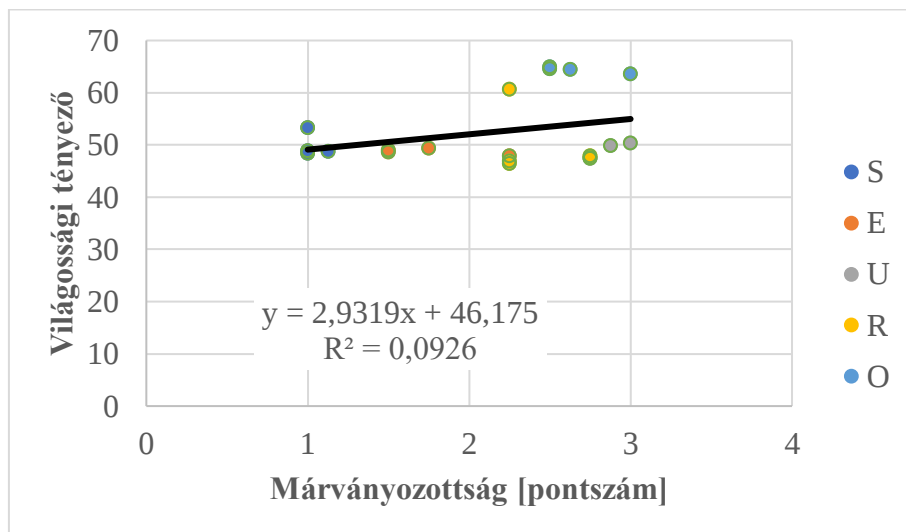
24. ábra: A sertéstartestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok világossági tényezője közötti összefüggés

Az illesztett trendvonal determinációs tényezője közepes ($R^2=0,5268$), amely bizonyítja, hogy nehezen írható le az összefüggés a hús-zsír arány és a világossági tényező között. A páronkénti statisztikai összehasonlítás szerint az O kategóriájú karaj kivételével az S, az E, az U és R osztályba sorolt húsok szignifikánsan nem különböznek egymástól.

A darabok elhelyezkedése tekintetében nincs szignifikáns különbség a világossági tényezőben (ld. 36. melléklet (j) 1. táblázatból $p=3,846 \times 10^{-1}$). Megfigyelhető továbbá, hogy az egyes minősítési osztályok (SEUROP) esetében nem határozható meg semmilyen trend a világossági tényezőt illetően a darabok között. Ezért mérési módszertan tekintetében a gyakorlatban a combnál vagy a tarjánál lévő karaj részeknél célszerű mérni a világossági tényezőt.

A 25. ábra az egyes SEUROP-minőségi osztályba sorolt sertésekből származó karajminták márványozottsága és világossági tényezője közötti összefüggés alapján megállapítható, hogy a márványozottság mértékének növekedésével a világossági tényező alig változik, statisztikailag a márványozottságnak nincs szignifikáns hatása a világossági tényezőre. Az illesztett trendvonal determinációs tényezője nagyon kicsi ($R^2=0,0926$), vagyis nem írható le összefüggés a két jellemző között. Az SEUROP-minősítést vizsgálva megállapítható, hogy az U kategória ennél a minőségi jellemzőnél sem követi a márványozottság és a világossági tényező összefüggésében a hús-zsír arálynak megfelelő trendet. Hasonlóan ismét számos mért jellemzőhöz, az 1-2

márványozottsági érték az S és az E kategóriába tartozik, az U, az R és az O pedig a 2-3 közötti márványozottsági értéket képviseli a világossági tényező vonatkozásában.



25. ábra: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztályú testekből származó karajok és karajdarabok márványozottsága és a világossági tényező közötti összefüggés

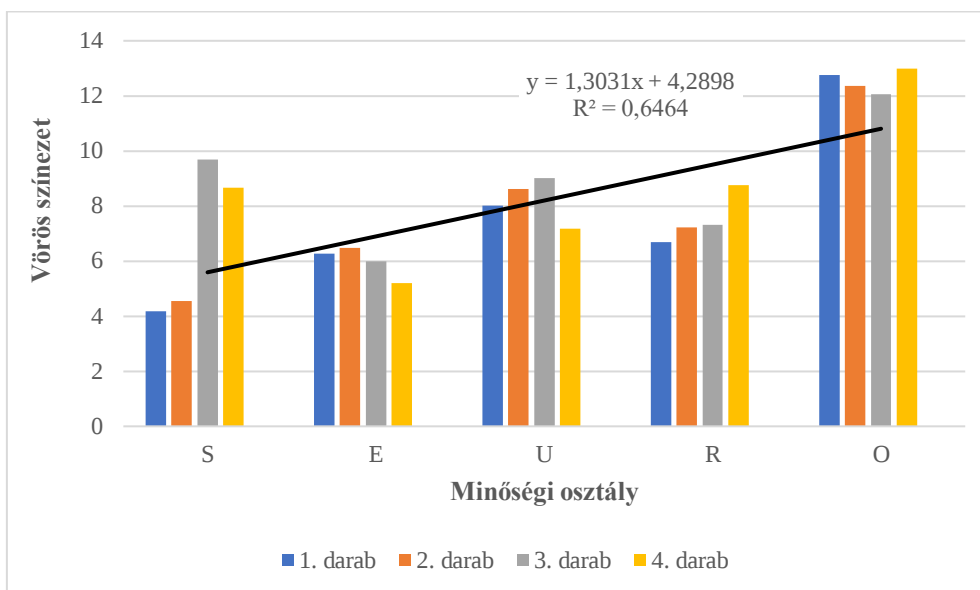
Néhány nemzetközi kutatás azt találta, hogy a jobban márványozott húsok magasabb L*-értéket mutathatnak. Van der Wal et al. (2005) hollandiai kísérletében például a magasabb intramuszkuláris zsírtartalmú sertéshúsok fényesebb, világosabb színűek voltak, amit a szerzők a zsír fényvisszaverő hatásával magyaráztak. Ugyanakkor nem minden tanulmány erősíti meg ezt. Hwang et al. (2020) nehézsúlyú vs. könnyűsúlyú sertéseknél nem talált különbséget az átlagos L*-értékben, noha a zsírtartalom eltért. Mivel a színvilágosságot erősen befolyásolja a pH és az izom pigmenttartalma is, a zsír közvetlen hatása nem domináns.

Színmérés, vörös színezet (a*)

A 26. ábra alapján megfigyelhető, hogy 95%-os szignifikancia szint mellett a sertéstestek hús-zsír arányát értékelő SEUROP-minősítés és a karaj vörös színezete között szignifikáns összefüggés (ld. 37. melléklet (b) és 1. táblázatból $p=2,650 \times 10^{-4}$) van. Az SEUROP-rendszer szerinti zsírárány növekedésével a vörös színezet nő. Különösen nagy emelkedés tapasztalható a világossági tényezőhöz hasonlóan az O kategóriájú karajoknál, amely a szignifikáns összefüggésben nagy szerepet játszik. Ez a különbség már nem csak a műszeres méréssel, de a fogyasztó számára is könnyen észrevehető.

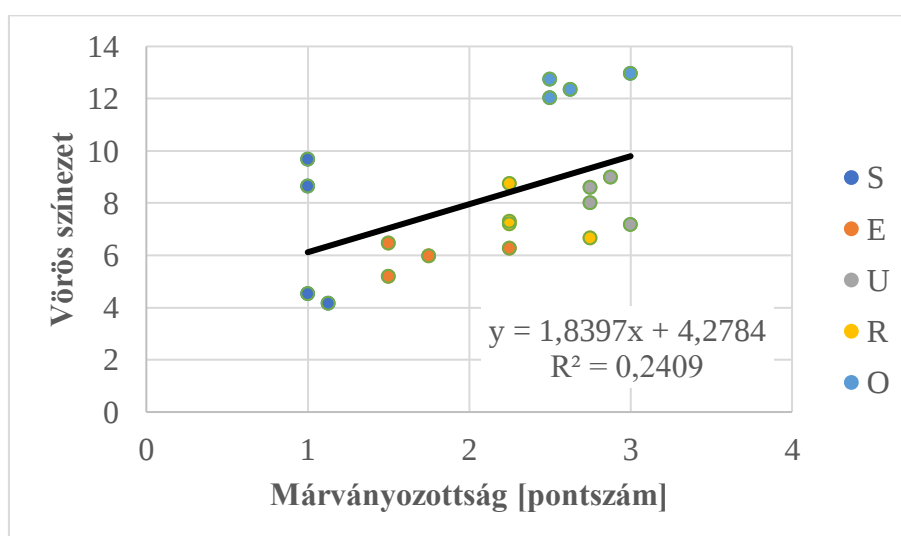
Az illesztett trendvonal determinációs tényezője viszonylag nagy ($R^2=0,6464$), amely bizonyítja, hogy jól leírható az összefüggés a hús-zsír arány és a vörös színezet között. A páronkénti

statisztikai összehasonlítás szerint az O kategóriájú karaj kivételével az S, az E, az U és R osztályba sorolt húsok szignifikánsan nem különböznek egymástól.



26. ábra: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok vörös színezete közötti összefüggés

A darabok elhelyezkedése tekintetében nincs szignifikáns különbség a vörös színezetben (ld. 37. melléklet (j) és 1. táblázatból $p=5,056 \times 10^{-1}$). Megfigyelhető továbbá, hogy az egyes minősítési osztályok (SEUROP) esetében nem határozható meg semmilyen trend a vörös színezetét illetően a darabok között. Ezért mérési módszertan tekintetében a gyakorlatban ismét két ponton, a combnál és a tarjánál lévő karaj részeknél célszerű mérni a vörös színezetet.

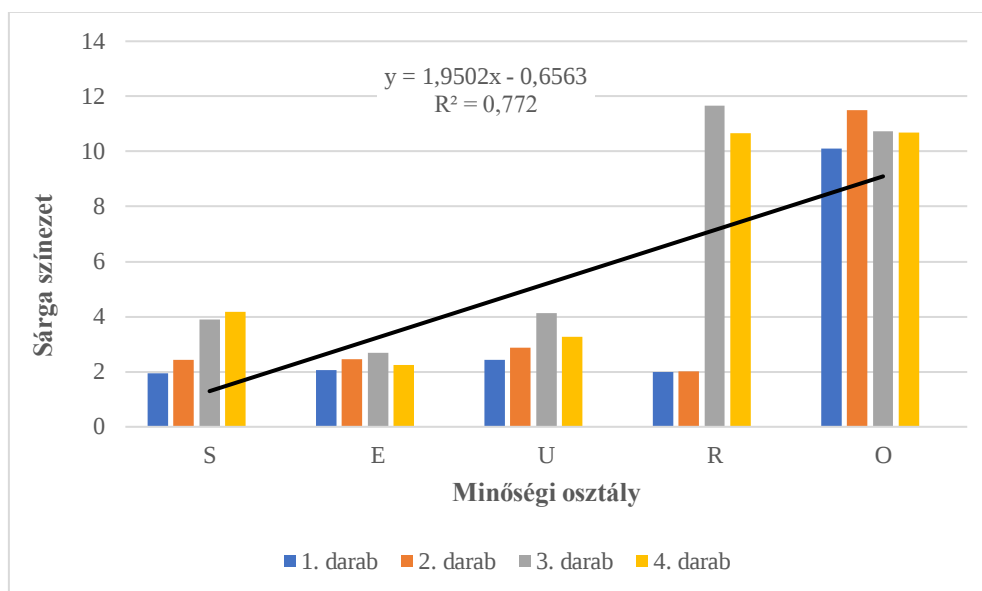


27. ábra: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztályú testekből származó karajok és karajdarabok márványozottsága és a vörös színezet közötti összefüggés

A 27. ábra az egyes SEUROP-minőségi osztályba sorolt sertésekből származó karajminták márványozottsága és vörös színezete közötti összefüggés alapján megállapítható, hogy a márványozottság mértékének növekedésével a vörös színezet jelentősen változik, statisztikailag a márványozottságnak szignifikáns hatása van a vörös színezetre. Az illesztett trendvonal determinációs tényezője viszonylag kicsi ($R^2=0,2409$), vagyis nehezen írható le összefüggés a két jellemző között. Az SEUROP-minősítést vizsgálva megállapítható, hogy az U kategória ennél a minőségi jellemzőnél sem követi a márványozottság és a vörös színezet összefüggésében a hús-zsír arálynak megfelelő trendet. Az O kategóriájú karajok kimagasló vörös színezetet mutatnak. Hasonlóan ismét a már korábban bemutatott és értékelt számos jellemzőhöz, az 1-2 márványozottsági érték az S és az E kategóriába tartozik, az U, az R és az O kategóriájú karajok vörös színezete pedig a 2-3 közötti márványozottsági értéknél jelenik meg.

A vörös színezett és az intramuszkuláris zsír kapcsolatát is vizsgálták már a nemzetközi szakirodalmak. Egy genetikai kutatás kimutatta, hogy szignifikáns pozitív korreláció van a hús intramuszkuláris zsírtartalma és az a^* -értéke között, ami arra utal, hogy a zsírtermelést és a hús vörös színét részben közös gének szabályozhatják (Wang et al. 2024). Ez alapján a zsírosabb húsok akár vörösebbek is lehetnek. Hwang et al. (2020) is arról számoltak be, hogy a zsírosabb sertések hosszú hátizma szignifikánsan magasabb a^* -értéket mutatott, mint a soványabbaké.

Színmérés, sárga színezet (b^*)

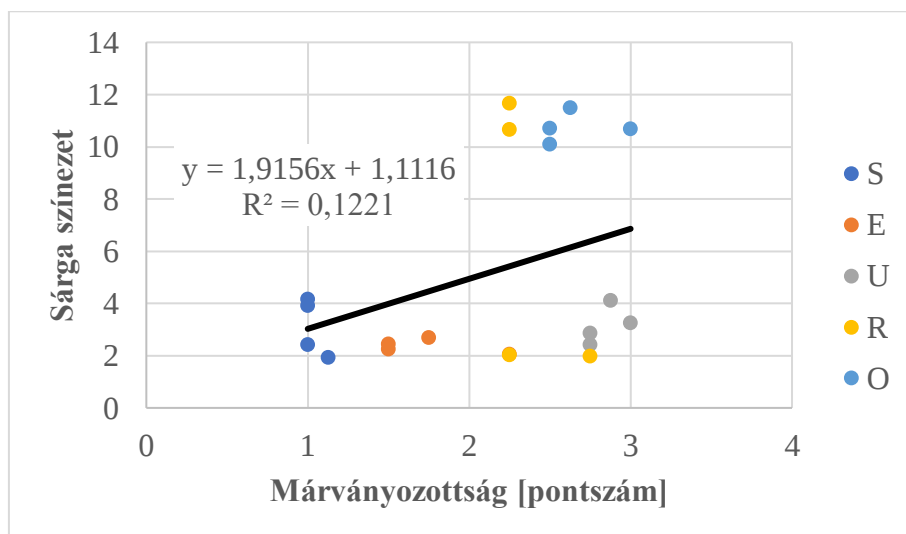


28. ábra: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok sárga színezet közötti összefüggés

A 28. ábra alapján megfigyelhető, hogy 95%-os szignifikancia szint mellett a sertéstestek hús-zsír arányát értékelő SEUROP-minősítés és a karaj sárga színezete között szignifikáns összefüggés (ld. 38. melléklet (b) és 1. táblázatból $p=8,960 \times 10^{-4}$) van. Az SEUROP-rendszer szerinti zsírarány növekedésével a sárga színezet az S és az U kategóriánál kismértékben, az R és O kategóriánál kimagaslóan megnő. A szignifikáns hatást elsősorban az O kategóriájú karajok jelentik.

Az illesztett trendvonal determinációs tényezője viszonylag nagy ($R^2=0,7720$), amely bizonyítja, hogy jól leírható az összefüggés a hús-zsír arány és a sárga színezet között. A páronkénti statisztikai összehasonlítás szerint az O kategóriájú karaj kivételével az S, az E, az U és R osztályba sorolt húsok szignifikánsan nem különböznek egymástól.

A darabok elhelyezkedése tekintetében nincs szignifikáns különbség a sárga színezetben (ld. 38. melléklet (j) és 1. táblázatból $p=1,592 \times 10^{-1}$). Megfigyelhető továbbá, hogy az egyes minősítési osztályok (SEUROP) esetében a darabokat összehasonlítva a tarja felőli részeknél a sárga színezet kisebb, a comb felőli rész irányába nő. Ezért mérési módszertan tekintetében a gyakorlatban a combnál vagy a tarjánál lévő karaj részeknél célszerű mérni a sárga színezetet.



29. ábra: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztályú testekből származó karajok és karajdarabok márványozottsága és a sárga színezet közötti összefüggés

A 29. ábra az egyes SEUROP-minőségi osztályba sorolt sertésekből származó karajminták márványozottsága és sárga színezete közötti összefüggés alapján megállapítható, hogy a márványozottság mértékének növekedésével a sárga színezet jelentősen változik, statisztikailag a márványozottságnak szignifikáns hatása van a sárga színezetre. Minél nagyobb a márványozottság mértéke, annál nagyobb a sárga színezet. Kimagasló értéket mutatnak az R és az O kategóriába

tartozó karajok. Ez azzal magyarázható, hogy a nagyobb zsírarányú húsokban a zsíroldékony színanyagok jobban oldódnak, így a takarmány fő részét kitevő kukorica sárga színét adó zeaxantin növeli a zsírral átszótt húsok sárga színezetét. Az illesztett trendvonal determinációs tényezője nagyon kicsi ($R^2=0,1221$), vagyis nem írható le összefüggés a két jellemző között. Hasonlóan ismét számos mért jellemzőhöz, az 1-2 márványozottsági érték az S és az E kategóriába tartozik, az U, az R és az O pedig a 2-3 közötti márványozottsági értéket képviseli a sárga színezet vonatkozásában.

A sárgás árnyalat (b^*) változása a zsírtartalom függvényében kevésbé dokumentált. Az irodalom szerint a b^* -értéket a zsír közvetetten befolyásolhatja: a sertés zsírszövege enyhén sárgás lehet, ha takarmánya több kukoricát vagy karotinoidot tartalmaz, ami kihat a hús kinézetére is. Konkrét vizsgálatok többsége azonban nem talált szignifikáns összefüggést az intramuszkuláris zsír mennyisége és a mért b^* között. Hwang et al. (2020) adatai szerint például a különböző zsírtartalmú csoportok között nem változott a hús sárga komponense statisztikailag szignifikánsan.

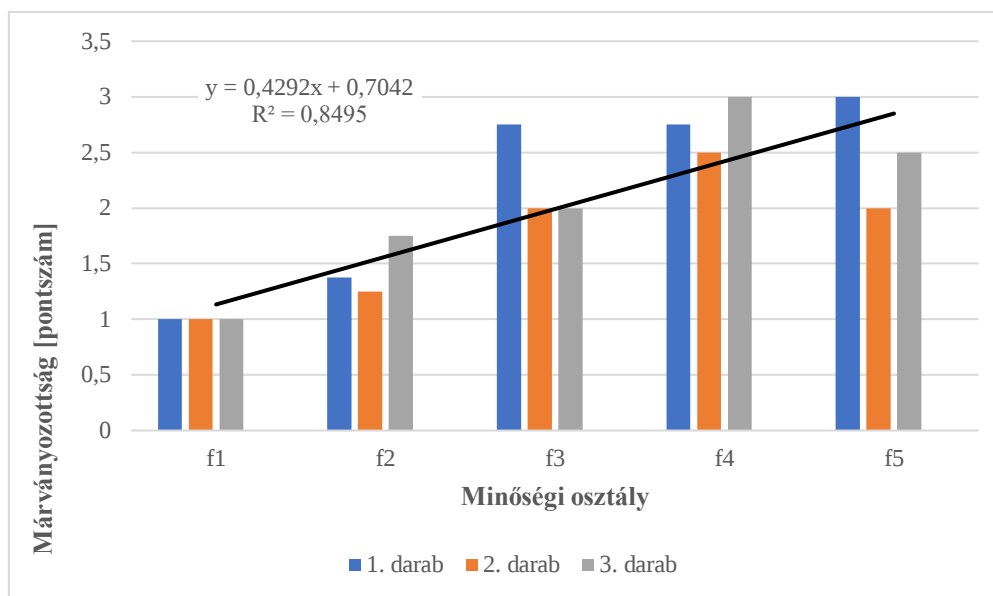
1. táblázat: Sertéskarajminták vizsgálati eredményeinek statisztikai eredményei és azok értékelése

Paraméter	SEUROP kategória és az adott tulajdonság p-értéke	SEUROP kategória és az adott tulajdonság közötti kapcsolat minősége	A darabon karajon belüli elhelyezkedésének ANOVA p-értéke	A darabok karajon belüli elhelyezkedése és minőségét jelző paraméter kapcsolatának mértéke
Márványozottság	$4,830 \times 10^{-7}$	szignifikáns	$3,628 \times 10^{-1}$	nem szignifikáns
Állomány, keménység	$5,150 \times 10^{-6}$	szignifikáns	$1,7602 \times 10^{-2}$	szignifikáns
Lédúság	$1,207 \times 10^{-3}$	szignifikáns	$3,601 \times 10^{-2}$	szignifikáns
Zsírosság	$9,852 \times 10^{-5}$	szignifikáns	$1,535 \times 10^{-1}$	nem szignifikáns
Íz eltérés	$2,429 \times 10^{-4}$	szignifikáns	$5,764 \times 10^{-2}$	szignifikáns
Összbenyomás	$9,581 \times 10^{-3}$	szignifikáns	$1,480 \times 10^{-2}$	szignifikáns
Állomány, keménység (műszeres)	$4,520 \times 10^{-6}$	szignifikáns	$8,570 \times 10^{-4}$	szignifikáns
Szárazanyag-tartalom	$9,870 \times 10^{-5}$	szignifikáns	$7,585 \times 10^{-1}$	nem szignifikáns
Vízköttő képesség	$5,739 \times 10^{-2}$	szignifikáns	$5,379 \times 10^{-1}$	nem szignifikáns
Sütési veszteség	$3,477 \times 10^{-1}$	nem szignifikáns	$3,650 \times 10^{-1}$	nem szignifikáns
pH	$3,820 \times 10^{-6}$	szignifikáns	$1,457 \times 10^{-1}$	nem szignifikáns
Színmérés, világossági tényező (L^*)	$7,430 \times 10^{-5}$	szignifikáns	$3,846 \times 10^{-1}$	nem szignifikáns
Színmérés, vörös színzet (a^*)	$2,650 \times 10^{-4}$	szignifikáns	$5,056 \times 10^{-1}$	nem szignifikáns
Színmérés, sárga színzet (b^*)	$8,960 \times 10^{-4}$	szignifikáns	$1,592 \times 10^{-1}$	nem szignifikáns

5.2 SEUROP és márványozottság szerinti összehasonlítás marhahátszín esetében

5.2.1 Marhahátszín érzékszervi jellemzők szerinti vizsgálatok eredményei

Márványozottság



30. ábra: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszínek és hátszindarabok (1-3) márványozottsága közötti összefüggés

A 30. ábra alapján megállapítható, hogy a marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszínek márványozottsága között 95%-os szignifikancia szint mellett jelentős összefüggés van (ld. 39. melléklet (b) és 2. táblázatból $p=3,310 \times 10^{-4}$). Ez azt jelenti, hogy a faggyúborítottság és a márványozottság között szignifikáns a kapcsolat. A féltestek faggyúborítottságának növekedésével, vagyis az 1. kategóriától az 5. kategória irányába a márványozottság mértéke nő. Tehát ahogyan nő az egyes testek faggyúborítottsága, azzal arányosan lineárisan nő a márványozottság mértéke ($R^2=0,8495$).

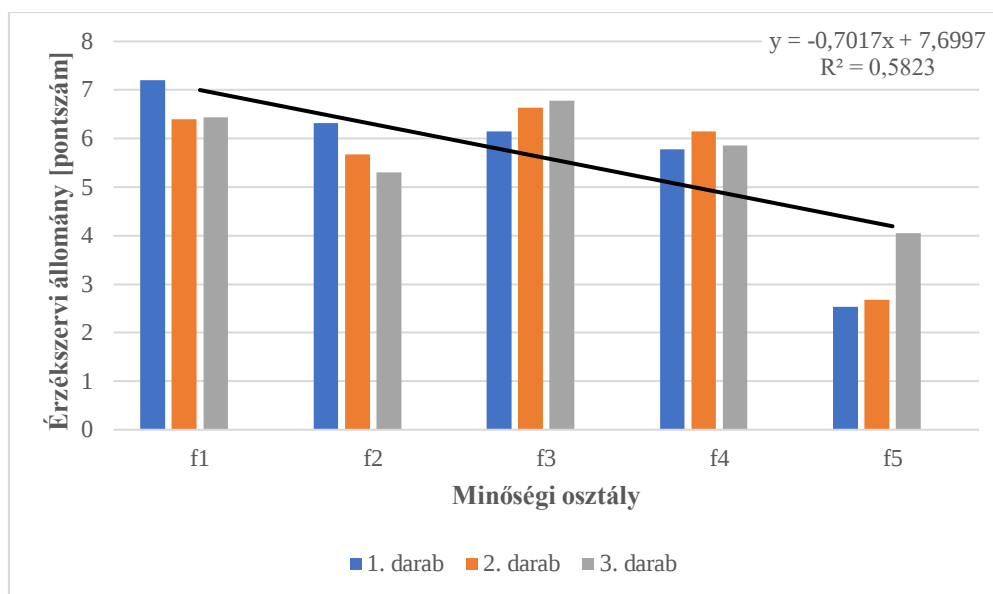
Látható továbbá, hogy a darabok elhelyezkedése nem mutat szignifikáns különbséget a márványozottságban (ld. 39. melléklet (j) és 2. táblázatból $p=1,130 \times 10^{-1}$). Tehát a 3 részre darabolt hátszín esetében a mintavétel helye, hogy a rostélyos felől vagy a comb felől végezzük a márványozottság mérését, nem jelent szignifikáns különbséget. Vagyis az 1. a 2. vagy a 3. hátszín szakaszban határozzuk meg a márványozottságot azonos értéket kapunk. Ennek mérés technikai, illetve mintavétel tekintetében van jelentősége, mert a negyedelés, illetve a testtáji fődarabolás során az elülső negyed, illetve a comb levágása által a hátszín rostélyos felőli és comb

felőli része válik szabad felületté a márványozottság méréséhez. Miután az egyes darabok között nincs szignifikáns különbség a márványozottságban, vagyis a hátszínen belül a márványozottság homogénnek tekinthető, így a comb felőli részénél vagy a rostélyos felőli részénél is végezhető márványozottság mérése.

Emellett megfigyelhető, hogy az egyes faggyúborítottsági osztályok (f1, f2, f3, f4, f5) esetében nem egységes a hátszínen belüli márványozottság. Az f1 kategóriában az egyes hátszindarabok között a márványozottságban nincs eltérés. Az f2, az f3, az f4 és az f5 kategóriánál már látható eltérés a darabok között. Az f3 és f5 esetében a rostélyos felőli részben nagyobb a márványozottság, míg az f2 és f4-nél a comb felőli részben. Ezek a különbségek teljes rendszerre vonatkozóan nem mutatnak szignifikáns hatást.

Watson et al., (2008) az irodalmi áttekintésben bemutatott ausztrál MSA-adatbázis elemzésekor megállapította, hogy a különböző faggyúborítottság mérőszámok a márványozottsággal pozitívan korreláltak, hasonló mértékben, mint az én is megállapítottam.

Állomány, keménység



31. ábra: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszín és hátszindarabok (1-3) állománya közötti összefüggés

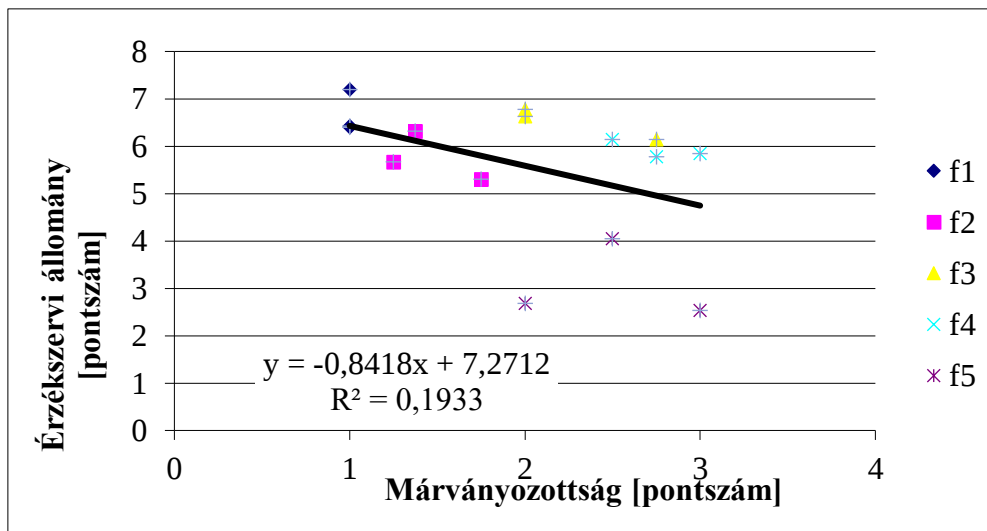
A 31. ábra alapján megállapítható, hogy a marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszín és hátszindarabok (1-3) állománya között 95%-os szignifikancia szint mellett jelentős összefüggés van (ld. 40. melléklet (b) és 2. táblázatból $p=3,290 \times 10^{-4}$). Ez azt jelenti, hogy a faggyúborítottság és az érzékszervi állomány

között szignifikáns a kapcsolat. A féltestek faggyúborítottságának növekedésével, vagyis az 1. kategóriától az 5. kategória irányába a márványozottság mértéke csökken. Tehát ahogyan nő az egyes testek faggyúborítottsága, azzal arányosan lineárisan csökken az állományra adott pontszám ($R^2=0,5823$). Tehát az érzékszervi állománymérés során az f1 minta állománya kedvezőbb, és folyamatosan csökken a kapott pontszám a faggyúborítottság növekedésével. Ennek magyarázata hasonló a sertéskarajnál leírtakkal, mely szerint a keménység elsősorban a harapásnál jelentkezik, a rághatóság a rágás, vagyis a fogyasztás során, amely hosszabb folyamat. Az érzékszervi állományvizsgálatnál a bírálóbizottság a keménység mértékét vizsgálta, amely, mint már említettem elsősorban a harapásnál jelentkezik. Ezt modellezi a Warner-Bratzler műszeres állománymérés is, így összehasonlítható a két érték.

Annak ellenére, hogy az f1, f2 és f3 kategóriába tartozó hátszínminták kaptak nagyobb pontot az állományra, a gyakorlati tapasztalatok szerint az f4 és f5 kategóriába tartozó hátszín biztosítja a fogyasztó számára a kedvezőbb állományt. Ennek magyarázata, hogy a nagyobb faggyúborítottsággal rendelkező testek szöveti összetételénél az izomszövetben megjelenik a zsírszövet, jellemzően réteges eloszlásban. A harapásnál az izomrostokra merőleges erőhatásnál nem csökken, inkább nő az átharapáshoz szükséges erő, így az állományra adott pontszám csökken. A hosszabb folyamatot igénylő rágás során az izomszövet filamentumai a zsírszövet mentén könnyebben szétválnak, elmozdulnak egymáson miután a rágásnál az őrlőfogak által oldalirányú erő hat. Ez kisebb rágási erő kifejtést igényel, amely érzékszervileg kedvező hatást jelent a fogyasztó számára. Tehát a hátszín érzékszervi állományvizsgálata során kettős jelenséget kell figyelembe venni, a harapás során a keménységet, illetve puhaságot, valamint a rágás során a rághatóságot, illetve omlósságot. A két jelenség a karajhoz hasonlóan a hátszín esetében is ellentétes, az f1, f2 és f3 esetében az állomány puhább, az f4 és f5-nél keményebb, de kevésbé rágós, vagyis omlós. A fogyasztó azt hiszi, hogy a zsírosabb puhább, pedig csak a rághatósága jobb.

Látható továbbá, hogy a darabok elhelyezkedése nem mutat szignifikáns különbséget az érzékszervi állományban (ld. 40. melléklet (j) és 2. táblázatból $p=8,878 \times 10^{-1}$). A páronkénti összehasonlításban csak a f5 kategóriába tartozó minták mutatnak szignifikáns különbséget a többi kategóriával szemben. Tehát összességében a 3 részre darabolt hátszín esetében a mintavétel helye, hogy a rostélyos felől vagy a comb felől végezzük a márványozottság mérését, nem jelent szignifikáns különbséget. Vagyis az 1. a 2. vagy a 3. hátszín szakaszban határozzuk meg az érzékszervileg meghatározott állományt, azonos értéket kapunk. Ennek mérés technikai, illetve mintavétel tekintetében van jelentősége, mert a negyedelés, illetve a testtáji fődarabolás során

az elülső negyed, illetve a comb levágása által a hátszín rostélyos felőli és comb felőli része válik szabad felületté az állomány méréséhez. Miután az egyes darabok között nincs szignifikáns különbség az állományban, vagyis a hátszínen belül az állomány homogénnek tekinthető, így a comb felőli részénél vagy a rostélyos felőli részénél is végezhető az állomány mérése.



32. ábra: SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínek és hátszindarabok márványozottsága és érzékszervi állománya közötti összefüggés

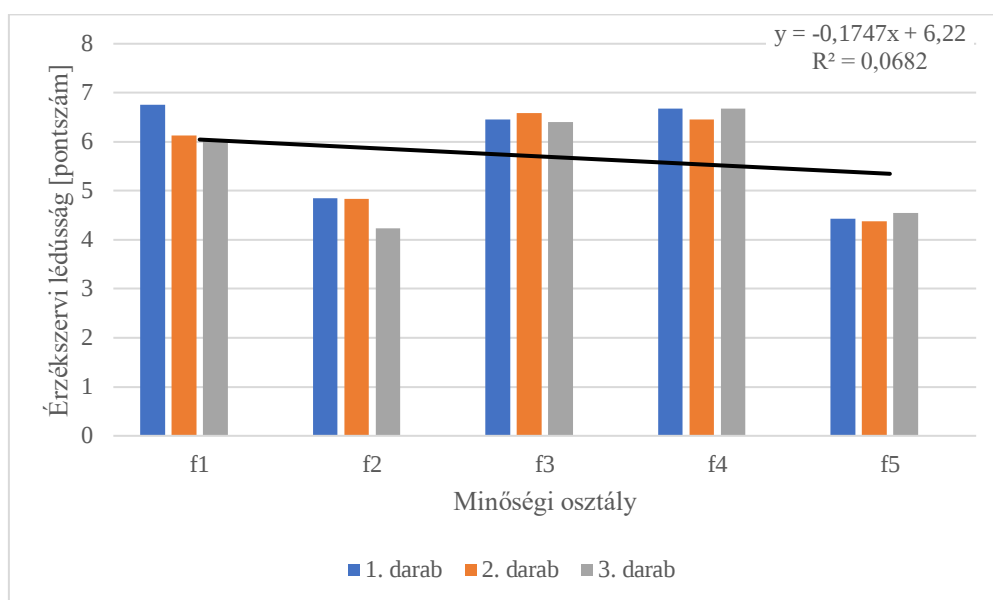
Az 32. ábra megfigyelhető az SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínek márványozottsága és érzékszervileg vizsgált állománya közötti összefüggés. Ez alapján megállapítható, hogy a márványozottság mértékének növekedésével csökken az érzékszervi vizsgálat során az állományra (keménység/puhaság) adott pontok száma. Ugyanez a tendencia figyelhető meg az SEUROP faggyúborítottság és az érzékszervi bírálat állományértéke között. Nevezetesen a zsírtartalom növekedésével (f1-től az f5 irányába) az érzékszervi bírálatnál az állományra adott pontszám csökken.

Az 32. ábra is jól szemlélteti, hogy az állományra vonatkozóan az f1 kategória kapta a legnagyobb pontszámot, majd az f2, az követi az f3 és az f4, illetve az f5 a zsírtartalom növekedésnek megfelelően. A sertéskarajnál tapasztaltakkal megegyezően, a szöveti összetétele (relatív nagy kötőszövet arány a közepes zsírtartalomhoz viszonyítva és kisebb hústartalom) miatt kiugró az f3 kategória, amely az f1 és f2 kategóriával tekinthető azonosnak. Az állomány tekintetében az 1-2 márványozottsági kategóriába tartoznak az f1 és f2 faggyúborítottságú hátszínek, az f3-f5 hátszínek jellemzően a 3. márványozottsági kategóriát képviselik. A korreláció az állományra adott pontok és a márványozottság között az egyes minőségi osztályoknak megfelelően

kismértékű ($R^2=0,1933$). Tehát megállapítható, hogy a márványozottság és az érzékszervi állomány között kapcsolat nehezen írható le.

A kutatási adatok szerint a márványozottabb marhahús éppenséggel porhanyósabb, omlósabb lesz, nem pedig keményebb (Choi et al., 2019, Luo et al., 2018). Ugyanakkor nem ritka ennek ellenkezője. Az én mintáimban is valószínűsíthetően több és hőstabilabb kollagént (érettebb keresztkötések) tartalmaztak, ami felülírja az márványozottság „kenő” hatását. Sőt az is megfigyelhető, hogy az azonos végpont-hőmérsékleten vizsgált zsírosabb minta lassabban melegszik fel, így kevesebb idő van a kollagén zselatinná történő átalakulásra, így a hús keményebb. Tény tehát, hogy a márványozottság a porhanyósság csak kis részét magyarázza. (Obuz et al., 2004a, Obuz et al., 2004b, Jones et al., 1994, Vierck et al., 2018).

Lédússág

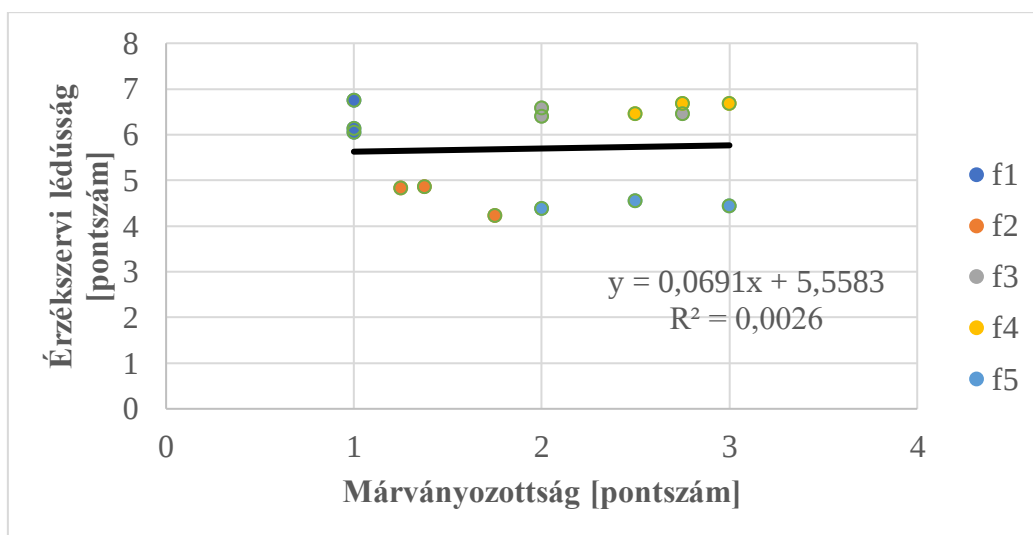


33. ábra: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszínek és hátszindarabok (1-3) lédússága közötti összefüggés

Az 33. ábra alapján megállapítható, hogy a marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszínek érzékszervi lédússága között 95%-os szignifikancia szint mellett jelentős összefüggés van (ld. 41. melléklet (b) és 2. táblázatból $p=5,370 \times 10^{-6}$). Ez azt jelenti, hogy a faggyúborítottság és a lédússág között szignifikáns a kapcsolat. A féltestek faggyúborítottságának növekedésével, vagyis az 1. kategóriától az 5. kategória irányába a lédússág mértéke kismértékben csökken, amely összefüggést jellemző trendvonal kis korrelációval ír le ($R^2=0,0682$). Az ábrán megfigyelhető, hogy nagy az ingadozás

a faggyúborítottsági osztályok között, az f1, f3 és f4 esetében nagy a lédűsság, az f2 és f5-nél kicsi. Ezért nem határozható meg egyértelmű trend a faggyúborítottság és a lédűsság között.

A darabok elhelyezkedése tekintetében látható, hogy nincs szignifikáns különbség a lédűsságban (ld. 41. melléklet (j) és 2. táblázatból $p=2,962 \times 10^{-1}$). Tehát a 3 részre darabolt hátszín esetében a mintavétel helye, hogy a rostélyos felől vagy a comb felől végezzük a lédűsság mérését nem jelent szignifikáns különbséget. Vagyis, ha az 1. a 2. vagy a 3. hátszín szakaszban határozzuk meg a lédűsságot, akkor azonos értéket kapunk. A márványozottsághoz hasonlóan ennek mérés technikai, illetve mintavétel tekintetében van jelentősége, mert a testtáji fő darabolás során az első negyed és a comb levágása által a hátszín rostélyos felőli és comb felőli része válik szabad felületté a lédűsság megállapításához.



34. ábra: SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínek és hátszindarabok márványozottsága és érzékszervi lédűssága közötti összefüggés

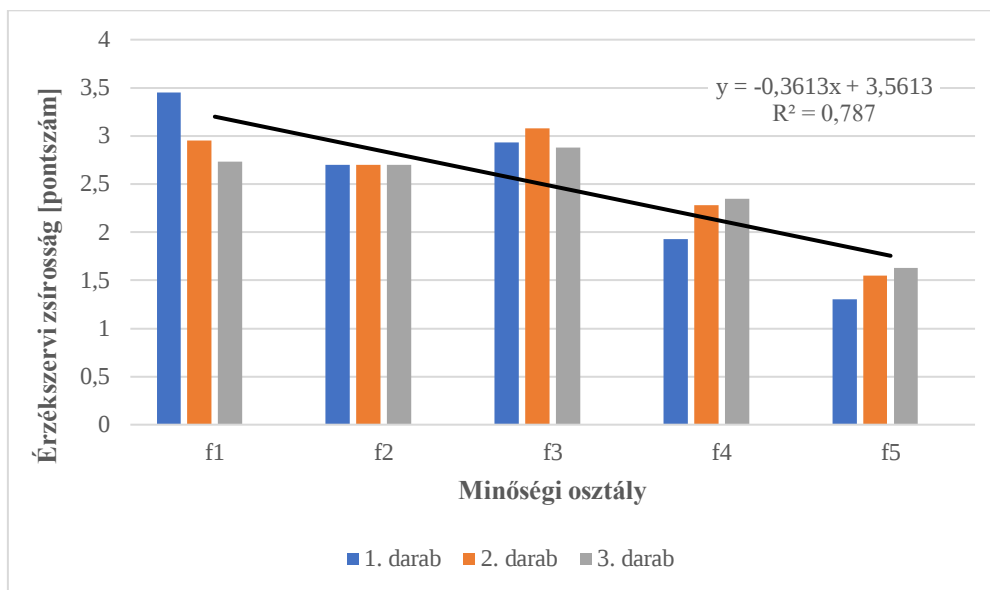
Az 34. ábra látható az SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínek márványozottsága és érzékszervileg vizsgált lédűssága közötti összefüggés. Ez alapján megállapítható, hogy a márványozottság mértékének növekedésével kismértékben nő a lédűsság. Ezzel kismértékben ellentétes tendencia figyelhető meg az SEUROP faggyúborítottság és a lédűsság között. Nevezetesen a zsírtartalom növekedésével (f1-től az f5 irányába) az érzékszervi bírálatnál az állományra adott pontszám némileg csökken.

Az 34. ábra is jól szemlélteti, hogy az állományra vonatkozóan az f1, az f3 és az f4 kategória kapta a legnagyobb pontszámot, a legkisebbet az f2 és az f5. A páronkénti összehasonlítás alapján megállapítható, hogy nincs szignifikáns különbség a márványozottsági osztályok között a lédűsságban. A korreláció a lédűsságra adott pontok és a márványozottság között kicsi

($R^2=0,0026$). Tehát megállapítható, hogy a márványozottság és az érzékszervi állomány független egymástól.

A tudományos irodalmak vizsgálatai is megerősítik, hogy a márványozottság nincs nagy hatással a lédúsásra (Wheeler et al., 1993)

Zsírosság

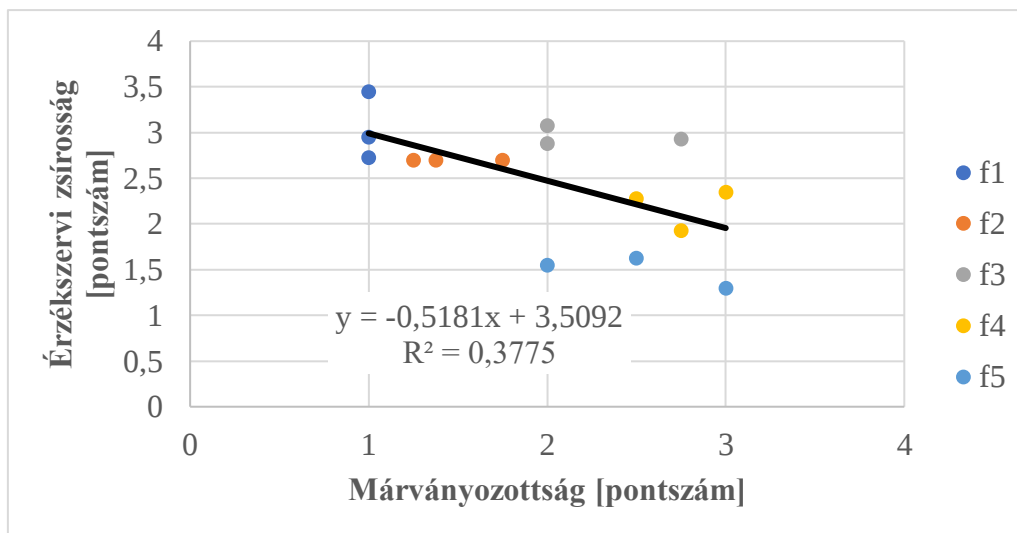


35. ábra: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszín és hátszindarabok (1-3) érzékszervi zsírossága közötti összefüggés

Az 35. ábra alapján megállapítható, hogy a marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszín érzékszervi zsírossága között 95%-os szignifikancia szint mellett jelentős összefüggés van (ld. 42. melléklet (b) és 2. táblázatból $p=2,130 \times 10^{-4}$). Ez azt jelenti, hogy a faggyúborítottság és a zsírosság között szignifikáns a kapcsolat. A féltestek faggyúborítottságának növekedésével, vagyis az 1. kategóriától az 5. kategória irányába a zsírosságra adott érzékszervi pontszám csökken, amely összefüggést jellemző trendvonal nagy korrelációval ír le ($R^2=0,7870$). Az ábrán megfigyelhető, hogy gyakorlatilag nincs ingadozás a faggyúborítottsági osztályok között, ezért határozható meg egyértelmű trend a faggyúborítottság és a zsírosság között.

A darabok elhelyezkedése tekintetében látható, hogy nincs szignifikáns különbség a lédúságban (ld. 42. melléklet (j) és 2. táblázatból $p=9,227 \times 10^{-1}$). Tehát a 3 részre darabolt hátszín esetében a mintavétel helye, hogy a rostélyos felől vagy a comb felől végezzük a zsírosság mérését

nem jelent szignifikáns különbséget. Vagyis, ha az 1. a 2. vagy a 3. hátszín szakaszban határozzuk meg a zsírosságot, akkor azonos értéket kapunk. A márványozottsághoz, az állományhoz és a lédúsághoz hasonlóan ennek mérés technikai, illetve mintavétel tekintetében van jelentősége, mert a testtáji fő darabolás során az első negyed és a comb levágása által a hátszín rostélyos felőli és comb felőli része válik szabad felületté a zsírosság megállapításához.



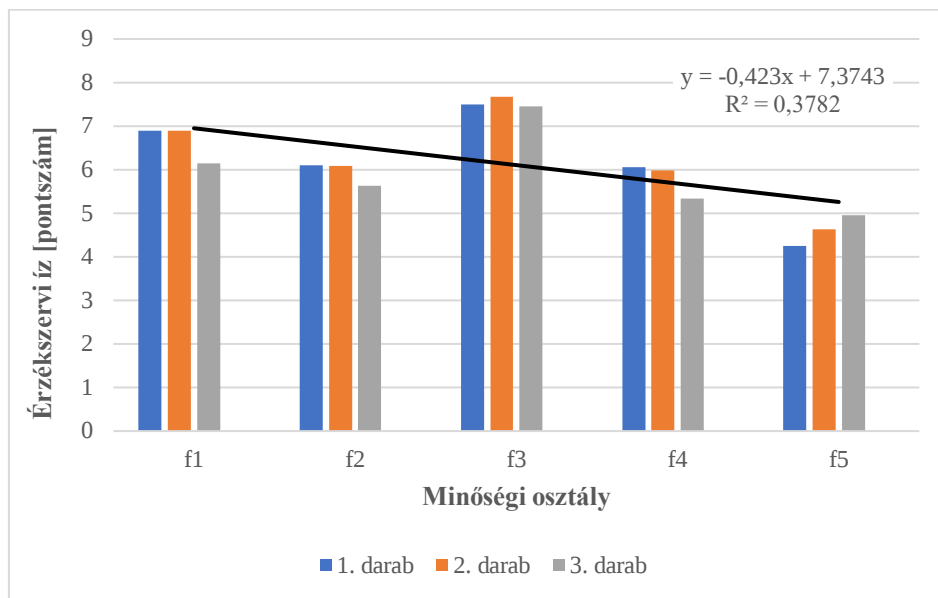
36. ábra: SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínek és hátszindarabok márványozottsága és érzékszervi zsírosságérzet közötti összefüggés

Az 36. ábra megfigyelhető az SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínek márványozottsága és érzékszervileg vizsgált zsírossága közötti összefüggés. Ez alapján megállapítható, hogy a márványozottság mértékének növekedésével csökken a zsírosság. Látható továbbá, hogy a zsírosságra az f1, az f2 és az f3 kategória kapta a legnagyobb pontszámot, a legkisebbet az f4 és az f5. A páronkénti összehasonlítás alapján megállapítható, hogy nincs szignifikáns különbség a márványozottsági osztályok között a zsírosságban. A korreláció a zsírosságra adott pontok és a márványozottság között kicsi ($R^2=0,3775$). Tehát a márványozottság és az érzékszervi zsírosság összetartozó pontjaira illesztett lineáris trendvonal nehezen írható le a két húsjellemző közötti kapcsolatot.

Az irodalmi áttekintésben már hivatkozott szakirodalom (Stewart et al., 2021) is kiemeli, hogy a márványozott hús szaftosabb, lédúsabb szokott lenni. Emerson és O’Quinn (2013, 2012) fogyasztói tesztjei szintén azt találták, hogy a márványozottsági szint emelkedése pozitívan befolyásolta a lédúságot. A dolgozatom eredménye azonban – miszerint nem volt kimutatható különbség – arra utalhat, hogy a vizsgált marhahúsok mind hasonló (közepes) szaftosságúak, illetve csak nehezen lehetett a mintákat differenciálni, továbbá a márványozottság tartománya

relatíve szűk volt. Kiugróan magas zsírtartalmú marhahús esetében az érzékszervi bírálatnál jóval „olajosabbnak” bizonyultak volna a húsok (Shahrai et al., 2021).

Íz

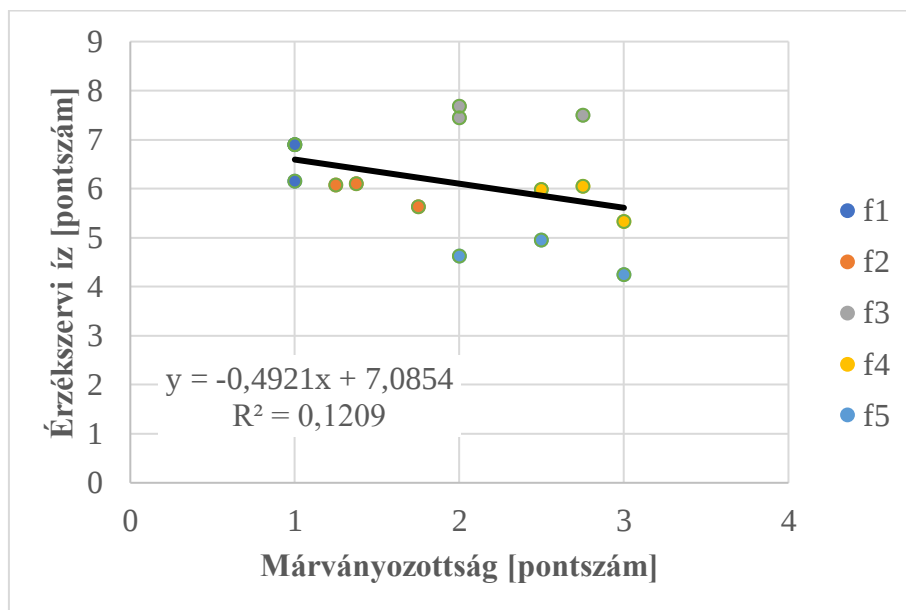


37. ábra: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszín és hátszindarabok (1-3) íze közötti összefüggés

Az 37. ábra alapján megállapítható, hogy a marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszín érzékszervi meghatározott íze között 95%-os szignifikancia szint mellett jelentős összefüggés van (ld. 43. melléklet (b) és 2. táblázatból $p=3,430 \times 10^{-5}$). Ez azt jelenti, hogy a faggyúborítottság és az íz között szignifikáns a kapcsolat. A féltestek faggyúborítottságának növekedésével, vagyis az 1. kategóriától az 5. kategória irányába az ízre adott érzékszervi pontszám csökken, amely összefüggést jellemző trendvonal kis korrelációval ír le ($R^2=0,3782$). Az ábrán megfigyelhető, hogy az f3-as kategória kivételével nincs jelentős ingadozás a faggyúborítottsági osztályok között, melyet a páronkénti összehasonlítás is igazol.

A darabok elhelyezkedése tekintetében látható, hogy nincs szignifikáns különbség az ízben (ld. 43. melléklet (j) és 2. táblázatból $p=2,398 \times 10^{-1}$). Tehát ismételt megállapítható, hogy a 3 részre darabolt hátszín esetében a mintavétel helye, hogy a rostélyos felől vagy a comb felől vizsgáljuk az ízt, nem jelent szignifikáns különbséget. Vagyis, ha az 1. a 2. vagy a 3. hátszín szakaszban határozzuk meg az ízt, akkor azonos értéket kapunk. A márványozottság, az állomány és a lédúság és a zsírosság esetében tapasztaltakkal hasonlóan ennek méréstechnikái, illetve mintavétel tekintetében van jelentősége, mert a testtáji fő darabolás során az első negyed

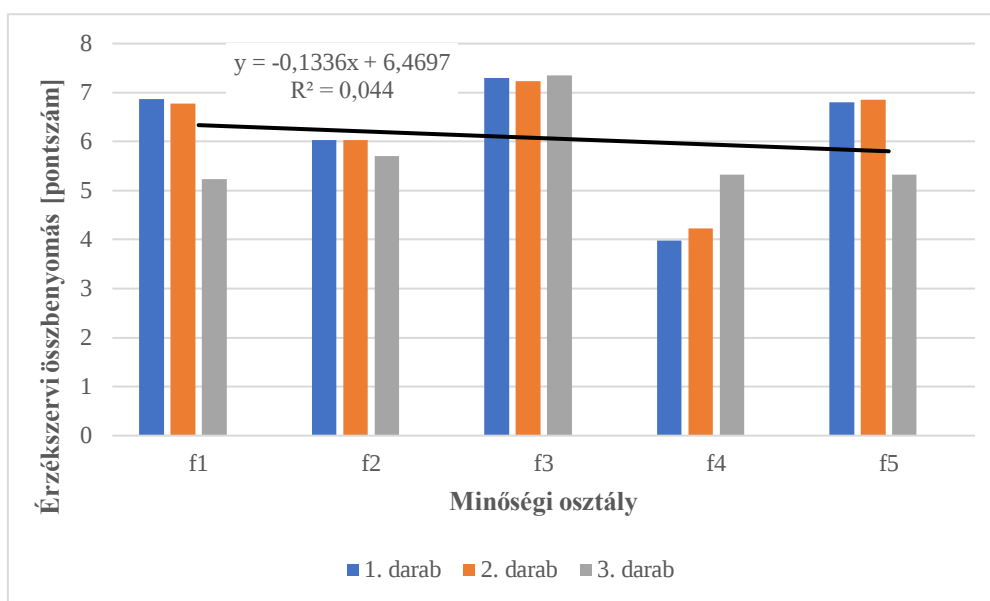
és a comb levágása által a hátszín rostélyos felőli és comb felőli része válik szabad felületté az íz megállapításához. Ugyanakkor megfigyelhető a húsipari és gasztronómiai szakemberek értékelésénél, hogy a rostélyos felőli részt ízletesebbnek ítélik meg. Ez azzal magyarázható, hogy a rostélyos felőli részen az izomszövetben nagyobb arányban jelenik meg a zsírszövet, amely az ízre pozitív hatással van a benne oldódó aromaanyagoknak köszönhetően. A comb felőli résznél ez kevésbé jelenik meg. Ez hasonlóan alakul a sertéskarajok esetében is, de ezzel együtt statisztikailag nincs különbség a darabok között.



38. ábra: SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínek és hátszínadarabok márványozottsága és íz közötti összefüggés

Az 38. ábra látható az SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínek márványozottsága és érzékszervileg vizsgált íz közötti összefüggés. Ez alapján megállapítható, hogy a márványozottság mértékének növekedésével csökken az ízre adott pontok száma, vagyis kevésbé tekinthető ízletesnek. A kisebb faggyúborítottsággal rendelkező húsok (f1 és f2) nagy pontszámot kapnak 1-2 közötti márványozottságnál. A közepesen faggyús a legmagasabbat (f3) 2-es márványozottság mellett, és a legfaggyúsabb húsok (f4 és f5) a legkisebb pontszámot az ízre a 2-3 közötti márványozottságnál. Azonban elemezve a márványozottsági szintek és az ízre adott pontszámokra illesztett lineáris trendvonal determinációs tényezőjét, megállapítható, hogy az $R^2=0,1209$ olyan kicsi, hogy nem lehet egzakt összefüggést találni a márványozottság és az íz között.

Összbenyomás

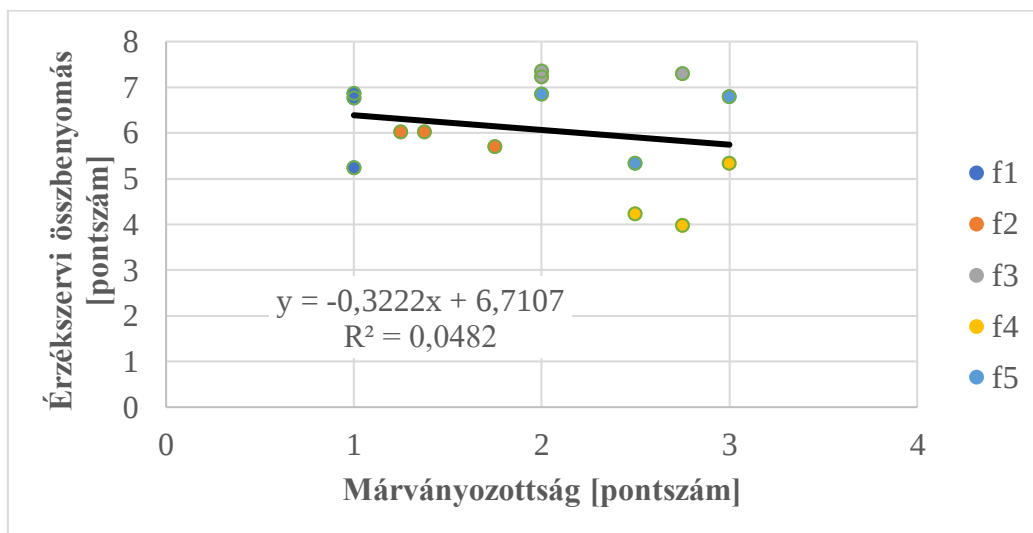


39. ábra: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszínnek és hátszindarabok (1-3) érzékszervi összbenyomása közötti összefüggés

Az 39. ábra alapján megállapítható, hogy a marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszínnek érzékszervi összbenyomása között 95%-os szignifikancia szint mellett jelentős összefüggés van (ld. 44. melléklet (b) és 2. táblázatból $p=1,200 \times 10^{-2}$). Ez azt jelenti, hogy a faggyúborítottság és az összbenyomás között szignifikáns a kapcsolat. A féltestek faggyúborítottságának növekedésével, vagyis az 1. kategóriától az 5. kategória irányába az összbenyomásra adott érzékszervi pontszám kismértékben csökken. Az ábrán megfigyelhető, hogy az f3-as és az f5-ös kategória nagyobb értéket képvisel. Megfigyelhető azonban, hogy nem lehet egyértelmű következtetést és összefüggést megállapítani az összbenyomás és a faggyúborítottság tekintetében, ezt az illesztett trendvonal rendkívül alacsony értéke is igazol ($R^2=0,0440$). Az összbenyomásban szerepel az íz, az állomány, a léduzság és a zsírosság egyszerre. Összehasonlítva szignifikáns különbségeket és determinációs tényezőket látható, hogy az összbenyomásban az íznek és a zsírosságnak van a legnagyobb szerepe. Ez fontos szempont a fogyasztói preferenciavizsgálatok kivitelezésénél és értékelésénél.

A darabok elhelyezkedése tekintetében látható, hogy nincs szignifikáns különbség az összbenyomásban (ld. 44. melléklet (j) és 2. táblázatból $p=5,527 \times 10^{-1}$). Tehát ismételten megállapítható, hogy a 3 részre darabolt hátszín esetében a mintavétel helye, hogy a rostélyos felől vagy

a comb felől vizsgáljuk az összbenyomást, nem jelent szignifikáns különbséget. Vagyis, ha az 1. a 2. vagy a 3. hátszín szakaszban határozzuk meg az összbenyomást, akkor azonos értéket kapunk. Az érzékszervi tulajdonságok esetében megállapítható, hogy a márványozottság, az állomány és a lédúság, az íz és a zsírosság és az összbenyomás esetében azonos a méréstechnikai következtetés, mely szerint a testtáji fő darabolás során az első negyed és a comb levágása által a hátszín rostélyos felőli vagy a comb felőli részen vizsgálandók az említett húsminőségi paraméterek.



40. ábra: SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínek és hátszindarabok márványozottsága és érzékszervi összbenyomás közötti összefüggés

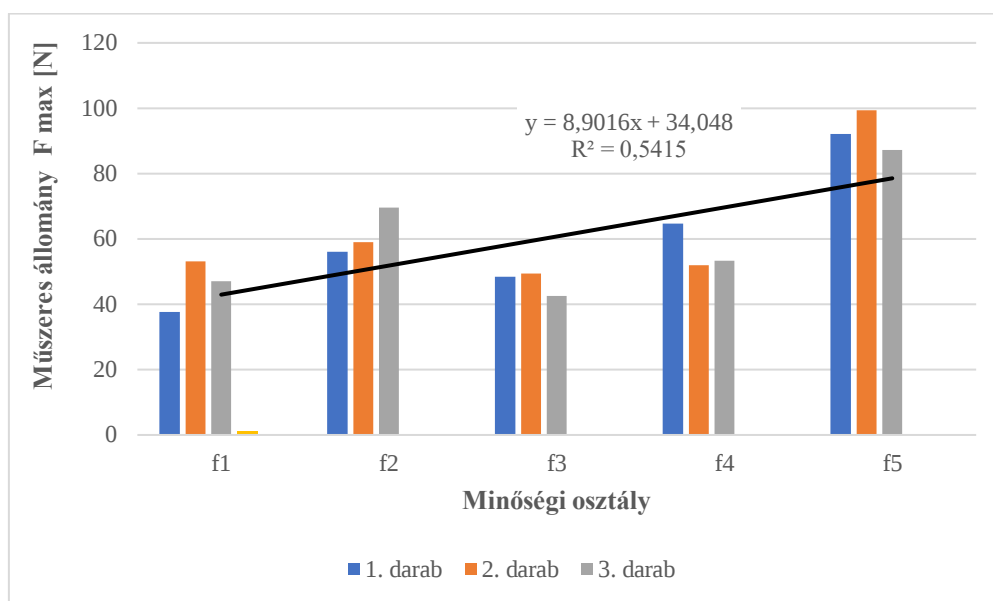
Az 40. ábra mutatja az SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínek márványozottsága és érzékszervi összbenyomása közötti összefüggést. Ez alapján megállapítható, hogy a márványozottság mértékének növekedésével csökken az összbenyomásra adott pontok száma. A kis és a nagyobb faggyúborítottsággal rendelkező húsok (f1, f2, f5) közepes pontszámot kapnak, a közepes faggyúborítottságúak (f3 és f4) esetében a legnagyobb és a legkisebb értéket. Az ismételten megállapítható, hogy az 1-2 márványozottsági szint esetében az f1 és f2, míg a 2-3 márványozottságnál az f3, f4 és f5 faggyúborítottságú hátszínek jelennek meg. Elemezve a márványozottsági szintek és az összbenyomás összetartozó adataira illesztett lineáris trendvonal rendkívül kicsi determinációs tényezőt mutat ($R^2=0,0482$). Megállapítható tehát, hogy nincs jól definiálható összefüggés a márványozottság és az érzékszervi tulajdonságokon alapuló összbenyomás között.

A rendelkezésre álló irodalmi adatok szerint a márványozottság növeli a marhahús ízére és összetett érzékszervi tulajdonságaira adott pontokat (Schumacher et al, 2022). Dolgozatomban

rávilágít a húsok tulajdonságai közti interakciókra: például a márványozottság hatása az ízre és szaftosságra csak akkor érvényesül igazán, ha a hús megfelelően puha. A dolgozatom érzékszervi bírálatának eredményei és azok összefüggései mind abba az irányba mutatnak, hogy a húsminőség komplex jelenség, ahol a különböző tényezők egymást erősíthetik vagy gyengíthetik.

5.2.2 Marhahátszín műszeresen mért jellemzők szerinti vizsgálatok eredményei

Állomány, keménység



41. ábra: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszínnek és hátszindarabok (1-3) műszeresen mért állománya (keménység) közötti összefüggés

A 41. ábra alapján megállapítható, hogy a marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszínnek műszeresen mért állománya (keménység) között 95%-os szignifikancia szint mellett jelentős összefüggés van (ld. 45. melléklet (b) és 2. táblázatból $p=2,290 \times 10^{-4}$). Ez azt jelenti, hogy a faggyúborítottság és az állomány (keménység) között szignifikáns a kapcsolat. A féltestek faggyúborítottságának növekedésével, vagyis az 1. kategóriától az 5. kategória irányába a keménység nő. Az f1-f4 között nincs jelentős eltérés, nagyobb keménység az f5 esetében látható. Ezt támasztja alá a páronkénti statisztikai összehasonlítás, mely szerint az f5 kategóriájú hátszín keménysége szignifikánsan eltér a többitől, amelyek egymáshoz képest nem mutatnak különbséget. Tehát nehéz különbséget tenni az f1 - f2, az f2 - f3, az f3 - f4, az f1-f3, az f1-f4 és az f2-f4 között a műszeres állományméréssel meghatározott keménységben. Ez a mérés elsősorban a szelet átharapásához szükséges erőt

vizsgálja, mint a hússzelet keménységértékét. A rághatóságot nem modellezi a módszer. A karajnál tapasztaltakkal megegyezően a kisebb faggyúborítottságú, nagyobb izomszövet aránnyal és ezáltal nagyobb víztartalommal rendelkező húsok átharapásához szükséges erő kisebb, mint a nagyobb faggyúborítottsággal rendelkező, az izomszövetben nagyobb arányban zsírszövetet tartalmazó húsok átharapásához. A rághatóságban már fordított eredmény várható, mert a zsírszövetek mentén az izomrostok elmozdulása könnyebb, lazább szerkezet alakul ki, mint a tömör izomszövet esetében.

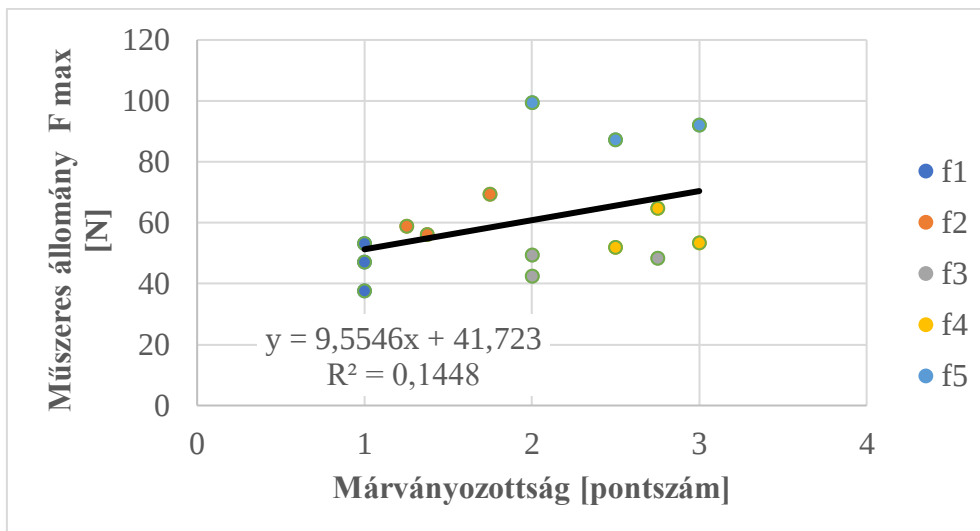
Az ábrán megfigyelhető továbbá, hogy az f3-as és az f4-es kategória kisebb értéket képvisel. Az illesztett trendvonal alapján megfigyelhető, hogy viszonylag jó következtetést és összefüggést megállapítani a keménység és a faggyúborítottság között ($R^2=0,5415$).

A darabok elhelyezkedése tekintetében látható, hogy nincs szignifikáns különbség az összbemnyomásban (ld. 45. melléklet (j) és 2. táblázatból $p=7,895 \times 10^{-1}$). Tehát ismételten megállapítható, hogy a 3 részre darabolt hátszín esetében a mintavétel helye, hogy a rostélyos felől vagy a comb felől vizsgáljuk az összbemnyomást, nem jelent szignifikáns különbséget. Vagyis, ha az 1. a 2. vagy a 3. hátszín szakaszban határozzuk meg az összbemnyomást, akkor azonos értéket kapunk. Az érzékszervi tulajdonságok esetében megállapítható, hogy a márványozottság, az állomány és a lédűsság, az íz és a zsírosság és az összbemnyomás esetében azonos a méréstechnikai következtetés, mely szerint a testtáji fő darabolás során az első negyed és a comb levágása által a hátszín rostélyos felőli vagy a comb felőli részen vizsgálandók az említett húsminőségi paraméterek.

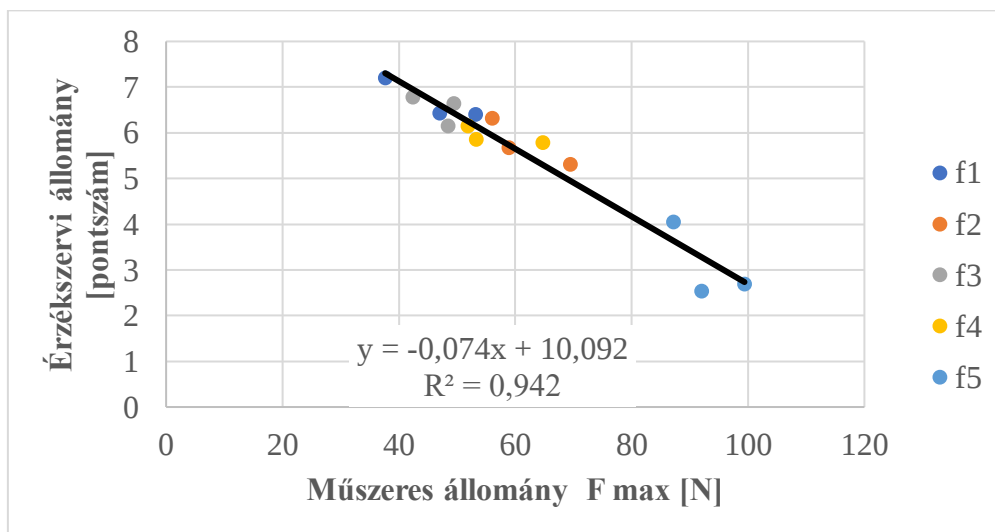
A magasabb zsírtartalomhoz kapcsolódóan a nagyobb keménységi értékek okairól az állomány érzékszervi bírálatával összefüggésben már írtam a fellelhető szakirodalom alapján. Itt csak kiegészítésként, kifejezetten a marhahúsra vonatkozó irodalmat szeretnék hivatkozni, amely a hőstabil kollagén-keresztkötések szerepét tárgyalja, melyek egyre magasabb nyíróerőt eredményeznek a márványozottság növekedésével párhuzamosan (Shorthose és Harris, 1990).

A 42. ábra látható az SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínnek márványozottsága és műszeresen mért állománya (keménység) közötti összefüggés. Ez alapján megállapítható, hogy a márványozottság mértékének növekedésével nő a keménység. Az érzékszervi bírálat eredményei is hasonló megállapítást tettek. Az egyes faggyúborítottsági értékekhez tartozó márványozottsági és keménységi értékeket vizsgálva megfigyelhető, hogy nincs összefüggés a márványozottság és a faggyúborítottság, illetve a keménység között. Ez elsősorban a darabok közötti nagy eltérésnek köszönhető. Ezt támasztja alá a kis determinációs tényező is ($R^2= 0,1448$), mely szerint nem lehet egyértelmű trendet meghatározni a

márványozottság és a keménység között. Megfigyelhető továbbá, hogy jellemzően az 1-es és 2-es márványozottsági szintnél kisebb az a keménység, vagyis puhább a hús, ebbe a tartományba tartozik az f1 és f2 kategória. A 2-3 közötti márványozottságnál keményebb a hús állománya, amely jellemzően az f3, az f4 és az f5 faggyúborítottságú húsokat jelenti.



42. ábra: SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínek és hátszindarabok műszeresen mért állománya és az érzékszervileg vizsgált állománya közötti összefüggés

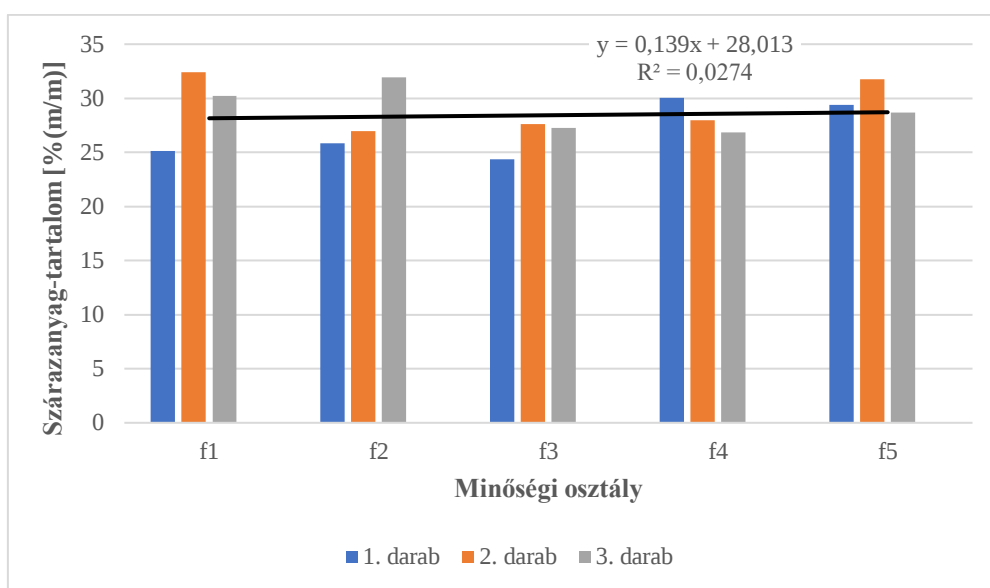


43. ábra: SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínek és hátszindarabok műszeresen mért állománya és az érzékszervileg vizsgált állománya közötti összefüggés

A 43. ábra alapján látható a különböző faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínek érzékszervileg és műszeresen mért állománya (keménység) közötti

összefüggés. Ez alapján megállapítható, hogy a műszeresen mért állomány és az érzékszervileg meghatározott állomány (keménység) között szoros lineáris kapcsolat van ($R^2=0,942$). A Warner-Bratzler nyíróerő növekedésével a vizsgált húsok érzékszervi állomány értéke csökken. Tehát minél keményebb a hús, érzékszervileg az állománya annál rosszabb minősítést kap. Figyelembe véve az SEUROP szerinti faggyúborítottságot megfigyelhető, hogy f1-f5 között mind az öt faggyúborítottsági osztály esetében az érzékszervileg és műszeresen mért állomány nagyon jól korrelál. Tehát megállapítható, hogy az érzékszervi állományméréssel jól becsülhető a műszeresen mért keménység a különböző faggyúborítottságú hátszínek esetében, és fordítva, a műszeresen mért keménység alapján is jól következtethető az érzékszervi állomány értéke. Az alkalmazott vizsgálati módszer a műszerezettségétől, illetve az érzékszervi laboratóriumi lehetőségektől függ. Fontos megjegyezni, hogy a mai digitális lehetőségek biztosítják VR szemüveg alkalmazásával a virtuális laboratórium alkalmazását, amely költséghatékony és egyszerű.

Szárazanyag-tartalom



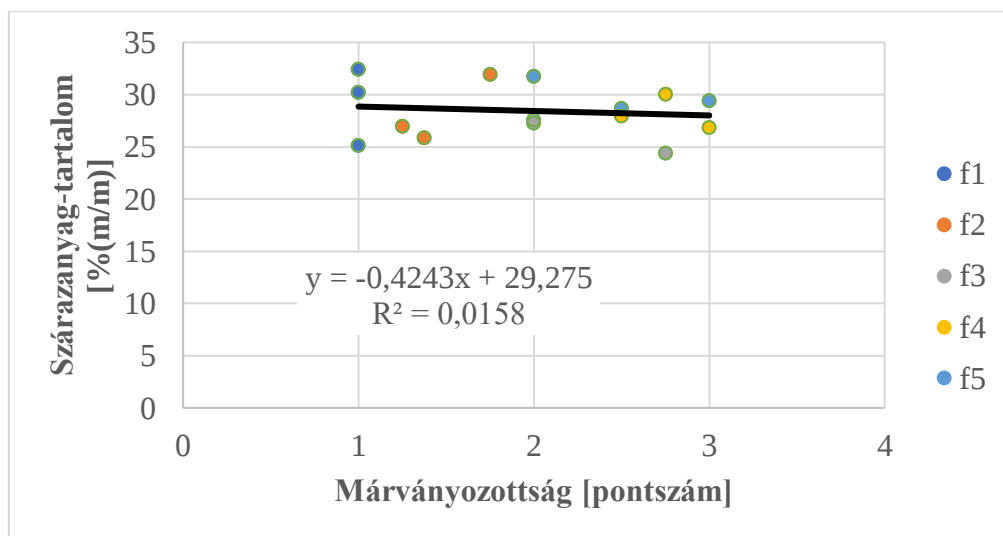
44. ábra: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszínek és hátszindarabok (1-3) szárazanyag-tartalma közötti összefüggés

A 44. ábra alapján megállapítható, hogy a marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszínek szárazanyag-tartalma között 95%-os szignifikancia szint mellett nincs szignifikáns összefüggés (ld. 46. melléklet (b) és 2. táblázatból $p=5,255 \times 10^{-1}$). A féltestek faggyúborítottságának növekedésével, vagyis az 1. kategóriától az 5. kategória irányába az szárazanyag-tartalom nem változik. Az illesztett trendvonal alapján megállapítható, hogy nem lehet összefüggést megállapítani a faggyúborítottság és a

szárazanyag-tartalom között. Hiába nő a faggyúborítottság nem változik szignifikánsan a szárazanyag-tartalom. Ezt az illesztett trendvonal rendkívül alacsony értéke is igazol ($R^2=0,0274$).

A darabok elhelyezkedése tekintetében hasonlóan megfigyelhető, hogy nincs szignifikáns különbség a szárazanyag-tartalom változás és a hátszínrészek között (ld. 46. melléklet (j) és 2. táblázatból $p=3,094 \times 10^{-1}$). Tehát ismételten megállapítható, hogy a 3 részre darabolt hátszín esetében a mintavétel helye, hogy a rostélyos felől vagy a comb felől résznél mérjük a szárazanyag-tartalmat, nem jelent szignifikáns különbséget. Ezért mérési módszertan tekintetében a vizsgálat bármely szakaszon megvalósítható. Javasolt ebben az esetben is a főbb darabolási vonalnál a rostélyos vagy a comb felőli mintavétel.

A márványozottság növekedésének hatására módosul a hús kémiai összetétele: a víztartalom csökken, miközben a zsír aránya nő, de ezek nagyrészt egymást helyettesítik. egymást. Kísérleti adatok szerint minden 1% intramuszkuláris zsír-növekedés kb. 0,7%-kal csökkenti a nedves-ségtartalmat, míg a fehérjetartalmat kb. 0,3%-kal. Ez azt jelenti, hogy a vízvesztés majdnem arányos a zsírnyerességgel, így az összes szárazanyag aránya alig változik. Ezt állapítottam én is meg (Ueda et al., 2007).

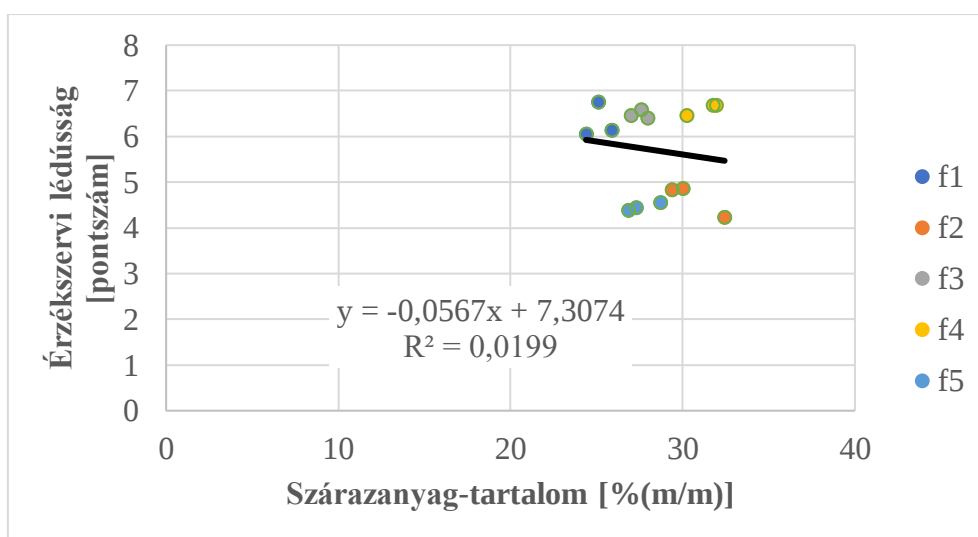


45. ábra: SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínek és hátszín darabok márványozottsága és szárazanyag-tartalma közötti összefüggés

A 45. ábra látható az SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínek márványozottsága és szárazanyag-tartalma közötti összefüggés. Ez alapján megállapítható, hogy a márványozottság mértékének növekedésével a szárazanyag-tartalom nem változik. Az egyes faggyúborítottsági értékekhez tartozó márványozottsági és szárazanyag tartalmakat vizsgálva megfigyelhető, hogy nincs összefüggés a márványozottság és a

faggyúborítottság, illetve a szárazanyag-tartalom között. Ezt támasztja alá a kis determinációs tényező is ($R^2 = 0,0158$), mely szerint nem lehet egyértelmű trendet meghatározni a márványozottság és a szárazanyag-tartalom között. Megfigyelhető továbbá, hogy jellemzően az 1-1,5-ös márványozottsági szintnél az f1 és f2 kategóriába, vagyis a kisebb faggyúborítottsággal rendelkező hátszínek helyezkednek el. A többi húsjellemzőnél tapasztaltakkal egyetemben, a szárazanyag-tartalomnál is a 2-3 közötti márványozottsághoz az f3- f5 faggyúborítottságú húsok tartoznak.

A sertéskaraj esetében a márványozottság növekedésével a szárazanyag-tartalom nő. Ennek magyarázata a fejtábeli különbségben keresendő. A sertéskarajminták magyar nagyfehér húsertésből származnak, amelyeknél az egyes testtáji húsrészek zsírosodása nagyobb. Emellett a sertéshús víztartalma nagyobb, 75% körüli. A marhahátszíneknél a magyar tarka fajta zsírosodása kisebb mértékű, így a zsírtartalom adta szárazanyag-tartalomban sem mutatkozik szignifikáns különbség, amellett, hogy a marhahús víztartalma kisebb a sertéshez viszonyítva, mintegy 70-72%.

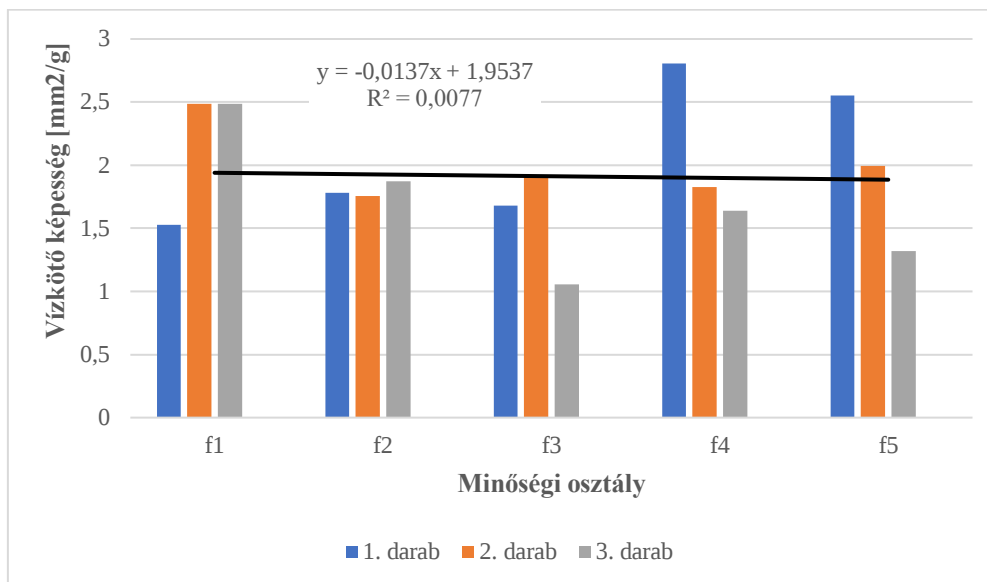


46. ábra: SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínek és hátszindarabok szárazanyag-tartalma és az érzékszervileg vizsgált lédúság közötti összefüggés

A 46. ábra alapján látható az SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínek szárazanyag-tartalma és lédúsága közötti összefüggés. Ez alapján megállapítható, hogy a szárazanyag-tartalom és az érzékszervileg meghatározott lédúság között gyakorlatilag nincs értelmezhető összefüggés ($R^2 = 0,0199$). Az ábrán megfigyelhető, hogy a nagyobb szárazanyag-tartalom esetében a lédúság kisebb (f2 és f5). Hasonló szárazanyag-tartalmak esetében ellenben nagyobb lédúság tapasztalható (f1, f3, f4). Tehát mérés technikai tekintetben

nincs korreláció a lédúság és a szárazanyag-tartalom között, vagyis az egyik paraméter méréseéből nem következtethető a másik jellemző.

Vízkötő képesség



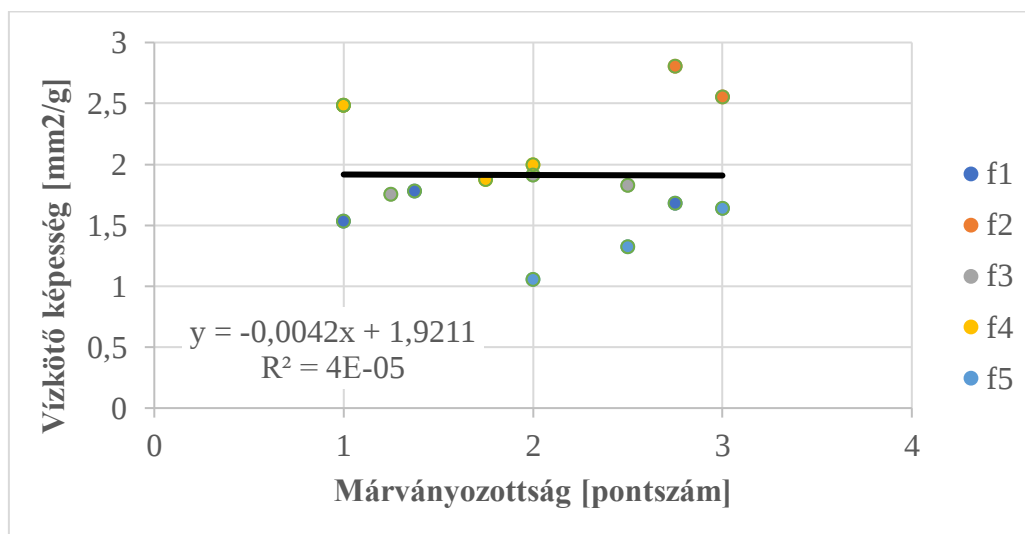
47. ábra: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszínek és hátszindarabok (1-3) vízkötő képessége közötti összefüggés

A sertéskarajnál már részletezésre került, hogy a vízkötő képesség értékelésénél figyelembe kell venni azt a fordított értelmezést, amely szerint a nagyobb értéket mutató minták vízkötő és -tartó képessége kisebb. Így a 47. ábra alapján megállapítható, hogy a nagyobb hústartalommal rendelkező karajok kisebb értéket mutatnak, vagyis jobb a vízkötő képességük. A statisztikai értékelés alapján megállapítható, hogy a marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszínek vízkötő képessége között 95%-os szignifikancia szint mellett nincs szignifikáns összefüggés (ld. 47. melléklet (b) és 2. táblázatból $p=6,199 \times 10^{-1}$).

A páronkénti statisztikai összehasonlítás szerint nincs szignifikáns különbség az egyes faggyúborítottsági osztályba tartozó hátszínek vízkötő képessége között.

A darabok elhelyezkedése tekintetében nincs szignifikáns különbség a vízkötő képességben (ld. 47. melléklet (j) és 2. táblázatból $p=4,709 \times 10^{-1}$). Megfigyelhető továbbá, hogy az egyes minősítési faggyúborítottsági osztályoknál jellemzően ingadozó a hátszínen belüli darabok vízkötő képessége. Ezért mérési módszertan tekintetében a vizsgálat bármely szakaszon

megvalósítható. Javasolt ebben az esetben is a főbb darabolási vonalnál a rostélyos vagy a comb felőli mintavétel.

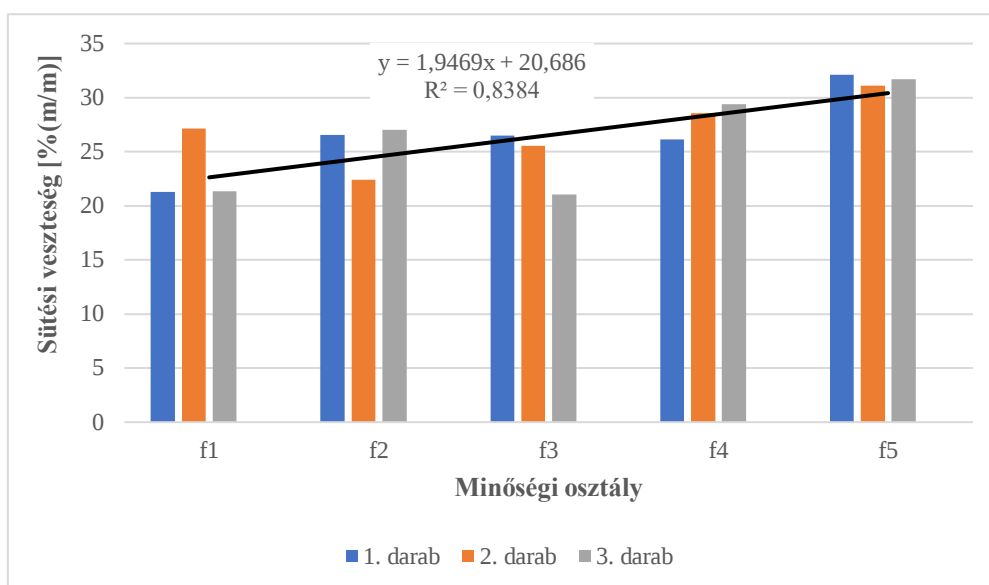


48. ábra: SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínek és hátszindarabok márványozottsága és vízkötő képessége közötti összefüggés

A 48. ábra látható az SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínek márványozottsága és vízkötő képessége közötti összefüggés. Ez alapján megállapítható, hogy a márványozottság mértékének növekedésével a vízkötő képesség gyakorlatilag nem változik. Az egyes márványozottsági értékekhez tartozó faggyúborítottságot és vízkötő képességet vizsgálva nincs összefüggés a márványozottság és a vízkötő képesség között. Ezt támasztja alá a kis determinációs tényező is ($R^2 = 0,00004$). Megfigyelhető továbbá, hogy jellemzően az 1-1,5-ös márványozottsági szintnél az f1 és f2 kategóriába, vagyis a kisebb faggyúborítottsággal rendelkező hátszínek helyezkednek el. Az f3 faggyúborítottságú hátszínek a 2-2,5 körüli márványozottságnál, míg az f4 és f5 faggyúborítottságú húsokat a 2,5-3 közötti márványozottság jellemzi. Összességében megállapítható, hogy a nagyobb faggyúborítottsággal rendelkező hátszínek. Emellett az egyes húsok szárazanyag-tartalma és vízkötő képessége közötti összefüggés alapján megállapítható, hogy a szárazanyag-tartalom és az vízkötő képesség közötti összefüggés kicsi.

Hasonlóan gyenge kapcsolatot állapított meg egy japán kutatás is, mely szerint az intramuszkuláris zsírtartalom nincs szignifikáns közvetlen hatással a vízkötő képességre (Watanabe et al., 2018).

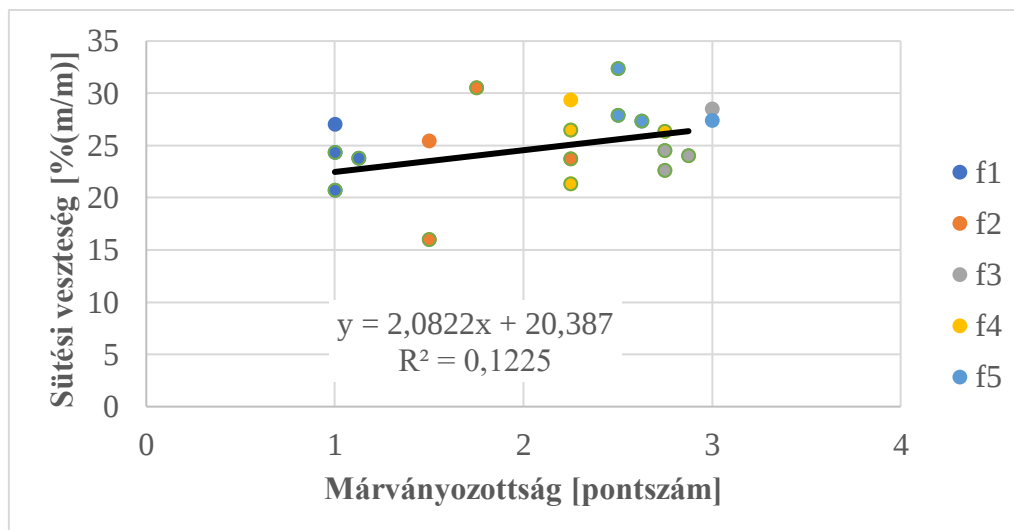
Sütési veszteség



49. ábra: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszínek és hátszindarabok (1-3) sütési vesztesége közötti összefüggés

Az 49. ábra alapján megállapítható, hogy a marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszínek sütési vesztesége között 95%-os szignifikancia szint mellett szignifikáns összefüggés (ld. 48. melléklet (b) és 2. táblázatból $p=2,860 \times 10^{-2}$) van. A féltestek faggyúborítottságának növekedésével, vagyis az 1. kategóriától az 5. kategória irányába az sütési veszteség nő. Az illesztett trendvonal alapján megállapítható, hogy erős összefüggést lehet megállapítani a faggyúborítottság és a sütési veszteség között. Ezt az illesztett trendvonal magas értéke is igazol ($R^2=0,8384$). Ugyanakkor megfigyelhető, hogy a különböző faggyúborítottságú hátszínek sütési vesztesége hasonló értékű. Összehasonlítva a szárazanyag-tartalmat, a vízkötő képességet és a sütési veszteséget, megállapítható, hogy azonos tendencia jelenik meg mindegyik húsjellemző esetében. Vagyis a faggyúborítottság szignifikánsan nem, vagy csak kismértékben befolyásolja ezen húsjellemzőket.

A darabok elhelyezkedése tekintetében hasonlóan megfigyelhető, hogy nincs szignifikáns különbség a sütési veszteség és a hátszínrészek között (ld. 48. melléklet (j) és 2. táblázatból $p=8,852 \times 10^{-1}$). Tehát ismételten megállapítható, hogy a 3 részre daraboltsága esetében a mintavétel helye, hogy a rostélyos felől vagy a comb felől résznél mérjük a szárazanyag-tartalmat, nem jelent szignifikáns különbséget. Ezért mérési módszertan tekintetében a vizsgálat bármely szakaszon megvalósítható. Javasolt ebben az esetben is a főbb darabolási vonalnál a rostélyos vagy a comb felőli mérés megvalósítása.



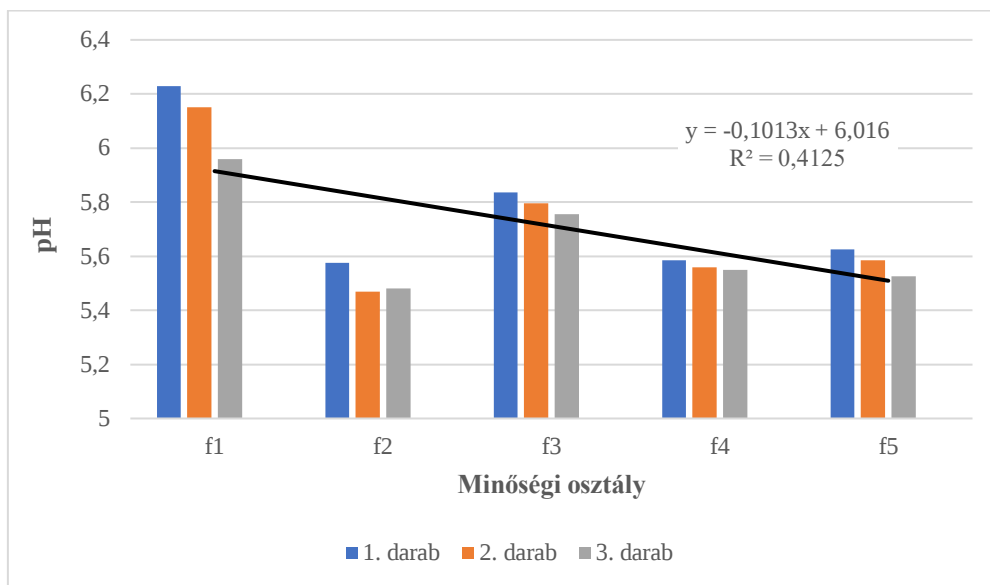
50. ábra: SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínek és hátszindarabok márványozottsága és sütési vesztesége közötti összefüggés

A 50. ábra látható az SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínek márványozottsága és sütési vesztesége közötti összefüggés. Ez alapján megállapítható, hogy a márványozottság mértékének növekedésével a sütési veszteség nő. Az egyes márványozottsági értékekhez tartozó faggyúborítottságot és sütési veszteséget vizsgálva kismértékű összefüggés megfigyelhető meg a márványozottság és a faggyúborítottság, illetve a sütési veszteség között. Ezt támasztja alá a kis determinációs tényező is ($R^2 = 0,1225$), mely szerint lineáris kapcsolat határozható meg a márványozottság és a sütési veszteség között. Megfigyelhető továbbá, hogy jellemzően az 1-1,5-ös márványozottsági szintnél az f1 és f2 kategóriába, vagyis a kisebb faggyúborítottsággal rendelkező hátszínek helyezkednek el. Az f3 faggyúborítottságú hátszínek a 2 körüli márványozottságnál, míg az f3 és f4 faggyúborítottságú húsokat a 2-3 közötti márványozottság jellemzi. Összességében megállapítható, hogy a nagyobb faggyúborítottsággal rendelkező hátszínek sütési vesztesége nagyobb a sütés során kiolvadó nagyobb mennyiségű zsírnak köszönhetően. A sertéskarajoknál ezzel azonos hatás és következtetés figyelhető meg.

pH

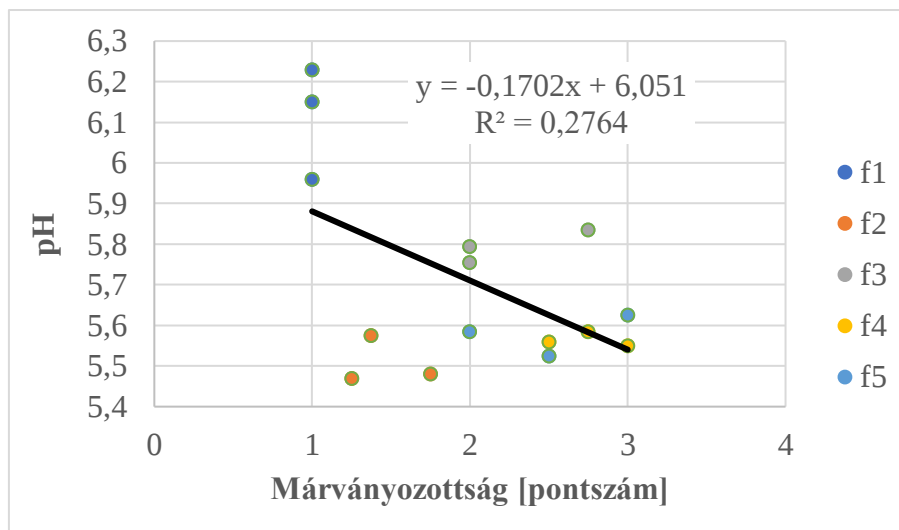
A 51. ábra alapján megállapítható, hogy a marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszínek pH-ja között 95%-os szignifikancia szint mellett szignifikáns összefüggés figyelhető meg (ld. 49. melléklet (b) és 2. táblázatból $p = 2,480 \times 10^{-6}$). A féltestek faggyúborítottságának növekedésével, vagyis az 1. kategóriától az 5. kategória irányába a pH csökken. Az illesztett lineáris trendvonal alapján kismértékű

korreláció állapítható meg a faggyúborítottság és a pH alakulása között. Ezt az illesztett trendvonal értéke is igazolja ($R^2=0,4125$). A pH-ban tapasztalt 0,5-es eltérés jelentős hatással van a vízkötő képességre és a sütési veszteségre és ezen keresztül az állományra. Ezen jellemzők vizsgálata és értékelése során nem jelentkezett szignifikáns hatás. A gyakorlatban a marhahús pH szélesebb intervallumot képvisel, jellemzően 5,5 és 6,2 között változik. A nagyobb faggyúborítottságnál a kisebb pH a zsírosabb szöveti összetétellel magyarázható, mert a keletkező tejsav a kisebb arányú izomszövetben nagyobb mértékű pH-csökkenést eredményez.



51. ábra: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszínnek és hátszín darabok (1-3) pH-ja közötti összefüggés

A darabok elhelyezkedése tekintetében is szignifikáns hatás figyelhető meg a pH változás és a hátszínrészek faggyúborítottsága között (ld. 49. melléklet (j) és 2. táblázatból $p=2,050 \times 10^{-2}$). Jellemzően a rostélyos felőli résznél nagyobb a pH, amely azzal magyarázható, hogy közelebb van a rostélyoshoz, illetve a lapockához, amely a vágás során kisebb mértékben van kitéve a stressznek, így a tejsavképződés is kisebb. A combnál a stressz hatása jobban érvényesül. Ezért mérés technikai szempontból javasolt a rostélyos és a comb felőli mérés elvégzése a mérés megbízhatóságának növelése érdekében.



52. ábra: SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínek és hátszindarabok márványozottsága és pH-ja közötti összefüggés

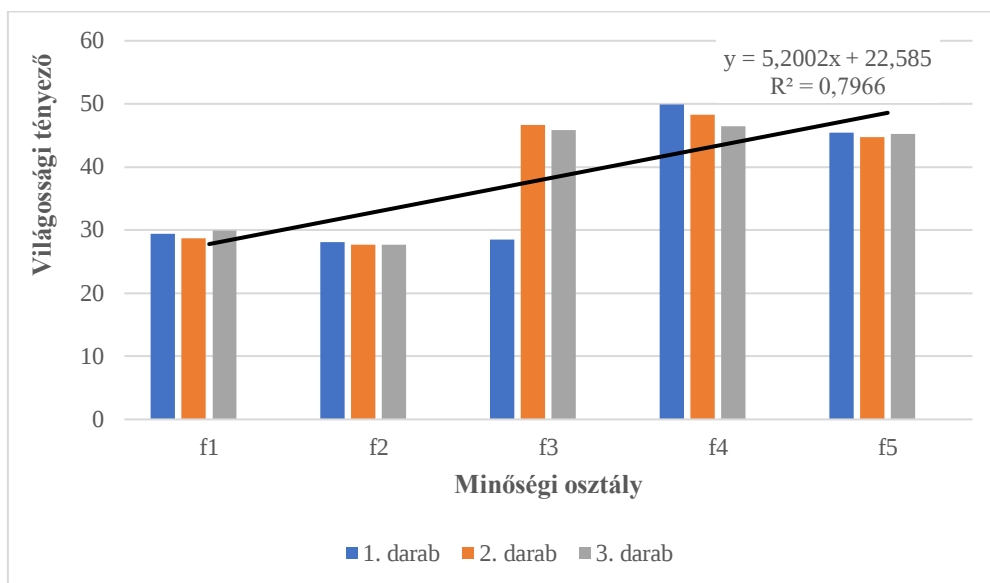
A 52. ábra látható az SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínek márványozottsága és pH-ja közötti összefüggés. Ez alapján megállapítható, hogy a márványozottság mértékének növekedésével a pH csökken. Az egyes márványozottsági értékekhez tartozó faggyúborítottságot és pH-t vizsgálva nem lehet egyértelmű trendet meghatározni a márványozottság és a faggyúborítottság, illetve a pH között. Ezt támasztja alá a kis determinációs tényező is ($R^2 = 0,2764$). Ez az ingadozás nem márványozottságtól függ, sokkal inkább a vágási körülmények okozta stressz eredménye.

Eredményemet alátámasztja a dél-koreai Lee et al. (2019) kutatása is, mely szerint a márványozottabb húsú marhák rendszerint több, energiadús takarmányt fogyasztottak, így izmaikban magasabb a glikogénszint a vágáskor. Vágás után a sejtekben lezajló glikolízis folyamán a glikogén tejsavvá bomlik: minél több glikogén áll rendelkezésre, annál több tejsav képződik, ami csökkenti a hús pH-ját.

Színmérés, világossági tényező (L^*)

A 53. ábra alapján megállapítható, hogy a marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszínek világossági tényezője között 95%-os szignifikancia szint mellett szignifikáns összefüggés (ld. 50. melléklet (b) és 2. táblázatból $p = 2,700 \times 10^{-3}$) van. A féltestek faggyúborítottságának növekedésével, vagyis az 1. kategóriától az 5. kategória irányába az világossági tényező nő. Az illesztett trendvonal alapján megállapítható, hogy erős korreláció van a faggyúborítottság és a világossági tényező között.

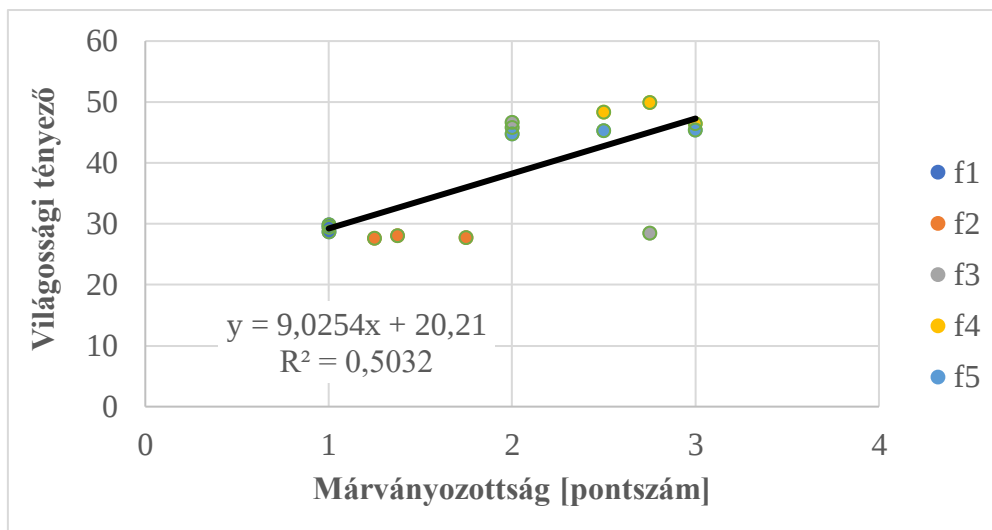
Ezt az illesztett trendvonal rendkívül nagy értéke is igazol ($R^2=0,7966$). Tehát minél nagyobb a faggyúborítottság, annál nagyobb a világossági tényező.



53. ábra: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszínnek és hátszindarabok (1-3) világossági tényezője közötti összefüggés

A darabok elhelyezkedése tekintetében látható, hogy nincs szignifikáns különbség a világossági tényező és a hátszínrészek között (ld. 50. melléklet (j) és 2. táblázatból $p=5,823 \times 10^{-1}$). Tehát ismételten megállapítható, hogy a 3 részre darabolt hátszín esetében a mintavétel helye, hogy a rostélyos felől vagy a comb felől résznél mérjük a világossági tényezőt, nem jelent szignifikáns különbséget. Ezért mérési módszertan tekintetében a vizsgálat bármely szakaszon megvalósítható. Javasolt ebben az esetben is a főbb darabolási vonalnál a rostélyos vagy a comb felőli mérés megvalósítása.

A 54. ábra látható az SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínnek márványozottsága és világossági tényezője közötti összefüggés. Ez alapján megállapítható, hogy a márványozottság mértékének növekedésével a világossági tényező nő. Az egyes márványozottsági értékekhez tartozó faggyúborítottságot és világossági tényezőt vizsgálva közepes mértékű korreláció állapítható meg a márványozottság és a világossági tényező között figyelembe véve a faggyúborítottságot. Ezt támasztja alá a kis determinációs tényező is ($R^2=0,5032$).



54. ábra: SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínek és hátszindarabok márványozottsága és világossági tényezője közötti összefüggés

Hasonlóan számos mért jellemzőhöz, az 1-2 márványozottsági érték az f1 és az f2 kategóriába tartozik, az f3, az f4 és az f5 pedig a 2-3 közötti márványozottsági értéket képviseli a világossági tényező vonatkozásában.

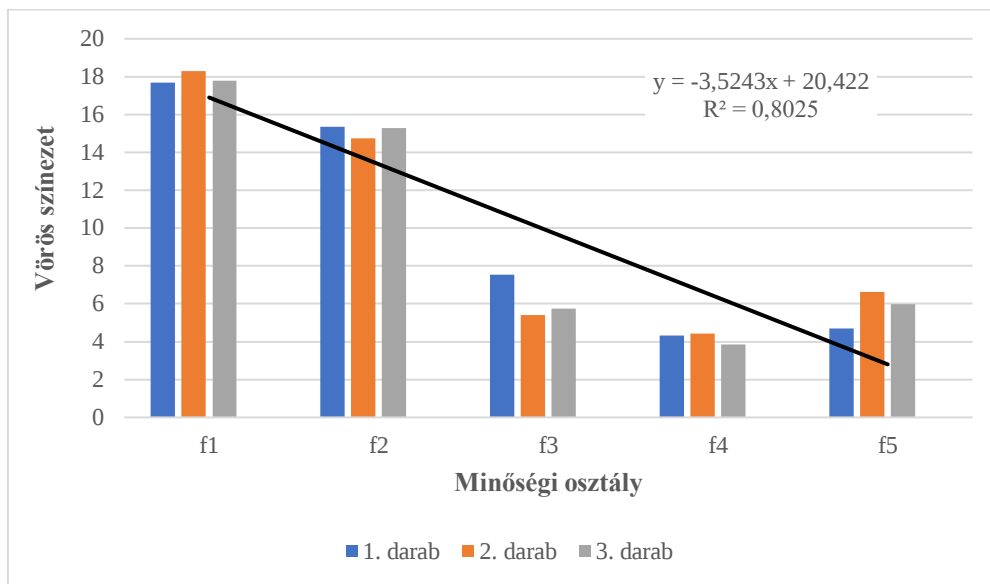
Mérések igazolják, hogy a jobban márványozott marhahús szignifikánsan világosabb, magasabb L*-értékű, mint a gyengén márványozott – például egy Hanwoo marhával végzett kísérletben a magasabb márványozottsági fokozatú húsok L*-értéke nagyobb volt. Ez azt jelenti, hogy a márványos hús szabad szemmel is fakóbb, világosabb vörös árnyalatúnak tűnik a sovány, tömör vörös húshoz képest (Lee et al., 2019).

Színmérés, vörös színezet (a*)

A 55. ábra alapján megállapítható, hogy a marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszínek vörös színezete között 95%-os szignifikancia szint mellett szignifikáns összefüggés (ld. 51. melléklet (b) és 2. táblázatból $p=6,360 \times 10^{-8}$) van. A féltestek faggyúborítottságának növekedésével, vagyis az 1. kategóriától az 5. kategória irányába az vörös színezet csökken. Az illesztett trendvonal alapján megállapítható, hogy erős korreláció van a faggyúborítottság és a vörös színezet között. Ezt az illesztett trendvonal rendkívül nagy értéke is igazol ($R^2=0,8025$). Tehát minél nagyobb a faggyúborítottság, annál kisebb a vörös színezet.

A darabok elhelyezkedése tekintetében nincs szignifikáns különbség a vörös színezetben (ld. 51. melléklet (j) és 2. táblázatból $p=9,184 \times 10^{-1}$). Megfigyelhető továbbá, hogy az egyes minősítési osztályok (SEUROP) esetében nem határozható meg semmilyen trend a vörös színezet

illetően a darabok között. Ezért mérési módszertan tekintetében a gyakorlatban ismét bármely ponton, lehet mérni a vörös színezetet.



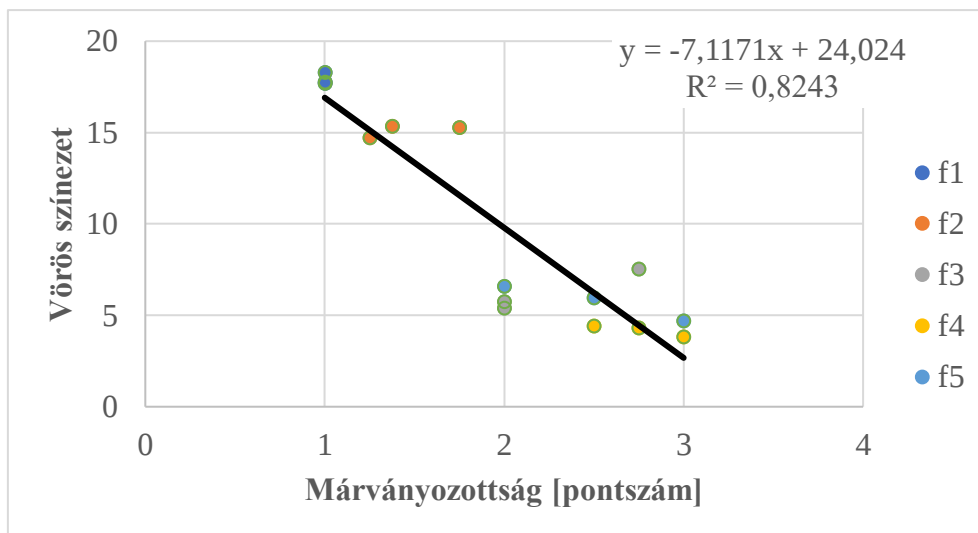
55. ábra: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszín és hátszindarabok (1-3) vörös színezete közötti összefüggés

A 56. ábra látható a SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszín márványozottsága és vörös színezete közötti összefüggés. Ez alapján megállapítható, hogy a márványozottság mértékének növekedésével a vörös színezete csökken. Az egyes márványozottsági értékekhez tartozó faggyúborítottságot és vörös színezetet vizsgálva erős mértékű korreláció állapítható meg a márványozottság a vörös színezet között ($R^2 = 0,8243$) figyelembe véve a faggyúborítottságot.

Hasonlóan számos mért jellemzőhöz, az 1-2 márványozottsági értékeknél az f1 és az f2 kategóriába tartozó, a 2-3 közötti márványozottsági értékeknél az f3, az f4 és az f5 faggyúborítottsághoz tartozó vörös színezet értékek jelennek meg.

A legtöbb nemzetközi vizsgálat épp ellenkező tendenciát jelez az a^* - és b^* -értékekkel (ha nő a márványozottság, akkor nő a két színezet), vagy nem állapítottak meg egyértelmű kapcsolatot. (Koh et al., 2019, Afonso et al., 2020). Ugyanakkor fellelhetők olyan irodalmak is, melyek hozzám hasonlóan csökkenést tapasztaltak. Az American Meat Science Association (AMSA) színmérési irányelvei kiemelik, hogy a nem homogén felszín (pl. sok fehér zsírszemcse a felületen) csökkentheti a mért CIE Lab* értékeket, különösen az a^* -t. Ha a mérés „beleátlagolja” a fehér zsírt a vörös izommal, az a^* és b^* „hígulhat” (King et al., 2023). Hatással van a

színkoordinátákra a vágás frissessége is (Wulf et al., 1999), de ezt a saját vizsgálatomban standardizáltam. Egy másik képfeldolgozós validációs vizsgálat nem talált következetes, erős kapcsolatot a márványozottság mutatói és az Lab* színkoordináták között; a szín inkább víz-vesztéssel és a pH-val korrelált. Ez alátámasztja, hogy a márványozottság-szín reláció mérés felületfüggő, és könnyen „eltűnhet” vagy irányt válthat.

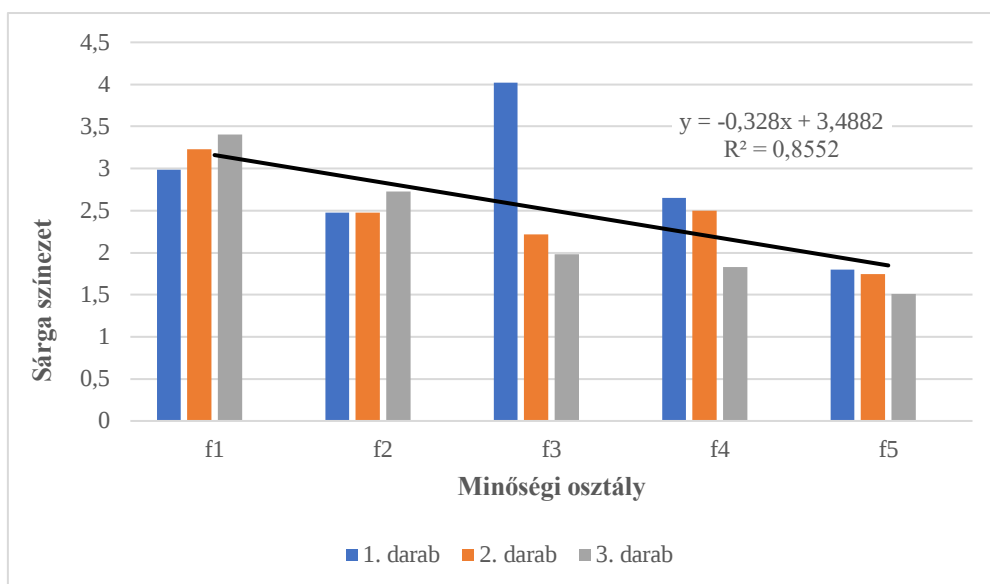


56. ábra: SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínek és hátszindarabok márványozottsága és vörös színezete közötti összefüggés

Színmérés, sárga színezet (b*)

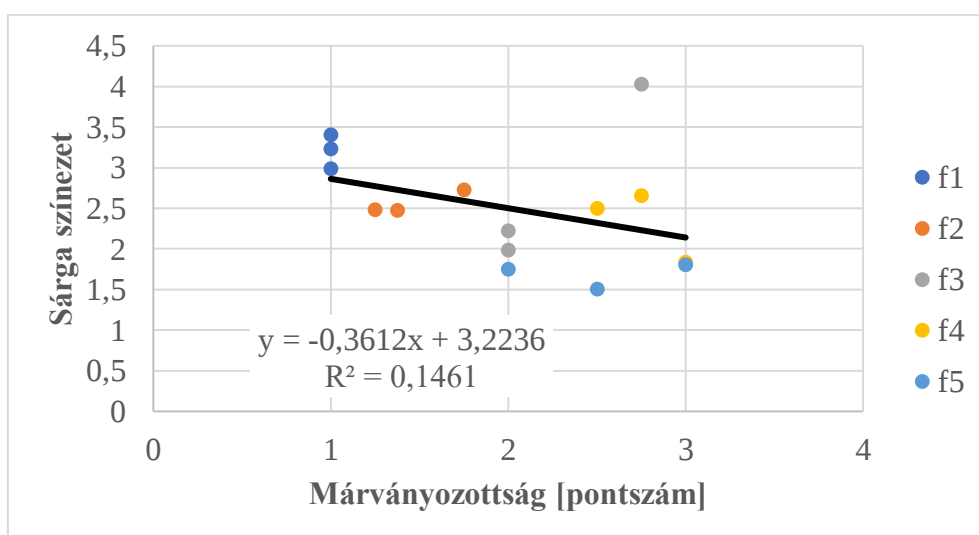
A 57. ábra alapján megállapítható, hogy a marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszínek sárga színezete között 95%-os szignifikancia szint mellett éppen nincs szignifikáns összefüggés (ld. 52. melléklet (b) és 2. táblázatból $p=7,779 \times 10^{-2}$). A féltestek faggyúborítottságának növekedésével, vagyis az 1. kategóriától az 5. kategória irányába az sárga színezet csökken. Az illesztett trendvonal alapján megállapítható, hogy erős korreláció van a faggyúborítottság és a sárga színezet között. Ezt az illesztett trendvonal rendkívül nagy értéke is igazol ($R^2=0,8552$). Tehát minél nagyobb a faggyúborítottság, annál kisebb a sárga színezet.

A darabok elhelyezkedése tekintetében nincs szignifikáns különbség a sárga színezetben (ld. 52. melléklet (j) és 2. táblázatból $p=3,790 \times 10^{-1}$). Megfigyelhető továbbá, hogy az egyes faggyúborítottsági osztályok esetében nem határozható meg semmilyen trend a sárga színezetet illetően a darabok között. Ezért mérési módszertan tekintetében a gyakorlatban ismét két ponton, a rostélyosnál és a combnál javasolt a sárga színezet mérése.



57. ábra: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszín és hátszindarabok (1-3) sárga színezete közötti összefüggés

A szín tekintetében összeséggel megállapítható, hogy a faggyúborítottsággal a világossági tényező nő, a vörös színezet és a sárga színezet csökken, amely zsírosság okozta világosodással, a kisebb mennyiségű izomszövet okozta alacsonyabb mioglobinn koncentrációval, valamint a sárga -vörös színezet általi narancsos szín csökkenésével magyarázható.



58. ábra: SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszín és hátszindarabok márványozottsága és sárga színezete közötti összefüggés

A 58. ábra látható az SEUROP faggyúborítottsági osztályba sorolt marha testekből származó hátszínek márványozottsága és sárga színezete közötti összefüggés. Ez alapján megállapítható, hogy a márványozottság mértékének növekedésével a sárga színezet csökken. Az egyes márványozottsági értékekhez tartozó faggyúborítottságot és sárga színezetet vizsgálva nagyon kicsi korreláció állapítható meg a márványozottság és a sárga színezet között a faggyúborítottság figyelembevételével ($R^2 = 0,1461$).

Hasonlóan a többi mért jellemzőhöz, az 1-2 márványozottsági értékeknél az f1 és az f2 kategóriába tartozó, a 2-3 közötti márványozottsági értékeknél az f3, az f4 és az f5 faggyúborítottsághoz tartozó sárga színezet értékek jelennek meg.

2. táblázat: Marhahátszín-minták vizsgálati eredményeinek statisztikai eredményei és azok értékelése

Paraméter	Faggyúborítotttsági kategória (f1-f5) és az adott tulajdonság p- értéke	Faggyúborítotttsági kategória (f1-f5) és az adott tulajdonság közötti kapcsolat minősége	A darabok hátszínén belüli (1-3) elhelyezkedésének ANOVA p-értéke	A darabok hátszínén belüli elhelyezkedése és minőségét jelző paraméter kapcsolatának mértéke
Márványozottság	$3,310 \times 10^{-4}$	szignifikáns	$1,130 \times 10^{-1}$	nem szignifikáns
Állomány, keménység	$3,290 \times 10^{-4}$	szignifikáns	$8,878 \times 10^{-1}$	nem szignifikáns
Lédússág	$5,370 \times 10^{-6}$	szignifikáns	$2,962 \times 10^{-1}$	nem szignifikáns
Zsírosság	$2,130 \times 10^{-4}$	szignifikáns	$9,227 \times 10^{-1}$	nem szignifikáns
Íz	$3,430 \times 10^{-5}$	szignifikáns	$2,398 \times 10^{-1}$	nem szignifikáns
Összbenyomás	$1,200 \times 10^{-2}$	szignifikáns	$5,527 \times 10^{-1}$	nem szignifikáns
Állomány, keménység (műszeres)	$2,290 \times 10^{-4}$	szignifikáns	$7,895 \times 10^{-1}$	nem szignifikáns
Szárazanyag-tartalom	$5,255 \times 10^{-1}$	nem szignifikáns	$3,094 \times 10^{-1}$	nem szignifikáns
Vízköttő képesség	$6,199 \times 10^{-1}$	nem szignifikáns	$4,709 \times 10^{-1}$	nem szignifikáns
Sütési veszteség	$2,860 \times 10^{-2}$	szignifikáns	$8,852 \times 10^{-1}$	nem szignifikáns
pH	$2,480 \times 10^{-6}$	szignifikáns	$2,050 \times 10^{-2}$	szignifikáns
Színmérés, világossági tényező (L*)	$2,700 \times 10^{-3}$	szignifikáns	$5,823 \times 10^{-1}$	nem szignifikáns
Színmérés, vörös színindex (a*)	$6,360 \times 10^{-8}$	szignifikáns	$9,184 \times 10^{-1}$	nem szignifikáns
Színmérés, sárga színindex (b*)	$7,779 \times 10^{-2}$	nem szignifikáns	$3,790 \times 10^{-1}$	nem szignifikáns

6 KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A sertéshús SEUROP-minősítése szoros kapcsolatban áll a márványozottsággal: Az elvégzett vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a sertés féltestek hús-zsír arányán alapuló SEUROP-minőségi osztályai és a hosszú hátizom (karaj) intramuszkuláris zsírtartalma (márványozottsága) között **szignifikáns, lineáris összefüggés** van. Ahogy a vágott test zsírtartalma növekszik (azaz az S osztálytól az O osztály felé haladva), úgy **arányosan nő a hús márványozottságának mértéke**. Ebből következően a gyengébb SEUROP-osztályú (zsírosabb) sertéshúsok általában jóval márványozottabbak. Ez fontos tudományos következtetés, mivel igazolja, hogy a hagyományosan csak a húskihozataalt tükröző SEUROP-rendszer bizonyos mértékig a hús belső zsíreloszlásáról is információt szolgáltat.

A marhahús faggyússági osztályai és a márványozottság kapcsolata: Kimutattam, hogy az 1-5 skálájú faggyússági kategória (a SEUROP-rendszer szerinti faggyúborítottság) **erősen összefügg a marhahús márványozottságával**. A magasabb faggyússági besorolású marha negyedtestekből származó hátszínnek jellemzően **magasabb márványozottsági fokozatúak** (több intramuszkuláris zsírt tartalmaznak). Ez azt jelenti, hogy a külső faggyúborítottság növekedésével párhuzamosan a húsban a zsírral átszótt területek aránya is nő.

Gyakorlati javaslat: A vágóhídi osztályozás során – a sertések SEUROP-osztályát és a szarvasmarhák faggyússágát figyelembe véve – következtetni lehet a hús várható márványozottságára, ami segíti a minőségi kategóriák előrejelzését.

A márványozottság eloszlása a sertéskarajon belül homogén: A sertés hosszú hátizmon végzett vizsgálatok rávilágítottak, hogy a **karaj különböző szakaszai között nincs statisztikailag igazolható különbség** a márványozottsági értékekben. Mind a tarja felőli (elülső), mind a comb felőli (hátsó) részen mért intramuszkuláris zsírtartalom hasonló, a négy egyenlő részre osztott karajszakasz mindegyikében gyakorlatilag azonos márványozottság tapasztalható. Ebből következően a karaj márványozottsága **nagyjából homogén eloszlású**, tehát a minősítés vagy minőség-ellenőrzés során elegendő lehet a karaj egyetlen pontján (például a rövidkaraj vagy hosszúkaraj végén) elvégezni a vizsgálatot. **Gyakorlati javaslat:** Sertéshús esetében a márványozottság mérését egyszerűsítheti, hogy a mintavétel helye nem kritikus - a karaj bármely pontjáról vett metszeten megbízható képet kapunk a teljes hossz intramuszkuláris zsíreloszlásáról.

A marhahátszín márványozottsága a hossz mentén egyenletes: Hasonlóan a sertéskarajhoz, a három részre osztott marhahátszín esetében sem találtam szignifikáns különbséget a

különböző szakaszok márványozottsági értékei között. Az első (rostélyos felőli), középső és hátsó (comb felőli) hátszín-darabok **átlagos márványozottsága közel azonos**, tehát a márványozottság eloszlása a teljes hátszínen homogénnek tekinthető. Ez a megállapítás azért fontos, mert jelzi, hogy a marhahús intramuszkuláris zsíreloszlását egyetlen, standardizált helyen (például a hátszín rostélyos felőli vágási felületén) végzett vizsgálattal jellemezhetjük. **Gyakorlati javaslat:** A marhahús minősítése során a hátszín márványozottságának objektív felméréséhez elegendő a gerincfartő (rostélyos) vagy a hátszín comb felőli végén egy mérési pontot kijelölni, mivel ezek reprezentálják az egész izom márványozottságát.

Az intramuszkuláris zsírtartalom hatása a sertéshús állományára (keménységére): A kóstolóbírálat eredményei szerint a sertéskaraj érzékszervi állománya (húskeménysége/puhasága) **romlik a zsírtartalom növekedésével**. Az S-E-U kategóriájú, magasabb hústartalmú (soványabb) karajok puhábbak voltak harapáskor, míg a zsírosabb osztályok (különösen az R és főleg az O kategória) húsa **jelentősen keményebbnek bizonyult**. A zsírosabb féltestekből származó húsok esetében a harapáshoz nagyobb erő kifejtésre volt szükség, így az érzékszervi pontszámuk az állományra alacsonyabb lett. Ez a megállapítás arra utal, hogy a jelenlegi SEUROP-rendszerben kedvezőtlenebbnek minősített, magasabb zsírtartalmú sertéshúsok első harapásra keményebb textúrájúak, ami a fogyasztói élmény szempontjából kihívást jelenthet.

A marhahús faggyússága és a keménység összefüggése: Hasonló tendencia figyelhető meg a marhahátszíneknél is: a faggyúborítottság növekedésével a hús érzékszervi keménységére adott pontszámok **csökkennek**. Az f1 (igen sovány) kategóriájú marhahúsok kapták a legmagasabb állománypontszámot (azaz ezek tűntek legpuhábbnak harapáskor), míg a zsírosabb f4-f5 osztályú hátszínek egyre alacsonyabb pontszámot értek el, jelezve a hús keményedését. Az érzékszervi bírálat szerint tehát a marhahús esetében is igaz, hogy a növekvő zsírtartalom kezdetben kedvezőtlenül befolyásolja a harapási puhaságot. Következtetés: Mind sertés-, mind marhahúsnál a magasabb zsírtartalmú (gyengébb besorolású) húsok rágásának megkezdése nehezebb, mint a soványabb húsoké, ami a hagyományos pontozásos értékelésben alacsonyabb állománypontszámként jelenik meg.

A zsírosabb húsok rágásának paradox “kettős hatása” (sertés): Habár a zsírosabb sertéshúsok keményebbek kezdeti harapáskor, a vizsgálatok rávilágítottak egy fontos gyakorlati jelenségre: a nagyobb intramuszkuláris zsírtartalom **könnyítheti a rágást és javíthatja az omlósságot** a fogyasztás folyamán. A magasabb zsírtartalmú (R és O kategóriájú)

karajok esetében a zsírszövet rétegesen beágyazódik az izomrostok közé, így **rágás közben az izomrostok a zsírrétegek mentén könnyebben szétcsúsznak, elválnak egymástól**, csökkentve a hosszantartó rágáshoz szükséges erő kifejtését. A bírálóbizottság mérései főként a harapáskori keménységre fókuszáltak, ezért a zsíros húsok kedvezőbb “omlós” jellegét csak részben tükrözték. **Gyakorlati következmény:** A fogyasztó sokszor úgy érzékeli, hogy a zsírosabb hús “puhább”, noha ez valójában csak a jobb rághatóságának köszönhető. Ez a kettős hatás felhívja a figyelmet arra, hogy az érzékszervi minősítési protokollban külön kell értékelni a harapáskori keménységet és a rágás közbeni omlósságot a hús valódi élvezeti értékének megítéléséhez.

Hasonló kettős hatás a marhahúsnál: A marhahátszín esetében is megfigyelhető ez a két-fázisú állományjellemző. A soványabb (f1-f2) marhahúsok első harapásra rendkívül puhák, míg a zsírosabb (f4-f5) hátszínek határozottan keményebbek. Ugyanakkor a zsírosabb húsok **kevésbé rágósak, jobban omlanak** a szájban a rágás előrehaladtával. Kiderült, hogy a fogyasztói élmény tekintetében az f4-f5 kategóriájú, gazdagon márványozott húsok biztosítják a legkedvezőbb állományérzetet a teljes elfogyasztás folyamán, noha a hagyományos bírálatban alacsony pontszámot kaptak keménységük miatt. **Következtetés:** A húsok állományának megítélésénél a marhahús esetében is **komplexen kell kezelni** a kezdeti harapási keménységet és a hosszabb távú rághatóságot; a kettő ellentétes irányban változhat a zsír-tartalom függvényében.

Lédússág és zsírtartalom kapcsolata sertéshúsbán: A kísérletek eredményei alapján a sertéskaraj érzékszervi ledússága **csökken a féltest zsírtartalmának növekedésével**. Az S és E osztályú sovány húsok kóstolásakor nagyobb ledússág-érzetet tapasztaltak a bírálók, míg az U és O kategóriákban a pontszámok esése mutatkozott. Külön érdekes, hogy az **R kategóriájú húsok bizonyultak átlagosan a leglédúsabbnak** a gyakorlatban jellemző tartományban (S-R osztályok között) - ez egybeesik a szakemberek gyakorlati tapasztalatával is. Ennek hátterében az áll, hogy a mérsékelt zsíros húsok (mint az R osztály) sütéskor elegendő levet tartanak vissza, ugyanakkor a kiolvadó kevés zsír megakadályozza a hús kiszáradását. **Gyakorlati javaslat:** A termelőknek érdemes szem előtt tartani, hogy **nem feltétlenül a legszálkásabb, teljesen zsírmentes hús a legszaftosabb** - a mérsékelt zsírtartalmú húsok fogyasztói megítélése ledússág szempontjából kedvezőbb lehet.

A faggyúság hatása a marhahús ledússágára: A marhahátszíneknél az 1-5 faggyúsági osztályok mentén nem tapasztaltam markánsan eltérő ledússágot - a statisztikai elemzés szerint a faggyúborítottság nem befolyásolja jelentősen a marhahús ledússág-érzetét. Ez

arra utal, hogy a marhahús víztartó képességét és lédúságát elsődlegesen más tényezők (pl. érlelés, izomrost-szerkezet) határozzák meg, nem pusztán a márványozottság foka. Megfigyeltem ugyanakkor, hogy a **közepesen faggyús, 3. osztályú hátszín**ek kiegyensúlyozott sülési veszteséggel és jó lédúsági érzetettel rendelkeztek. Vagyis a túl sovány (f1-f2) vagy extrém zsíros (f5) marhahúsok helyett a **mérsékelt faggyúságú hús** nyújtotta a legjobban értékelt szaftosságot és összhatást a kóstolások során. **Következtetés:** A marhahús minősítésekor a közepes faggyúborítottságot optimálisnak tekinthetjük a fogyasztói lédúság szempontjából.

A hús érzékszervi zsírossága (zsíros ízérzete) és a valódi zsírtartalom viszonya sertésben: Meglepő módon a kóstolási eredmények szerint a fogyasztáskor érzékelt zsírosság nem mutatott szoros korrelációt a tényleges testzsír-arány szerinti osztályozással. Egy **magasabb zsírtartalmú hús is lehet kevésbé “zsíros ízű”**, míg egy soványabb hús is kelthet zsíros érzetet a szájban. Külön statisztikai elemzés igazolta, hogy az R kategóriába sorolt serteshúsok szignifikánsan eltérnek az S, E, U, O osztályúaktól: az R kategória kapta a legkedvezőbb zsírosság-értékelést a bírálók részéről. Ennek oka, hogy a 45-50% hústartalmú (közepesen zsíros) féltetek húzában a zsír és a sovány rész aránya egyensúlyban van. Sütéskor a zsír nagy része kiolvad és távozik a húsból, így a fogyasztó nem érez tovakodó zsírosságot, ráadásul a kiolvadt zsír védi a húst a kiszáradástól. **Gyakorlati tanulság:** A statisztikai eredmények alapján a húskihozatali osztály nem megbízható előrejelzője a fogyasztó által észlelt zsírosságnak, ezért a különböző zsírosságú húsrészeknél célzott konyhatechnológia alkalmazása indokolt (pl. a hőközlés intenzitása, az alkalmazott hőmérséklet, a kérgesítés és a zsírlécsöpögtetés szükségessége).

A marhahús érzékelt zsírossága és faggyúsága: A marhahús kóstoltatása során hasonló jelenséget figyeltem meg: a faggyúborítottság mértéke és a zsíros ízérzet között nem alakult ki lineáris összefüggés. A kismértékben faggyús (f1-f2) és a nagyon faggyús (f5) hátszínek fogyasztásakor sem arányosan változott az érzékelt zsírosság. A bírálók visszajelzései alapján a **közepes faggyúságú (f3-f4) húsok voltak a “legkellemesebbek”** ebből a szempontból: elegendő zsiradék olvadt ki belőlük ahhoz, hogy ne száradjanak ki, de a kifolyt zsír nem tette tovakodóan zsírossá a fogyasztás élményét. **Következtetés:** Marhahúsnál sem megbízható a húskihozatali osztály a fogyasztó által észlelt zsírosságnak becslésére, ezért a marhahús esetében is specifikus konyhatechnológia szükséges. Az észlelt zsírosságot a márványozottság eloszlása, a kollagén mennyisége és minősége, az érlelési fok és a hőkezelés együttesen tudja kialakítani.

Az intramuszkuláris zsír hatása a sertéshús ízére: Az eredmények rávilágítottak, hogy a márványozottság növekedésével a sertéshús **klasszikus „húsíze” enyhül**, bár a kapcsolat statisztikailag gyenge. Az érzékszervi bírálóbizottság pontozása szerint az 1-2-es márványozottsági szinttel jellemezhető (igen sovány) karajok intenzívebb húsízt adtak, míg a 2,5-3 körüli márványozottságú, zsírosabb húsok ízpontszáma csekély csökkenést mutatott. **Magyarázat:** A magasabb zsírtartalommal rendelkező húsokban a zsírban oldódó ízanyagok dominánssá válnak, emiatt a “húsos” íz intenzitása csökkenhet. Érdekes módon ez a fogyasztók egy részének előnyös lehet, mivel a nagyon sovány hús jellegzetes, fémes-vadas húsízét sokan nem kedvelik. Ugyanakkor a márványozottság és az össz-ízletesség között csak gyenge korreláció mutatkozott, tehát **nem állítható fel egyszerű trend**, hogy “minél márványosabb, annál finomabb” vagy fordítva. **Következtetés:** Létezik egy optimális márványozottsági tartomány, ahol a sertéshús ízletessége a legjobb; a túl sovány és a túl zsíros húsok ízprofilja eltér, de a preferencia egyéni ízléstől is függ.

A marhahús ízletessége és a faggyú/márványozottság viszonya: A kóstolási eredmények arra utalnak, hogy a marhahús esetében sem egyenes arányú a kapcsolat a zsírtartalom és az ízletesség között. Az U minőségi osztályú (közepesen sovány, jó konformációjú) marhahúsok **kiugróan jó ízpontszámot** kaptak, szignifikánsan különbözve mind a soványabb (S/E kategória), mind a zsírosabb (R/O) húsoktól. Ez azt sugallja, hogy a **közepes faggyúságú és megfelelő izomfejlődésű marhák adják a legízletesebb húsokat**. Valószínű, hogy ezekben az esetekben a márványozottság elegendő ízt és szaftosságot biztosít, miközben a túlzott faggyú íze nem nyomja el a marhahús kellemes aromáit. **Gyakorlati tanács:** A marhahús optimális ízéért a tenyésztők és hústermelők kerüljék a túlzottan soványra hizlalt vagy éppen túlkövér állatokat - a köztes, mérsékelt zsíru állatok húsa adja a leggazdagabb ízélményt.

A húsminősítési osztályok és az összbenyomás (komplex fogyasztói élmény) - sertés: A vizsgálatok rávilágítottak, hogy a SEUROP-osztályozás szerinti kategória **csak mérsékelten jelzi előre** a sertéshús összesített érzékszervi megítélését. Noha statisztikailag kimutatható némi kapcsolat (pl. az O osztályú, zsíros húsok átlagban alacsonyabb összbenyomás pontszámot kaptak, mint a soványabbak), a korreláció gyenge, így a hústartalom önmagában nem megbízható indikátora a fogyasztói elégedettségnek. Minden érzékszervi tényezőt figyelembe véve (íz, lédúság, állomány, zsírosság) az látható, hogy **mind a négy jellemző csak kismértékben romlik a zsírtartalom növekedésével**, és ennek megfelelően az összbenyomás értéke is csak enyhén csökken a gyengébb osztályok felé haladva.

Következtetés: A jelenlegi sertéshús-minősítési rendszer (mely főként a színhústartalom alapján) **nem tükrözi kielégítően a komplex húsmínőséget**, ezért a fogyasztói élmény szempontjából fontos volna egyéb tényezőket is beépíteni a minősítésbe.

A faggyúság és a fogyasztói összbenyomás - marha: A marhahús esetében egyértelmű **preferenciát figyeltem meg a közepes faggyús osztály iránt**. A kóstoló panel összbenyomás szempontjából az 3. osztályú (mérsékelt faggyús) hátszint értékelte a legmagasabbra. Az ettől soványabb (1-2) illetve zsírosabb (4-5) húsok elmaradtak az általános tetszési indexben. Ez arra utal, hogy a túl kevés és a túl sok külső zsír egyaránt ronthatja a fogyasztói élményt: előbbi szárazabb, utóbbi túl nehéz, zsíros érzetet adhat. **Javaslat:** A marhahús értékelésénél és árképzésénél indokolt volna **kiemelten kezelni a közepes faggyúságú (3-as osztály)** termékeket, hiszen ezek bizonyultak a leginkább fogyasztóbarátnak és ízletesnek a vizsgálataim alapján.

Módszertani megállapítás - objektív műszeres mérés a márványozottság becslésére (sertés): Kutatásom igazolta, hogy a vizuálisan megítélt márványozottság sikerrel **modellezhető objektív műszeres mérésekkel** a sertéshúsban. Különösen a **Warner-Bratzler-féle nyíróerővel mért keménység** és a **színmérés vörös komponense (a^*)** mutatott szoros kapcsolatot a márványozottsági szintekkel. Például a legmárványosabbnak talált (0 osztályú) karajminták combvéghez közeli darabjainak nyíróerő értékei magasabbak voltak (ami keményebb állományt jelez), és ugyanezek a minták **jelentősen vörösebb** és sárgább **szí-nűek** voltak, mint a jobb minőségű (S/E) osztályú sovány húsok. Ezek az objektív különbségek jól elkülönítették a minőségi osztályokat. **Gyakorlati ajánlás:** A húsiparban a humán bíráló kiváltására vagy kiegészítésére bevezethető a keménységmérés és a színmérés (különösen az a^* érték) mint a márványozottság és így a várható étkezési minőség előrejelzői.

Optimális mintavételi hely kijelölése a mérési módszerekhez: Mind sertéskarajnál, mind marhahátszínél vizsgáltam, hogy a húson belül hol érdemes a méréseket elvégezni a legeredményesebben. Eredményeim szerint a **sertéskarajnál a tarja felőli szakaszok**, míg a **marhahátszínél a rostélyos felőli első harmad (nagyjából 10-15 cm-es rész)** a legalkalmasabb terület az objektív minőségmérések (állománymérés, színmérés stb.) szempontjából. Ezeken a pontokon további technológiai beavatkozás nélkül lehet **elkülöníteni** az osztályokat. **Gyakorlati javaslat:** A húsvizsgálatok során standardizálni kell a mintavétel helyét - például a sertés hosszúkaraj esetén a lapocka felőli végéből, marhánál a rostélyos közeléből vett darabokat/szeleteket használni -, hogy a mérési eredmények összehasonlíthatók és reprodukálhatók legyenek, ezáltal javítva a minősítés megbízhatóságát.

A húsminősítés fejlesztése - ajánlások a gyakorlat számára: Összességében megállapítható, hogy a jelenleg használatos európai osztályozási rendszerek **nem fedik le teljes mértékben a húsok élvezeti értékét**, ezért szükség van azok kiegészítésére. Javaslom, hogy a húsminősítésben **vegyék figyelembe az intramuszkuláris zsírtartalmat** is, akár közvetlen vizuális márványozottság-értékelés, akár megbízható műszeres mérés (pl. a hús vörös színintenzitása, NIR spektroszkópia vagy képalkotó eljárás) formájában. **Ajánlás a hatóságoknak és iparági szereplőknek:** Vizsgálják meg egy olyan komplex minősítési rendszer kialakításának lehetőségét, amely a hagyományos húskihozatali mutatók mellé integrálja a húsminőség objektív mérőszámait (márványozottság, pH, vízkötő képesség, stb.), ezzel elősegítve a jobb minőségű, ízletesebb húsok termelését és piaci elkülönítését.

7 ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Az alábbi hat tétel a dolgozatban bemutatott vizsgálatok eredményeit foglalja össze. Érvényességi körük kifejezetten a **magyar nagyfehér sertésfajtára** és a **magyartarka szarvasmarhára** terjed ki.

1. **Tézis: Mintavételi stratégia sertéshús minősítéskor:** Vizsgálataim alapján megállapítottam, hogy **a sertéskarajnál a tarja felőli (*rostralis*) első 15 cm-es szakasz megbízhatóan reprezentálja a teljes hosszú hátizom** következő minőségi paramétereit, miután a varianciaanalízis eredménye nem mutatott szignifikáns különbséget a vizsgált paraméterekben a karajdarabok között:

- **érzékszervileg bírált: márványozottság, zsírosság, valamint**
- **műszeresen vizsgált: szárazanyag-tartalom, vízkötő képesség, sütési veszteség, pH és L*, a* és b* színkoordináták.**

Következésképpen a komplex húsminőség értékelése a technológiai daraboláskor amúgy is szabaddá váló mintavételi helyen, kiegészítő technológiai beavatkozás nélkül is elvégezhető. Összességében egy standardizált mintavételi stratégia alkalmazásával javítható a húsminőség-ellenőrzés pontossága és hatékonysága.

2. **Tézis: Mintavételi stratégia marhahús minősítéskor:** Vizsgálataim alapján megállapítottam, hogy **a marhahátszín esetében a rostélyoshoz közeli (*rostralis*) első harmad megbízhatóan reprezentálja a teljes hosszú hátizom** következő minőségi paramétereit:

- **érzékszervileg bíralt: márványozottság, állomány, lédússág, zsírosság, íz, összbenyomás),**
- **műszeresen vizsgált: állomány, szárazanyag-tartalom, vízkötő képesség, sütési veszteség, és L*, a* és b* színkoordináták**

miután a varianciaanalízis eredménye nem mutatott szignifikáns különbséget a vizsgált paraméterekben a darabok között.

Következésképpen a komplex húsminőség értékelése a technológiai daraboláskor amúgy is szabaddá váló mintavételi helyen, kiegészítő technológiai beavatkozás nélkül is megfelelő. Összességében egy standardizált mintavételi stratégia alkalmazásával javítható a húsminőség-ellenőrzés pontossága és hatékonysága.

3. Tézis: SEUROP-rendszer előrejelző képessége sertéshús komplex minősége esetén:

Elemzésem azt mutatja, hogy **a jelenleg alkalmazott, húskihozatalon alapuló SEUROP-besorolás csak korlátozott prediktív érvényességgel bír a sertéshús élvezeti értékének leírására.** A SEUROP-osztályok statisztikailag igazolható kapcsolatot mutattak az alábbi, fogyasztói szempontból releváns változókkal:

- érzékszervileg bírált: márványozottság, állomány;
- műszeresen vizsgált: állomány és L^* , a^* , b^* színkoordináták.

Ugyanakkor **nincs kimutatható összefüggés** a következő tulajdonságokkal:

- érzékszervileg bírált: lédúság, zsírosság, íz, összbenyomás;
- műszeresen vizsgált: szárazanyag-tartalom, vízkötő képesség, sütési veszteség, pH.

Új eredményként javaslom a minősítési rendszer kiegészítését egy minőségorientált tényezővel, amely ezen paraméterek integrálásával multidimenzionális, fogyasztói értékelést jobban előrejelző minősítést tesz lehetővé.

4. Tézis: SEUROP-rendszer előrejelző képessége marhahús komplex minősége esetén:

Elemzésem azt mutatja, hogy **a jelenleg alkalmazott, faggyúval való borítottság osztályozásán alapuló SEUROP-besorolás csak korlátozott prediktív érvényességgel bír a marhahús élvezeti értékének leírására.** A faggyúborítottsági osztályok statisztikailag igazolható kapcsolatot mutattak az alábbi, fogyasztói szempontból releváns változókkal:

- érzékszervileg bírált: márványozottság, állomány;
- műszeresen vizsgált: állomány és L^* , a^* és b^* színkoordináták.

Ugyanakkor **nincs kimutatható összefüggés** a következő tulajdonságokkal:

- érzékszervileg bírált: lédúság, zsírosság, íz, összbenyomás;
- műszeresen vizsgált: szárazanyag-tartalom, vízkötő képesség, sütési veszteség, pH.

Új eredményként javaslom a minősítési rendszer kiegészítését egy minőségorientált tényezővel, amely ezen paraméterek integrálásával multidimenzionális, fogyasztói értékelést jobban előrejelző minősítést tesz lehetővé.

5. Tézis: Zsírosságérzet vs. hús-zsír arány (sertéshús):

Vizsgálataim bebizonyították, hogy sertéskaraj bírálatakor a bírálók által szájból érzékelt zsírosság nem áll kapcsolatban a SEUROP szerinti hús-zsír aránnyal.

Statisztikai elemzések nem mutattak egyértelmű összefüggést a húskihozatal szerinti osztály és az érzékelt zsírosság között - így egy soványabb, és egy zsírosabb féltest egyaránt lehet „zsíros érzetű” vagy „nem zsíros” a fogyasztó szerint.

E megfigyelések alátámasztják, hogy a húsminőség összetett érzékszervi jelenség, melyet a kémiai összetétel csak részben határoz meg.

- 6. Tézis: Zsírosságérzet vs. hús-zsír arány (marhahús):** Marhahátszínél hasonlóképpen kimutattam, hogy **a külső faggyúborítás mértéke önmagában nem prognosztizálja a fogyasztók által szájbán érzékelt zsírosságot**, mivel a kiolvadó zsír mennyisége és eloszlása, valamint a hús víz- és kötőszövettartalma is befolyásolja az összbenyomást.

Vizsgálataim szerint ebben az esetben sem találtam összefüggést a SEUROP szerinti hús-zsír arány és az érzékelt zsírosság között. Eredményeim megerősítik, hogy a zsír- és víztartalom komplex hatása miatt a hagyományos osztályozási mérőszámok önmagukban nem elegendők a valódi fogyasztói élmény előrejelzésére.

8 ÖSSZEFOGLALÁS

A kutatás során sikerült részletesen feltárni a SEUROP-rendszer és a húsfogyasztók által elvárt érzékszervi minőségi jellemzők - különösen a márványozottság - közötti kapcsolatot. Az alkalmazott módszertan lehetővé tette a húsmínőség komplex értékelését.

A vizsgálatok eredményei egyértelműen alátámasztották azt a hipotézist, **hogy a SEUROP-rendszer** - bár megfelelő eszköz a húskihozatal standardizált értékelésére - **csak korlátozott mértékben alkalmas a hús érzékszervi minőségének teljes körű és pontos előrejelzésére.**

A kutatás eredményei hozzájárultak ahhoz a tudományos diskurzushoz, amely **a húskihozatal és a faggyúborítottsági fokozaton alapuló húsmínőségi értékelési rendszerek továbbfejlesztésének szükségességét** hangsúlyozza, különös tekintettel az érzékszervi paraméterek bevonására.

Az elvégzett vizsgálatok eredményeként megállapítottam, hogy **a sertés- és marhahúsok minőségi osztálya összefügg a márványozottsággal**; sertéshúsnál a minőségi osztály csökkenésével (S->O) a márványozottság mértéke növekszik, marhahús esetén pedig a faggyúval borítottság növekedésével (1.->5. osztály) a márványozottság mértéke nő.

A kutatás további eredménye, hogy **az alkalmazott mintavételi és vizsgálati protokoll alapján meghatározhatók azok a mintavételi pontok**, ahol további feldolgozási művelet nélkül nagy pontossággal képesek előrejelezni a hús valódi étkezési értékét. Ezzel a vizsgálat nemcsak elméleti, hanem gyakorlati szempontból is értékes hozzájárulást nyújtott a húsvizsgálati módszerek modernizálásához. A vizsgált sertéskaraj és marhahátszín-mintáknál fontosnak tartottam lokalizálni azokat a húsrészeket, ahol az állomány- és színméréseket elvégezve, nagy bizonyossággal állapítható meg a minőségi osztály és így a márványozottság. Az erre irányuló mérések eredményei alapján az előzőekben említett méréseket **sertéskaraj esetében a tarjához közel eső részből származó húsrészen, marhahátszín esetében pedig a rostélyoshoz közel eső harmadából származó húsrészen kell elvégezni.**

8.1 A különböző SEUROP húskihozatali osztályzatú sertéskarajmintákon elvégzett mérések eredményeinek összefoglalása

A SEUROP nem minősíti közvetlenül a márványozottságot, ezért gasztronómiai célú minősítéshez kiegészítő mérések szükségesek. Az állománynál kettősség látszik: a zsírosabb tételek első harapása kedvezőtlenebb lehet, hosszan rágva mégis kedvezőbb; így a fogyasztói élmény eltérhet a „keménység” pontszámtól. A lédűsság átlagosan csökken a zsíraránnyal, de a közepes zsírosság gyakran kedvezőbbnek ítélt. A zsírosságérzet nem lineáris: a magas zsírtartalom hő hatására kiolvadhat, míg jó technológiával a kevésbé zsíros hús is élvezetes lehet. Íz és SEUROP-osztály között nincs egyértelmű, monoton kapcsolat; a magasabb márványozottság nem feltétlenül javítja az ízt, sőt „nehéz” jegyeket emelhet ki. Az összbenyomás sem szükségképpen javul a márványozottsággal, mert az állomány és a lédűsság ezt ellensúlyozhatja.

A műszeres nyíróerő jól megfeleltethető az érzékszervi állománnyal, így fizikai paraméterekkel kalibrálható a bírálat. A szárazanyag nő a márványozottsággal, a vízmegkötés gyengül, de többnyire mérsékelt; a sütési veszteség nem különül el élesen; a pH és az a*-on túli színparaméterek gyakorlati jelentősége korlátozott.

8.2 A különböző SEUROP faggyússági osztályzatú marhahátszín-mintákon elvégzett mérések eredményeinek összefoglalása

Vizsgálataim szerint a marhahátszín-minták SEUROP szerinti faggyúborítottsági osztálya és a hosszú hátizom intramuszkuláris zsírtartalma között erős, egyenletes összefüggés mutatkozik. Amint a külső zsírréteg vastagsága növekedett (az 1. osztálytól az 5. osztályig), úgy emelkedett a hús márványozottsága. Ez azt jelenti, hogy a magasabb osztályú, zsírosabb hátszínnek jellemzően több intramuszkuláris zsírral rendelkeznek. A mért adatok alapján a hátszín rostélyos felőli végén (első harmad) elvégzett objektív műszeres mérések – különösen a hús állományának vizsgálata és a színmérések – hatékonyan elkülönítették a különböző osztályokat. Gyakorlati szempontból tehát ajánlott a marhahús osztályozásakor a hagyományos vizuális minősítés mellett az intramuszkuláris zsír mérését is alkalmazni, mivel ezek segítségével pontosabban előrejelezhető a hús fogyasztói élvezeti értéke.

Az érzékszervi vizsgálatok alapján a bírálók a közepesen zsíros (3. osztályú) hátszín mintákat értékelték a legkedvezőbben. E kategória mintái átlagosan magasabb világossági (L*) és alacsonyabb vörös színezetű (a*) értéket mutattak, mint a kevésbé vagy extrém zsíros húsok. Ez az eredmény arra utal, hogy a mérsékelt faggyúborítottság egyensúlyba hozza a hús elsőfalatos puhaságát és a hosszabb rághatóságot; az erőteljesen zsíros húsok első falatkor keményebbek

ugyan, de rághatóságuk folyamán omlósabbak, míg a soványabb húsok eleinte puhák, viszont hamarabb kiszáradnak. Összefoglalva az eredményeket: a marhahús esetében a faggyúborítottság növelése egyértelműen növelte a márványozottságot, és ebből következően a hús érzékszervi paramétereiben is változásokat eredményezett. Az adataim alapján a közepes zsírosságú hátszín (3. osztály) mutatta a legkedvezőbb összbenyomást, amely egyértelműen tükröződött az objektív színmérési jellemzőkben is. Ezen megfigyelések alapján a marhahús minősítési protokolljában is célszerű a SEUROP-értékelést kiegészíteni a márványozottság és a kulcsfontosságú színparaméterek (L^* , a^*) mérésével, mert ezek inkább tükrözik a fogyasztói elvárásokat és az ízlelési élményt.

SUMMARY

This research elucidated in detail the relationship between the SEUROP classification system and the sensory quality attributes expected by meat consumers—particularly marbling. The applied methodology enabled a comprehensive assessment of meat quality.

The findings clearly support the hypothesis that, while **SEUROP is an appropriate tool for standardized evaluation of carcass yield, it is only of limited suitability for fully and accurately predicting the sensory quality of meat.**

These results contribute to the scientific discourse emphasizing the **need to further develop meat-quality evaluation systems based on carcass yield and fat-cover scores**, with particular attention to incorporating sensory parameters.

Based on the investigations, I established that **quality class correlates with marbling in both pork and beef**: in pork, marbling increased as the SEUROP conformation class decreased (from S to O), whereas in beef, marbling increased with higher fat-cover classes (from Class 1 to Class 5).

A further outcome is that, given **the sampling and analytical protocol used, one can identify sampling sites that predict the true eating quality of meat, without further processing technology.** Thus, beyond its theoretical value, the study also provides practical guidance for modernizing meat-inspection methods. For the pork loin and beef striploin samples examined, I considered it important to localize those parts of the muscles where texture and colour measurements can be performed to determine quality class—and thereby marbling—with high confidence. Based on the results, these measurements should be carried out, for pork loin, on tissue from the portion close to the collar/neck (tarja), and for beef striploin (longissimus) on tissue from the anterior third adjacent to the ribeye (rostélyos) end.

Summary of results for pork loin samples across SEUROP carcass-yield classes

Because SEUROP does not directly grade marbling, gastronomic grading requires complementary measurements. A dual pattern emerged in texture: fattier lots may present a less favourable initial bite (greater perceived hardness), yet become more favourable with sustained mastication; consequently, the consumer experience can diverge from the simple “hardness” score. Juiciness tended to decrease on average with higher fat proportion; however, moderate fat levels were often judged preferable. Perceived fattiness is non-linear: high fat can melt out during cooking, while, with appropriate processing, leaner meat can still be enjoyable. There was no unambiguous, monotonic relationship between flavour and SEUROP class; greater marbling

does not necessarily enhance flavour and may accentuate “heavy” notes. Overall liking likewise does not inevitably improve with increasing marbling, as texture and juiciness can counterbalance it.

Instrumental shear force corresponded well to sensory texture, permitting calibration of sensory appraisal against physical parameters. Dry matter increased with marbling, and water-holding capacity weakened—mostly moderately; cooking loss did not separate classes sharply; the practical significance of pH and colour parameters beyond a^* was limited.

Summary of results for beef striploin samples across SEUROP fat-cover classes

My analyses indicate a strong, consistent association between SEUROP fat-cover class of beef striploin and intramuscular fat content of the longissimus muscle. As external fat thickness increased (from Class 1 to Class 5), marbling likewise increased. This means that higher-class, fattier striploins typically contain more intramuscular fat. Based on the measurements, objective instrumental tests performed at the ribeye end (anterior third) of the striploin—particularly texture assessment and colourimetry—effectively discriminated among classes. Practically, therefore, it is advisable, alongside traditional visual grading, to include measurement of intramuscular fat when classifying beef, as this allows more accurate prediction of consumer eating quality.

In sensory tests, panelists rated medium-fat (Class 3) striploin samples most favourably. On average, this category showed higher lightness (L^*) and lower redness (a^*) compared with leaner or extremely fatty counterparts. This suggests that moderate fat cover balances initial-bite firmness with chew-down tenderness: very fatty meats can be firmer at first bite yet become more tender during mastication, whereas leaner meats may start tender but dry out sooner. In sum, increasing fat cover in beef clearly increased marbling and thereby altered sensory parameters. In our data, the medium-fat striploin (Class 3) yielded the most favourable overall impression, which was reflected in objective colour metrics as well. These observations argue for supplementing SEUROP evaluation in beef with quantification of marbling and key colour parameters (L^* , a^*), as these better reflect consumer expectations and the tasting experience.

MELLÉKLETEK

M1. IRODALOMJEGYZÉK

1. Adzitey, F., & Huda, N. (2012). Effects of post-slaughter carcass handling on meat quality. *Pakistan Veterinary Journal*, 32(2), 161–164.
2. Agastin, A., Naves, M., Farant, A., Godard, X., Bocage, B., Alexandre, G., Boval, M., 2013. Effects of feeding system and slaughter age on the growth and carcass characteristics of tropical-breed steers. *J. Anim. Sci.* 91, 3997-4006. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5999>
3. Altmann, M., Pliquet, U., 2006. Prediction of intramuscular fat by impedance spectroscopy. *Meat Sci.* 72, 666-671. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.08.021>
4. Amjad Sohail, Sam Al-Dalali, Jianan Wang, Jianchun Xie, Ashbala Shakoore, Sailimuhan Asimi, Haroon Shah, Prasanna Patil, Aroma compounds identified in cooked meat: A review, *Food Research International*, Volume 157, 2022, 111385, ISSN 0963-9969, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111385>.
5. Anaruma, R. C. et al., 2020. Effects of weaning age and castration on marbling in Nellore cattle. *Journal of Animal Science*, 98(5), 1-10.
6. Anderson, F., Corlett, M.T., Williams, A., Graham E.G., 2024. Intramuscular fat % in the loin of Australian pork demonstrates a stronger relationship with computed tomography lean and fat % than abattoir measures of P2 and lean %. *Journal of Animal Science*, <https://doi.org/10.1093/jas/skaf331>
7. Ardeshiri, A., Sampson, S., Swait, J., 2019. Seasonality effects on consumers' preferences over quality attributes of different beef products. *Meat Sci.* 157, 107868. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.06.004>
8. Argemí-Armengol, I., Villalba, D., Ripoll, G., Teixeira, A., Álvarez-Rodríguez, J., 2019. Credence cues of pork are more important than consumers' culinary skills to boost their purchasing intention. *Meat Sci.* 154, 11-21. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.04.001>
9. Arneith, W. (1998). About the determination of intramuscular fat. *Fleischwirtschaft*, 78(11), 1183–1185.
10. Banović, M., Grunert, K.G., Barreira, M.M., Fontes, M.A., 2009. Beef quality perception at the point of purchase: A study from Portugal. *Food Qual. Prefer.* 20, 335-342. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2009.02.009>
11. Baska, F. (1973). Az izom zsírsav-összetétele. In: Húsipari kézikönyv (pp. 123–128). Mezőgazdasági Kiadó.
12. Barkó, A., Csurka, T., Visy, A., Tóth, A., & Friedrich, L. (2022). Az előhűtési és érlelési módok hatása a marhahús minőségi jellemzőire. *A Hús*, 1(1-2), 6-15. <https://doi.org/10.56616/meat.3288>
13. Bázár Gy., Kövér Gy., Locsmándi L., & Romvári R. (2008). Mangalica és intenzív sertés húsanak elkülöníthetősége közeli infravörös spektrumok alapján. *Animal Welfare, Etológia és Tartástechnológia*, 4(Különszám), 730-738.
14. Beak, S.H., Park, S.J., Fassah, D.M., Kim, H.J., Kim, M., Jo, C., Baik, M., 2021. Relationships among carcass traits, auction price, and image analysis traits of marbling characteristics in Korean cattle beef. *Meat Sci.* 171, 108268. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108268>
15. Bong, J.J., Jeong, J.Y., Rajasekar, P., Cho, Y.M., Kwon, E.G., Kim, H.C., Paek, B.H., Baik, M., 2012. Differential expression of genes associated with lipid metabolism in longissimus dorsi of Korean bulls and steers. *Meat Sci.* 91, 284-293. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.02.004>
16. Bonny, S.P.F., Pethick, D.W., Legrand, I., Wierzbicki, J., Allen, P., Farmer, L.J., Polkinghorne, R.J., Hocquette, J.F., Gardner, G.E., 2016. European conformation and fat scores have

- no relationship with eating quality. *Animal* 10, 996-1006. <https://doi.org/10.1017/S1751731115002839>
17. Bosch, L., Tor, M., Reixach, J., Estany, J., 2012. Age-related changes in intramuscular and subcutaneous fat content and fatty acid composition in growing pigs using longitudinal data. *Meat Sci.* 91, 358-363. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.02.019>
 18. Cabling, M. M. et al. (2015). Relationship between intramuscular fat and water-holding capacity in pork. *Animal Science Journal*, 86(7), 707-715.)
 19. Cesar, A.S.M., Regitano, L.C.A., Mourão, G.B., Tullio, R.R., Lanna, D.P.D., Nassu, R.T., Mudado, M.A., Oliveira, P.S.N., do Nascimento, M.L., Chaves, A.S., Alencar, M.M., Sonstegard, T.S., Garrick, D.J., Reecy, J.M., Coutinho, L.L., 2014. Genome-wide association study for intramuscular fat deposition and composition in Nellore cattle. *BMC Genet.* 15, 39. <https://doi.org/10.1186/1471-2156-15-39>
 20. Chen, D., Li, W., Du, M., Cao, B., 2019. Adipogenesis, fibrogenesis and myogenesis related gene expression in longissimus muscle of high and low marbling beef cattle. *Livest. Sci.* 229, 188-193. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.09.032>
 21. Choi, C.B., Jung, K.K., Chung, K.Y., Yang, B.S., Chin, K.B., Suh, S.W., Oh, D.H., Jeon, M.S., Baek, K.H., Lee, S.O., Kim, S.I., Lee, Y.H., Yates, D.A., Hutcheson, J.P., Johnson, B.J., 2013. Administration of zilpaterol hydrochloride alters feedlot performance, carcass characteristics, muscle, and fat profiling in finishing Hanwoo steers. *Livest. Sci.* 157, 435-441. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.06.035>
 22. Choi, Y. M., Garcia, L. G., & Lee, K. (2019). Correlations of sensory quality characteristics with intramuscular fat content and bundle characteristics in bovine longissimus thoracis muscle. *Food Science of Animal Resources*, 39(2), 197–208. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2019.e15>
 23. Chung, E.J., et al., 2018a. Influence of weaning time on carcass traits in Hanwoo steers. *Asian-Australasian. Journal of Animal Sciences*, 31(12), 1780-1787.
 24. Chung, E.J., Lee, S.H., Cho, S.H., Kwon, E.G., Lee, J.H., 2018b. Current situation and future prospects for beef production in South Korea — A review. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 31, 951-960. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0187>
 25. Clelland, N., Bunger, L., McLean, K.A., Conington, J., Maltin, C., Knott, S., Lambe, N.R., 2014. Prediction of intramuscular fat levels in Texel lamb loins using X-ray computed tomography scanning. *Meat Sci.* 98, 263-271. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.004>
 26. Clerjon, S., Peyrin, F., Lepetit, J., 2011. Frontal UV-visible fluorescence polarization measurement for bovine meat ageing assessment. *Meat Sci.* 88, 28-35. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.11.027>
 27. Craigie, C.R., Navajas, E.A., Purchas, R.W., Maltin, C.A., Bünger, L., Hoskin, S.O., Ross, D.W., Morris, S.T., Roehe, R., 2012. A review of the development and use of video image analysis (VIA) for beef carcass evaluation as an alternative to the current EUROP system and other subjective systems. *Meat Sci.* 92, 307-318. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.05.028>
 28. Dashdorj, D., Amna, T., Hwang, I., 2015. Influence of specific taste-active components on meat flavor as affected by intrinsic and extrinsic factors: an overview. *Eur. Food Res. Technol.* 241, 157-171. <https://doi.org/10.1007/s00217-015-2449-3>
 29. Daszkiewicz, T., Bąk, T., Denaburski, J. (2005). Quality of pork with a different intramuscular fat (imf) content. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 55(1), 31-36.
 30. Detweiler, R.A., Pringle, T.D., Rekaya, R., Wells, J.B., Segers, J.R., 2019. The impact of selection using residual average daily gain and marbling EPDs on growth, performance, and carcass traits in Angus steers1. *J. Anim. Sci.* 97, 2450-2459. <https://doi.org/10.1093/jas/skz124>
 31. Devine, C., & Dikeman, M. (Eds.). (2014). *Encyclopedia of meat sciences*. Elsevier.

32. Dikeman, M., Devine, C., 2014. Encyclopedia of Meat Sciences, SECOND EDITION, VOLUME 1, Academic Press, ISBN 978-0-12-384731-7p 222-234
33. Erdős, Z. (1996). A húsrészek használati értéke. In 7. Húsipari továbbképző napok: A nyers hús (pp. 63-73). Országos Húsipari Kutatóintézet Kft.
34. Eriksen, M.S., Rødbotten, R., Grøndahl, A.M., Friestad, M., Andersen, I.L., Mejdell, C.M., 2013. Mobile abattoir versus conventional slaughterhouse—Impact on stress parameters and meat quality characteristics in Norwegian lambs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 149, 21-29. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2013.09.007>
35. FAOSTAT [WWW Document], n.d. URL <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
36. Ferguson, D.M., 2004. Objective on-line assessment of marbling: a brief review. *Aust. J. Exp. Agric.* 44, 681-685. <https://doi.org/10.1071/ea02161>
37. Ferguson, D.M., Warner, R.D., 2008. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Sci.*, 54th International Congress of Meat Science and Technology (54th ICoMST), 10-15August 2008, Cape Town, South Africa 80, 12-19. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.05.004>
38. Flowers, S., Hamblen, H., Leal-Gutiérrez, J.D., Elzo, M.A., Johnson, D.D., Mateescu, R.G., 2018. Fatty acid profile, mineral content, and palatability of beef from a multibreed Angus-Brahman population1. *J. Anim. Sci.* 96, 4264-4275. <https://doi.org/10.1093/jas/sky300>
39. Font-i-Furnols, M., Tous, N., Esteve-Garcia, E., Gispert, M., 2012. Do all the consumers accept marbling in the same way? The relationship between eating and visual acceptability of pork with different intramuscular fat content. *Meat Sci.* 91, 448-453. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.02.030>
40. Fortin A, Robertson WM, Tong AK. The eating quality of Canadian pork and its relationship with intramuscular fat. *Meat Sci.* 2005 Feb;69(2):297-305. doi: 10.1016/j.meatsci.2004.07.011. PMID: 22062822.
41. Franco, D., Mato, A., Salgado, F.J., López-Pedrouso, M., Carrera, M., Bravo, S., Parrado, M., Gallardo, J.M., Zapata, C., 2015. Tackling proteome changes in the longissimus thoracis bovine muscle in response to pre-slaughter stress. *J. Proteomics* 122, 73-85. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2015.03.029>
42. GB, Witt, & CI, Sauvage, & KI, Witt, & Gillespie, Nicole & Ariyawardana, Anoma. (2020). Evaluating the impact and effectiveness of the Australian Beef Sustainability Framework, MLA Report E.CEM.1909, Meat and Livestock Australia, Sydney.
43. Geletu US, Usmael MA, Mummed YY, Ibrahim AM. Quality of Cattle Meat and Its Compositional Constituents. *Vet Med Int.* 2021a Nov 18;2021:7340495. doi: 10.1155/2021/7340495. PMID: 34840716; PMCID: PMC8616699.
44. Geletu, Umer & Usmael, Munera & Mummed, Yesihak & Ibrahim, Abdulmuen. (2021). Quality of Cattle Meat and Its Compositional Constituents. *Veterinary Medicine International.* 2021b. 1-9. 10.1155/2021/7340495.
45. Gotoh, T., Albrecht, E., Teuscher, F., Kawabata, K., Sakashita, K., Iwamoto, H., Wegner, J., 2009. Differences in muscle and fat accretion in Japanese Black and European cattle. *Meat Sci.* 82, 300-308. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.01.026>
46. Grau, R., Hamm, R. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Muskel. *Naturwissenschaften* 40, 29-30 (1953). <https://doi.org/10.1007/BF00595734>
47. Greenwood, P.L., 2021. Review: An overview of beef production from pasture and feedlot globally, as demand for beef and the need for sustainable practices increase. *Animal, Sustainable livestock systems for high-producing animals* 15, 100295. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100295>
48. Greenwood, P.L., Siddell, J.P., Walmsley, B.J., Geesink, G.H., Pethick, D.W., McPhee, M.J., 2015. Postweaning substitution of grazed forage with a high-energy concentrate has variable

- long-term effects on subcutaneous fat and marbling in *Bos taurus* genotypes¹. *J. Anim. Sci.* 93, 4132-4143. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-8962>
49. Harper G.S., Pethick, D.W., 2004. How might marbling begin? *Aust. J. Exp. Agric.* 44, 653-662. <https://doi.org/10.1071/ea02114>
 50. Harris, C.L., Wang, B., Harper Deavila, J.M., Busboom, J.R., Maquivar, M., Parish, S.M., McCann, B., Nelson, M.L., Du, M., 2018. Vitamin A administration at birth promotes calf growth and intramuscular fat development in Angus beef cattle. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 9, 55. <https://doi.org/10.1186/s40104-018-0268-7>
 51. Henchion, M., McCarthy, M., Resconi, V.C., Troy, D., 2014. Meat consumption: Trends and quality matters. *Meat Sci., Meat Science, Sustainability & Innovation: '60th International Congress of Meat Science and Technology 17-22 August 2014, Punta del Este, Uruguay'* 98, 561-568. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.007>
 52. Holló, I., & Holló, G. (2009). Minőségi vágómarha-előállítás tenyésztési és technológiai kérdései [Breeding and management issues of high quality beef production]. *Animal Welfare, Etológia és Tartástechnológia*, 5(4), 12-24
 53. Holló, G., Húth, B., Holló, I., & Anton, I. (2018). X-Ray computed tomography evaluation of intramuscular fat content in Hungarian Simmental cattle. *Acta Alimentaria*, 47(2), 220-228. <https://doi.org/10.1556/066.2018.47.2.14>
 54. Holló, G., Seregi, J., Ender, K., Nuernberg, K., Wegner, J., Seenger, J., Holló, I., & Repa, I. (2003). A mangalica sertések húsmínőségének, valamint az izom és a szalonna zsírsavösszetételének vizsgálata. *Acta Agraria Kaposváriensis*, 7(2), 19-32.
 55. Hocquette, J.F., Gondret, F., Baéza, E., Médale, F., Jurie, C., Pethick, D.W., 2010. Intramuscular fat content in meat-producing animals: development, genetic and nutritional control, and identification of putative markers. *Animal*. Feb;4(2):303-19. doi: 10.1017/S1751731109991091. PMID: 22443885.
 56. Hocquette, J.F., Botreau, R., Picard, B., Jacquet, A., Pethick, D.W., Scollan, N.D., 2012. Opportunities for predicting and manipulating beef quality. *Meat Sci., 58th International Congress of Meat Science and Technology (58th ICoMST)* 92, 197-209. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.007>
 57. Holló, G., Húth, B., Holló, I., Anton, I., 2018. X-Ray computed tomography evaluation of intramuscular fat content in Hungarian simmental cattle. *Acta Aliment.* 47, 220-228. <https://doi.org/10.1556/066.2018.0002>
 58. Hwang, Y.-H., Lee, S.-J., Lee, E.-Y., & Joo, S.-T. (2020). Effects of carcass weight increase on meat quality and sensory properties of pork loin. *Journal of Animal Science and Technology*, 62(5), 753-760. <https://doi.org/10.5187/jast.2020.62.5.753>
 59. Irie, M., Kouda, M., Matono, H., 2011. Effect of ursodeoxycholic acid supplementation on growth, carcass characteristics, and meat quality of Wagyu heifers (Japanese Black cattle). *J. Anim. Sci.* 89, 4221-4226. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4211>
 60. Jackman, P., Sun, D.-W., Allen, P., 2009. Automatic segmentation of beef longissimus dorsi muscle and marbling by an adaptable algorithm. *Meat Sci.* 83, 187-194. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.03.010>
 61. Janz, J.A.M., Aalhus, J.L., Robertson, W.M., Dugan, M.E.R., Larsen, I.L., Landry, S., 2004. The effects of modified carcass chilling on beef carcass grade and quality of several muscles. *Can. J. Anim. Sci.* 84, 377-384. <https://doi.org/10.4141/A03-067>
 62. Japan Meat Information Service Center. (n.d.). Dressed Carcass Transaction Standards - Grading (Wagyu beef), 2025, from <https://www.jmi.or.jp/en/info/index2.html>
 63. Jones, B. K., & Tatum, J. D. (1994). Predictors of beef tenderness among carcasses produced under commercial conditions. *Journal of Animal Science*, 72(6), 1492–1501.

64. King, D. A., Hunt, M. C., Barbut, S., Claus, J. R., Cornforth, D. P., Joseph, P., ... Weber, M. (2023). American Meat Science Association guidelines for meat color measurement. *Meat and Muscle Biology*, 6(4). <https://doi.org/10.22175/mmb.12473>
65. Kovács, Á., & Zsarnóczy, G. (2007). Protected meat products in Hungary - local foods and hungaricums. *Anthropology of Food*, S2. <https://doi.org/10.4000/aof.500>
66. Kovács, L., Szentléleki, A., & Tőzsér, J. (2012). A szívritmus-variancia kutatása szarvasmarhában. Irodalmi áttekintés 2. közlemény: A szívritmus-variancia kutatások eredményei. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 61(1), 57-72.
67. S. Khounsaknalath, K. Etoh, K. Sakuma, K. Saito, A. Saito, T. Abe, et al. Effects of early high nutrition related to metabolic imprinting events on growth, carcass characteristics, and meat quality of grass-fed Wagyu (Japanese Black cattle) *Journal of Animal Science*, 99 (2021) skab123 <https://doi.org/10.1093/jas/skab123>
68. Knutson, E.E., Menezes, A.C.B., Sun, X., Fontoura, A.B.P., Liu, J.H., Bauer, M.L., Maddock-Carlin, K.R., Swanson, K.C., Ward, A.K., 2020. Effect of feeding a low-vitamin A diet on carcass and production characteristics of steers with a high or low propensity for marbling. *Animal*. Nov;14(11):2308-2314. doi: 10.1017/S1751731120001135. Epub 2020 Jun 10. PMID: 32517827.
69. Konarska, M., Kuchida, K., Tarr, G., Polkinghorne, R.J., 2017. Relationships between marbling measures across principal muscles. *Meat Sci.* 123, 67-78. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.09.005>
70. Ladeira, M.M., Schoonmaker, J.P., Swanson, K.C., Duckett, S.K., Gionbelli, M.P., Rodrigues, L.M., Teixeira, P.D., 2018. Review: Nutrigenomics of marbling and fatty acid profile in ruminant meat. *Animal* 12, s282-s294. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001933>
71. Lakshmanan, S., Koch, T., Brand, S., Männicke, N., Wicke, M., Mörlein, D., Raum, K., 2012. Prediction of the intramuscular fat content in loin muscle of pig carcasses by quantitative time-resolved ultrasound. *Meat Sci.* 90, 216-225. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.07.004>
72. Lammers, P.J., Stender, D.R., Honeyman, M.S., 2007. Niche Pork Production, Iowa State University IPIC NPP110 2007. https://doi.org/10.31274/ans_air-180814-747
73. Lawrie, R.A., Chapter 10 - The eating quality of meat, Editor(s): R.A. Lawrie, In *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*, Lawrie's Meat Science (Seventh Edition), Woodhead Publishing, 2006, Pages 279-341, ISBN 9781845691592, <https://doi.org/10.1533/9781845691615.279>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781845691592500103>)
74. Le, H.V., Nguyen, Q.V., Nguyen, D.V., Otto, J.R., Malau-Aduli, B.S., Nichols, P.D., Malau-Aduli, A.E.O., 2018. Enhanced Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acid Contents in Muscle and Edible Organs of Australian Prime Lambs Grazing Lucerne and Cocksfoot Pastures. *Nutrients* 10, 1985. <https://doi.org/10.3390/nu10121985>
75. Lee, B., & Choi, Y. M. (2019). Correlation of marbling characteristics with meat quality and histochemical characteristics in longissimus thoracis muscle from Hanwoo steers. *Food Science of Animal Resources*, 39(1), 151–161. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2019.e12>
76. Lee, S.C., Choi, H.H., Shin, J.S., Kim, K.H., Oh, Y.K., Cheon, D.W., 2013. Carcass Characteristics and Profitability Analysis Based on Slaughter Age of Hanwoo Steers. *J. Anim. Sci. Technol.* 55, 315-323. <https://doi.org/10.5187/JAST.2013.55.4.315>
77. Li, X.Z., Yan, C.G., Gao, Q.S., Yan, Y., Choi, S.H., Smith, S.B., 2018. Adipogenic/lipogenic gene expression and fatty acid composition in chuck, loin, and round muscles in response to grain feeding of Yanbian Yellow cattle. *J. Anim. Sci.* 96, 2698-2709. <https://doi.org/10.1093/jas/sky161>
78. Lisiak, D., Janiszewski, P., Borzuta, K., Grześkowiak, E., Powalowski, K., Samardakiewicz, Ł., Lisiak, B., 2025. The Impact of Modifications in the Testing Method for Determining Lean

- Meat Content in Carcasses on Pig Slaughter Value in Poland. *Animals (Basel)*. 2025 Apr 1;15(7):1016. doi: 10.3390/ani15071016. PMID: 40218408; PMCID: PMC11987893.
79. Liu, L., Ngadi, M.O., 2014. Predicting intramuscular fat content of pork using hyperspectral imaging. *J. Food Eng.* 134, 16-23. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.02.007>
 80. Liu, X.D., Moffitt-Hemmer, N.R., Deavila, J.M., Li, A.N., Tian, Q.T., Bravo-Iniguez, A., Chen, Y.T., Zhao, L., Zhu, M.J., Neibergs, J.S., Busboom, J.R., Nelson, M.L., Tibary, A., Du, M., 2021. Wagyu-Angus cross improves meat tenderness compared to Angus cattle but unaffected by mild protein restriction during late gestation. *animal* 15, 100144. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100144>
 81. Losada-Espinosa, N., Villarroel, M., María, G.A., Miranda-de la Lama, G.C., 2018. Pre-slaughter cattle welfare indicators for use in commercial abattoirs with voluntary monitoring systems: A systematic review. *Meat Sci.* 138, 34-48. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.12.004>
 82. Luo, L., Guo, D., Zhou, G., & Chen, K. (2018). An investigation on the relationship among marbling features, physiological age and Warner–Bratzler shear force of steer longissimus dorsi muscle. *Journal of Food Science and Technology*, 55(4), 1569–1574. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3038-9>
 83. Mahbubi, A., Uchiyama, T., Hatanaka, K., 2019. Capturing consumer value and clustering customer preferences in the Indonesian halal beef market. *Meat Sci.* 156, 23-32. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.05.012>
 84. Marinova, D., Bogueva, D., 2019. Planetary health and reduction in meat consumption. *Sustain. Earth* 2, 3. <https://doi.org/10.1186/s42055-019-0010-0>
 85. Marti, S., et al. (2013). Castration and weaning effects on intramuscular fat in Holstein calves. *Meat Science*, 93(1), 50-57.
 86. Meat & Livestock Australia, 2023. Compare objective carcass measurement technologies for pig classification systems (Project code: KPI 3.14). <https://www.mla.com.au/contentassets/24d1242be03d4e64a95501ddec9f376a/kpi-3.14-compare-objective-carcass-measurement-technologies-for-pig-classification-systems.pdf>
 87. Miranda-de la Lama, G.C., Villarroel, M., María, G.A., 2014. Livestock transport from the perspective of the pre-slaughter logistic chain: a review. *Meat Sci.* 98, 9-20. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.04.005>
 88. Monteils, V., Sibra, C., Ellies-Oury, M.-P., Botreau, R., De la Torre, A., Laurent, C., 2017. A set of indicators to better characterize beef carcasses at the slaughterhouse level in addition to the EUROP system. *Livest. Sci.* 202, 44-51. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.05.017>
 89. Moon, S.S., Yang, H.S., Park, G.B., Joo, S.T., 2006. The relationship of physiological maturity and marbling judged according to Korean grading system to meat quality traits of Hanwoo beef females. 2006. *Meat Sci.* 74, 516-521. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.04.027>
 90. NágI, P. (2017). Hentes és mészáros mester: Jegyzet. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara
 91. Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal 2012. A vágóállat minősítés - felügyelet szabályzata
 92. Ngapo, T.M., Rubio Lozano, M.S., Braña Varela, D., 2018. Mexican consumers at the point of meat purchase. *Pork choice. Meat Sci.* 135, 27-35. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.08.005>
 93. Nguyen, D.V., Flakemore, A.R., Otto, J.R., Ives, S.W., Smith, W., Nichols, P.D., Malau-Aduli, A.E.O., 2017. Nutritional value and sensory characteristics of meat eating quality of Australian prime lambs supplemented with pelleted canola and flaxseed oils: Fatty acid profiles of muscle and adipose tissues. *Internal Medicine Review* 3, 21.
 94. Nguyen, D.V., Nguyen, O.C., Malau-Aduli, A.E.O., 2021. Main regulatory factors of marbling level in beef cattle. *Veterinary and Animal Science*, Volume 14, 100219, ISSN 2451-943X, <https://doi.org/10.1016/j.vas.2021.100219>.

95. Nguyen, D.V., Malau-Aduli, B.S., Cavalieri, J., Nichols, P.D., Malau-Aduli, A.E.O., 2018. Supplementation with plant-derived oils rich in omega-3 polyunsaturated fatty acids for lamb production. *Vet. Anim. Sci.* 6, 29-40. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2018.08.001>
96. Noidad S, Limsupavanich R, Suwonsichon S, Chaosap C. Effect of visual marbling levels in pork loins on meat quality and Thai consumer acceptance and purchase intent. *Asian-Australas J Anim Sci.* 2019 Dec 1;32(12):1923-1932. doi: 10.5713/ajas.19.0084. Epub 2019 May 27. PMID: 31208188; PMCID: PMC6819675.
97. Nyíri, A. 2014. Húsminőség és intramuszkuláris zsírtartalom felmérése hazai sertésállományokban (VM MgF/633/2013). NAIK-ÁTHK, Herceghalom.
98. Obuz, E., Dikeman, M. E., Grobbel, J. P., Stephens, J. W., & Loughin, T. M. (2004a). Beef longissimus lumborum, biceps femoris, and deep pectoralis Warner–Bratzler shear force is affected differently by endpoint temperature, cooking method, and USDA quality grade. *Meat Science*, 68(2), 243–248.
99. Obuz, E., Stephens, J. W., Grobbel, J. P., Loughin, T. M., & Dikeman, M. E. (2004b). End-point temperature, cooking method, and marbling degree have different effects on Warner–Bratzler shear force of beef strip loin, bottom round, and brisket muscles. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*.
100. OECD-FAO Agricultural Outlook 2023-2032. OECD Publishing/FAO. <https://doi.org/10.1787/08801ab7-en>
101. Oh, S.-H., & See, M. T. (2012). Pork preference for consumers in China, Japan and South Korea. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25(1), 143-150.
102. Okumura, T., Saito, K., Sowa, T., Sakuma, H., Ohhashi, F., Tameoka, N., Hirayama, M., Nakayama, S., Sato, S., Gogami, T., Akaida, M., Kobayashi, E., Konishi, K., Yamada, S., Kawamura, T., 2012. Changes in beef sensory traits as somatic-cell-cloned Japanese black steers increased in age from 20 to 30 months. *Meat Sci.* 90, 159-163. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.06.020>
103. Orou Seko, M., Ndour, A.P.N., Ossebi, W., Saric, J., Kreppel, K., Dao, D., Bonfoh, B., 2020. Consumer Perception on Purchase Decision Factors and Health Indicators Related to the Quality and Safety of Meat Sold in Dibiteries in Dakar, Senegal. *Sustainability* 12, 7428. <https://doi.org/10.3390/su12187428>
104. Pabiou, T., Fikse, W.F., Cromie, A.R., Keane, M.G., Näsholm, A., Berry, D.P., 2011. Use of digital images to predict carcass cut yields in cattle. *Livest. Sci.* 137, 130-140. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.10.012>
105. Park, S.J., Beak, S.-H., Jung, D.J.S., Kim, S.Y., Jeong, I.H., Piao, M.Y., Kang, H.J., Fassah, D.M., Na, S.W., Yoo, S.P., Baik, M., 2018a. Genetic, management, and nutritional factors affecting intramuscular fat deposition in beef cattle — A review. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 31, 1043-1061. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0310>
106. Park, S.J., Kang, H.J., Na, S., Lee, S.H., Baik, M., 2018b. Differential expression of extracellular matrix and integrin genes in the longissimus thoracis between bulls and steers and their association with intramuscular fat contents. *Meat Sci.* 136, 35-43. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.10.008>
107. Peng, W.C., Cai, G.H., Pan, R.R. et al. Identification of key genes and metabolites involved in intramuscular fat deposition in Laiwu pigs through combined transcriptomic and lipidomic analyses. *BMC Genomics* 26, 516 (2025). <https://doi.org/10.1186/s12864-025-11669-9>
108. Pereira, F.M.V., Bertelli Pflanzner, S., Gomig, T., Lugnani Gomes, C., de Felício, P.E., Alberto Colnago, L., 2013. Fast determination of beef quality parameters with time-domain nuclear magnetic resonance spectroscopy and chemometrics. *Talanta* 108, 88-91. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2013.02.070>

109. Pethick, D.W., Harper, G.S., Oddy, V.H., 2004. Growth, development and nutritional manipulation of marbling in cattle: a review. *Aust. J. Exp. Agric.* 44, 705-715. <https://doi.org/10.1071/ea02165>
110. Platter, W.J., Tatum, J.D., Belk, K.E., Scanga, J.A., Smith, G.C., 2003. Effects of repetitive use of hormonal implants on beef carcass quality, tenderness, and consumer ratings of beef palatability^{1,2}. *J. Anim. Sci.* 81, 984-996. <https://doi.org/10.2527/2003.814984x>
111. Pogorzelski, G., Woźniak, K., Polkinghorne, R., Półtorak, A., Wierzbicka, A., 2020. Polish consumer categorisation of grilled beef at 6 mm and 25 mm thickness into quality grades, based on Meat Standards Australia methodology. *Meat Sci.* 161, 107953. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107953>
112. Polkinghorne, R., Thompson, J.M., Watson, R., Gee, A., Porter, M., 2008. Evolution of the Meat Standards Australia (MSA) beef grading system. *Aust. J. Exp. Agric.* 48, 1351-1359. <https://doi.org/10.1071/EA07177>
113. Polkinghorne, R.J., Thompson, J.M., 2010. Meat standards and grading: A world view. *Meat Sci.*, Special Issue: 56th International Congress of Meat Science and Technology (56th ICoMST), 15-20 August 2010, Jeju, Korea 86, 227-235. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.010>
114. Purchas, R.W., Burnham, D.L., Morris, S.T., 2002. Effects of growth potential and growth path on tenderness of beef longissimus muscle from bulls and steers¹. *J. Anim. Sci.* 80, 3211-3221. <https://doi.org/10.2527/2002.80123211x>
115. Rajic, S., Djordjevic, V., Baltic, T., Simunovic, S., 2021. The role of marbling as an intrinsic characteristic at the point of meat purchase-the Taguchi approach. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 854, 012078. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/854/1/012078>
116. Reckels, B., Hölscher, R., Schwennen, C., Lengling, A., Stegemann, U., Waldmann, K.-H., & Visscher, C. (2020). Resource-Efficient Classification and Early Predictions of Carcass Composition in Fattening Pigs by Means of Ultrasound Examinations. *Agriculture*, 10(6), 222. <https://doi.org/10.3390/agriculture10060222>
117. Remignon, H., Molette, C., Eadmusik, S., Fernandez, X., 2007. Coping with the PSE syndrome in poultry meat. In: *Proceedings of XVIII European Symposium on the Quality of Poultry Meat and XII European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products*; 2007 Sep 2-5; Prague, Czech Republic. p. 183-186.
118. Rincker PJ, Killefer J, Ellis M, Brewer MS, McKeith FK. Intramuscular fat content has little influence on the eating quality of fresh pork loin chops. *J Anim Sci.* 2008 Mar;86(3):730-7. doi: 10.2527/jas.2007-0490. Epub 2007 Dec 21. PMID: 18156359.
119. Rius-Vilarrasa, E., Bünger, L., Brotherstone, S., Macfarlane, J.M., Lambe, N.R., Matthews, K.R., Haresign, W., Roehe, R., 2010. Genetic parameters for carcass dimensional measurements from Video Image Analysis and their association with conformation and fat class scores. *Livest. Sci.* 128, 92-100. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.11.004>
120. Rodriguez, J., Unruh, J., Villarreal, M., Murillo, O., Rojas, S., Camacho, J., Jaeger, J., Reinhardt, C., 2014. Carcass and meat quality characteristics of Brahman cross bulls and steers finished on tropical pastures in Costa Rica. *Meat Sci.* 96, 1340-1344. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.10.024>
121. Sant'anna AC, Valente TDS, Magalhães AFB, Espigolan R, Ceballos MC, de Albuquerque LG, Paranhos da Costa MJR. Relationships between temperament, meat quality, and carcass traits in Nellore cattle¹. *J Anim Sci.* 2019 Dec 17;97(12):4721-4731. doi: 10.1093/jas/skz324. PMID: 31616922; PMCID: PMC6915207.
122. Santinello, M., Penasa, M., Goi, A., Rampado, N., Hocquette, J.F., De Marchi, M., 2024. Relationships between European carcass evaluation and Meat Standards Australia grading scheme applied to young beef cattle, *Meat Science*, Volume 216, 109575, ISSN 0309-1740, <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2024.109575>

123. Schumacher, M., DelCurto-Wyffels, H., Thomson, J., & Boles, J. (2022). Fat Deposition and Fat Effects on Meat Quality—A Review. *Animals*, 12(12), 1550. <https://doi.org/10.3390/ani12121550>
124. Schwartzkopf-Genswein, K.S., Faucitano, L., Dadgar, S., Shand, P., González, L.A., Crowe, T.G., 2012. Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on animal welfare, carcass and meat quality: A review. *Meat Sci.*, 58th International Congress of Meat Science and Technology (58th ICoMST) 92, 227-243. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.010>
125. Shahrai, N.N., Babji, A.S., Maskat, M.Y., Razali, A.F., Yusop, S.M., 2021. Effects of marbling on physical and sensory characteristics of ribeye steaks from four different cattle breeds. *Anim. Biosci.* 34, 904-913. <https://doi.org/10.5713/ajas.20.0201>
126. Sheard, P. R., Enser, M., Wood, J. D., Nute, G. R., Gill, B. P., & Richardson, R. I. (2000). Shelf life and quality of pork and pork products with raised n-3 PUFA. *Meat Science*, 55(2), 213-221.
127. Shorthose, W. R., & Harris, P. V. (1990). *Journal of Food Science*, 55(1).; Nishimura, T., Hattori, A., & Takahashi, K. (1999). *Journal of Animal Science*, 77(1), 93–104.
128. Stewart, S.M., Gardner, G.E., McGilchrist, P., Pethick, D.W., Polkinghorne, R., Thompson, J.M., Tarr, G., 2021. Prediction of consumer palatability in beef using visual marbling scores and chemical intramuscular fat percentage. *Meat Sci.* 181, 108322. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108322>
129. Su, H., Sha, K., Zhang, L., Zhang, Q., Xu, Y., Zhang, R., Li, H., Sun, B., 2014. Development of near infrared reflectance spectroscopy to predict chemical composition with a wide range of variability in beef. *Meat Sci.* 98, 110-114. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.12.019>
130. Sullivan, P., Davis, M., Bretón, J., Edwards-Callaway, L., 2022. Investigating the impact of pre-slaughter management factors on meat quality outcomes in cattle raised for beef: A scoping review. *Front. Anim. Sci.* 3. <https://doi.org/10.3389/fanim.2022.1065002>
131. Tapp, W.N., Yancey, J.W.S., Apple, J.K., 2011. How is the instrumental color of meat measured? *Meat Sci.* 89, 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.11.021>
132. Teixeira, A., Rodrigues, S., 2019. Meat Quality, Brands and Consumer Trends, in: Lorenzo, J.M., Munekata, P.E.S., Barba, F.J., Toldrá, F. (Eds.), *More than Beef, Pork and Chicken - The Production, Processing, and Quality Traits of Other Sources of Meat for Human Diet*. Springer International Publishing, Cham, pp. 21-29. https://doi.org/10.1007/978-3-030-05484-7_2
133. Thompson, J., 2001. The relationship between marbling and sensory traits. *Marbling Symposium : all you need to know about marbling*
134. Tomasevic, I., Djekic, I., Font-i-Furnols, M., Terjung, N., Lorenzo, J.M., 2021. Recent advances in meat color research. *Curr. Opin. Food Sci.* 41, 81-87. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.02.012>
135. Troy, D. J., Tiwari, B. K., & Joo, S. T. (2016). Health implications of beef intramuscular fat consumption. *Korean Journal of Food Science of Animal Resources*, 36(5), 577-582.
136. Tyra, M., Ropka-Molik, K., Terman, A., & Piórkowska, K., Oczkiewicz, M., Bereta, A., 2012. Association between subcutaneous and intramuscular fat content in porcine ham and loin depending on age, breed and FABP3 and LEPR genes transcript abundance. *Molecular biology reports*. 40. 10.1007/s11033-012-2311-7.
137. Ueda, Y., Watanabe, A., Higuchi, M., Shingu, H., Kushibiki, S., & Shinoda, M. (2007). Effects of intramuscular fat deposition on the beef traits of Japanese Black steers (Wagyu). *Animal Science Journal*, 78(2), 189–194. <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2007.00424.x>
138. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2022). *World Population Prospects 2022: Summary of Results*. United Nations.

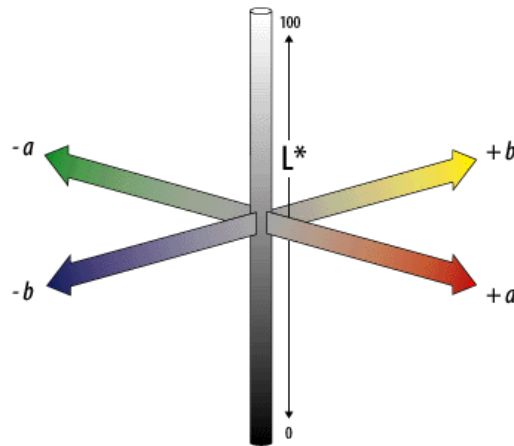
139. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Marketing Service. (n.d.). Pork carcass grades and standards. <https://www.ams.usda.gov/grades-standards/carcass-beef-grades-and-standards>
140. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Marketing Service. (n.d.). Pork carcass grades and standards. <https://www.ams.usda.gov/grades-standards/pork-carcass-grades-and-standards>
141. Vadáné Kovács, M. (1992). Sertések vágás előtti kábítása. *A Hús*, 2(3), 144-150.
142. Vadáné Kovács, M. (2002). A hús minőségét befolyásoló tényezők. In E. Szűcs (Ed.), *Vágóállat- és húsmínőség* (pp. 147-169). Budapest: Szaktudás Kiadó Ház.
143. Van de Water, G., Verjans, F., Geers, R., 2003. The effect of short distance transport under commercial conditions on the physiology of slaughter calves; pH and colour profiles of veal. *Livest. Prod. Sci.* 82, 171-179. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(03\)00010-1](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00010-1)
144. Vierck, K. R., Gonzalez, J. M., Houser, T. A., Boyle, E. A., & O'Quinn, T. G. (2018). Marbling texture's effects on beef palatability. *Meat and Muscle Biology*, 2(1).
145. Wang, Y.H., Bower, N.I., Reverter, A., Tan, S.H., De Jager, N., Wang, R., McWilliam, S.M., Cafe, L.M., Greenwood, P.L., Lehnert, S.A., 2009. Gene expression patterns during intramuscular fat development in cattle. *J. Anim. Sci.* 87, 119-130. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1082>
146. Wang, S., Chen, H., Sun, J., Zhang, N., Wang, S., Sun, B., 2023. Effects of cooking methods on aroma formation in pork: A comprehensive review, *Food Chemistry: X*, Volume 20, 100884, ISSN 2590-1575, <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100884>.
147. Watanabe G, Motoyama M, Nakajima I, Sasaki K. Relationship between water-holding capacity and intramuscular fat content in Japanese commercial pork loin *Anim Biosci* 2018;31(6):914-918. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0640>
148. Watson, R., Polkinghorne, R., Gee, A., Porter, M., & Thompson, J. M. (2008). Development of the Meat Standards Australia (MSA) prediction model for beef palatability. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48(11–12), 1368–1379. <https://doi.org/10.1071/EA07184>
149. Wheeler, T. L., Cundiff, L. V., & Koch, R. M. (1993). Effect of marbling degree on palatability and caloric content of beef. *Beef Research Program Progress Report* (No. 4, Part 1, pp. 133–134). USDA Agricultural Research Service.
150. Whitton, C., Bogueva, D., Marinova, D., Phillips, C.J.C., 2021. Are We Approaching Peak Meat Consumption? Analysis of Meat Consumption from 2000 to 2019 in 35 Countries and Its Relationship to Gross Domestic Product. *Animals* 11, 3466. <https://doi.org/10.3390/ani11123466>
151. van Wijk, H. J., Arts, D. J. G., Matthews, J. O., Webster, M., Ducro, B. J., & Knol, E. F. (2005). Genetic parameters for carcass composition and pork quality estimated in a commercial production chain. *Journal of Animal Science*, 83(2), 324-333. <https://doi.org/10.2527/2005.832324x>
152. Wulf, D. M., & Wise, J. W. (1999). Measuring muscle color on beef carcasses using the Lab* color space. *Journal of Animal Science*, 77(9), 2418–2427. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10492448/>
153. Yamada, T., Kamiya, M., Higuchi, M., 2020. Fat depot-specific effects of body fat distribution and adipocyte size on intramuscular fat accumulation in Wagyu cattle. *Anim. Sci. J.* 91, e13449. <https://doi.org/10.1111/asj.13449>
154. Zhang, M., Guo, Y., Su, R., Corazzin, M., Li, J., Huang, H., ... & Jin, Y. (2022). Effects of physical exercise on muscle metabolism and meat quality characteristics of Mongolian sheep. *Food Science & Nutrition*, 10(5), 1494-1509.
155. Zhang, H.M., Xia, H.L., Jiang, H.R., Mao, Y.J., Qu, K.X., Huang, B.Z., Gong, Y.C., Yang, Z.P., 2018. Longissimus dorsi muscle transcriptomic analysis of Yunling and Chinese

- simmental cattle differing in intramuscular fat content and fatty acid composition. *Genome* 61, 549-558. <https://doi.org/10.1139/gen-2017-0164>
156. Zhu, M.J., Han, B., Tong, J., Ma, C., Kimzey, J.M., Underwood, K.R., Xiao, Y., Hess, B.W., Ford, S.P., Nathanielsz, P.W., Du, M., 2008. AMP-activated protein kinase signalling pathways are down regulated and skeletal muscle development impaired in fetuses of obese, over-nourished sheep. *J. Physiol.* 586, 2651-2664. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2007.149633>
157. Zsarnóczy, G., Polgár, J. P., & Húth, B. (2009). Garantáltan porhanyós, érlelt marhahús. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia*, 5(4), 37-43.

Jogszabályi források

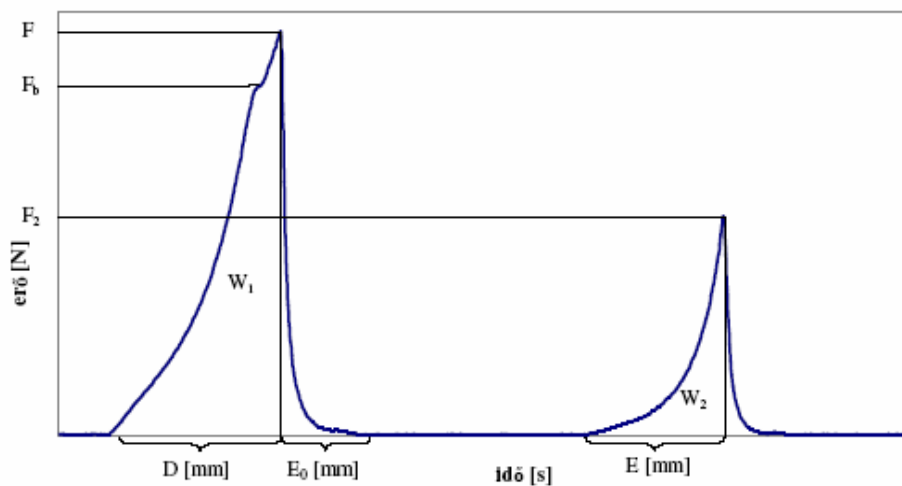
158. 1308/2013/EU rendelet (2013. december 17.) a mezőgazdasági termékpiacok közös szervezésének létrehozásáról, és a 922/72/EGK, a 234/79/EK, az 1037/2001/EK és az 1234/2007/EK tanácsi rendelet hatályon kívül helyezéséről
159. 2017/1184/EU végrehajtási rendelete (2017. április 20.) az 1308/2013/EU európai parlamenti és tanácsi rendeletnek a szarvasmarhák, a sertések és a juhok hasított testének uniós osztályozási rendszerei, valamint a hasított testek és az élő állatok bizonyos kategóriáira vonatkozó piaci árak bejelentése tekintetében történő alkalmazására vonatkozó szabályok megállapításáról
160. 2011/507/EU: A Bizottság végrehajtási határozata (2011. augusztus 16.) a hasított sertések magyarországi osztályozási módszereinek engedélyezéséről szóló 2005/382/EK határozat módosításáról
161. 75/2003. (VII. 4.) FVM rendelet a vágóállatok vágás utáni minősítéséről
162. 136/2011. (XII. 22.) VM rendelet a vágósertések vágás utáni minősítéséről és a hasított féltestek kereskedelmi osztályba sorolásáról
163. 14/1998. (IV. 3.) FM rendelet a vágómarhák vágás utáni minősítéséről és a hasított féltestek kereskedelmi osztályba sorolásáról

M2. EGYÉB MELLÉKLETEK



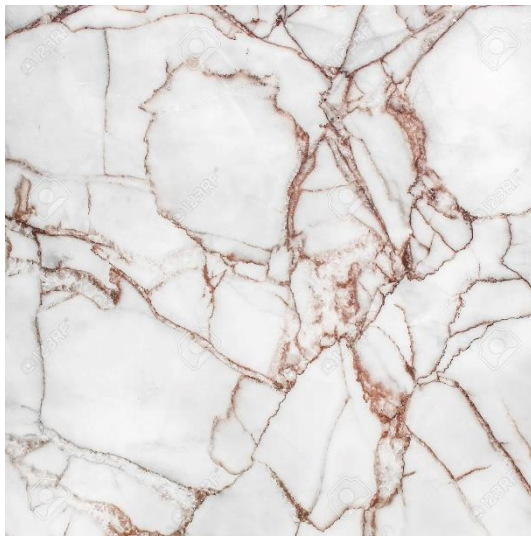
1. melléklet: A CIELAB színingertér

2. melléklet: Az állományprofil analízis jellemző görbéje és annak jellemzői



- F_b [N] a minta belső szerkezetének megroppantásához szükséges erő, amelynek értéke alatt a változás reverzibilis, biológiai folyáshatár,
- F_1, F_2 [N] az adott deformáció eléréséhez szükséges, már irreverzibilis változásokat okozó erő az első, illetve második összenyomás során, a minta legnagyobb deformációhoz tartozó keménysége,
- D [mm] deformáció mértéke,
- E_0 [mm] a minta azonnal visszanyert magassága,

- E [mm] a minta visszanyert magassága a deformáló erő megszüntetése után, rugalmasság,
- W_1, W_2 [J] az adott deformáció eléréséhez szükséges munka az első illetve második összenyomás során, a görbe alatti terület az első illetve a második összenyomásig,
- A fenti adatokból számított paraméterek
- K kohézió, a mintát összetartó belső kötések ereje, $K = W_2/W_1$ (dimenzió nélküli)
- G [N] gumisság, félszilárd élelmiszerek szétroncsolásához szükséges erő, amelynek mértéke a keménységtől és kohezivitástól függ, $G = F_1 \times K$
- R [J] rághatóság, a szilárd élelmiszer teljes szétrágásához szükséges energia, mértéke a keménység, kohezivitás és rugalmasság elsődleges paraméterekhez kapcsolódik, $R = F_1 \times K \times E$
- [J] adhezivitás, az első összenyomás után fellépő negatív görbe alatti terület, az a munka, amely ahhoz szükséges, hogy a feltétet a mintáról leválassza.



3. melléklet: A magas intramuszkuláris zsírtartalmú izomszövet (b) megjelenése hasonló a márványkőhöz (j)

Forrás: <https://stock.adobe.com/>

4. melléklet: A húsok márványozottságának mérésére szolgáló módszerek áttekintése

Hagyományos módszerek

Vizuális értékelés: A hús márványozottságát szakértők hasonlítják össze standard fotókkal, a zsír mennyisége és eloszlása alapján; gyors, de szubjektív és értékelők közti eltérésekre hajlamos módszer.

Kémiai elemzés: A márványozottságot a hús zsírtartalmának oldószeres kivonásával mérik; pontos, de roncsoló, időigényes és nem tükrözi a hús vizuális megjelenését.

Műszeres technikák

Spektroszkópiai technikák

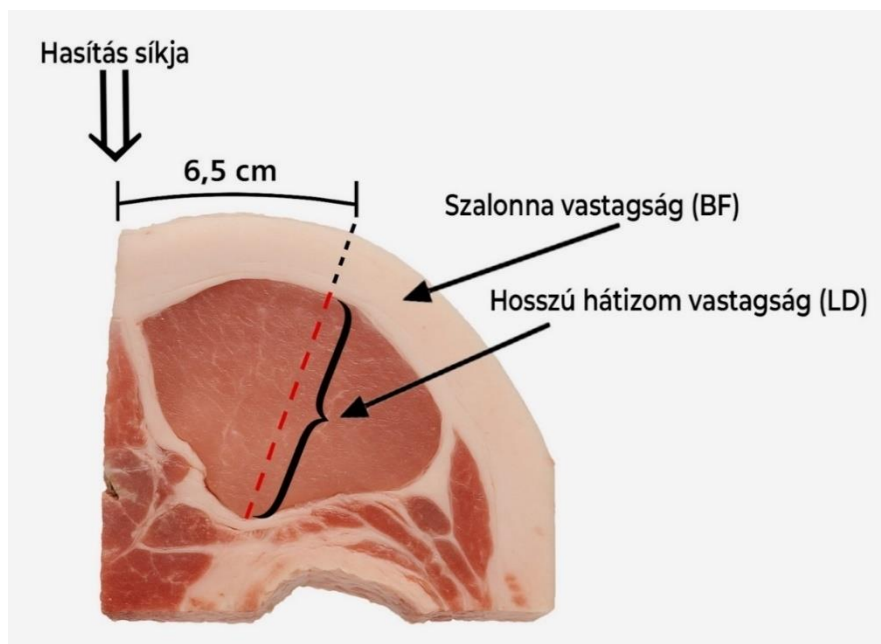
- *Közel infravörös spektroszkópia (NIR - Near-Infrared Spectroscopy):* A módszer a zsírok fényelnyelését méri közeli infravörös tartományban, lehetővé téve az intramuszkuláris zsírtartalom gyors, roncsolásmentes becslését.
- *Bioelektromos impedancia-spektroszkópia (BIS - Bioelectrical Impedance Spectroscopy):* A hús elektromos vezetőképessége alapján következtet a zsírtartalomra, de inkább a teljes zsír-, mint a specifikus márványozottság mérésére alkalmas.
- *Mágneses rezonancia spektroszkópia (NMR - Nuclear Magnetic Resonance):* A víz és zsír eltérő mágneses tulajdonságait használja az intramuszkuláris zsír pontos mérésére, azonban költséges és ipari alkalmazásra még nem eléggé elterjedt.

Képalkotó technikák

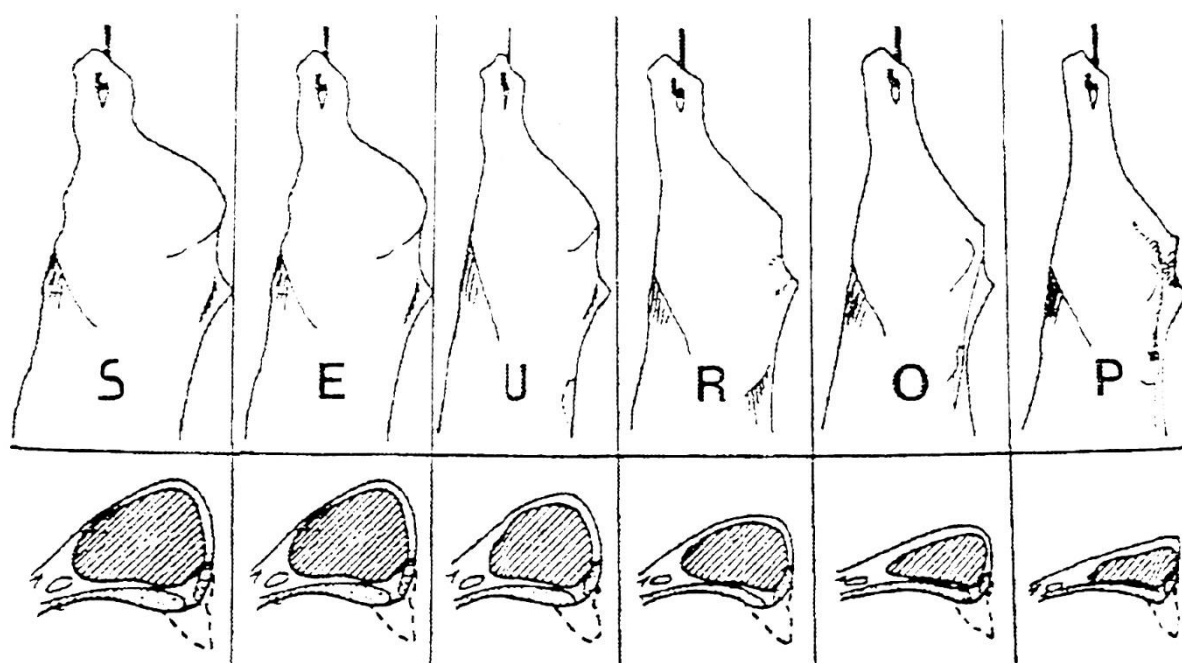
- *Számítógépes képelemzés (IA - Image analysis):* A digitális képek alapján automatikusan azonosítja és méri a zsír eloszlását az izomban; gyors, objektív és vizuálisan pontos eredményeket ad.
- *Ultrahangos képalkotás (USG - Ultrasonography):* A zsír és izom határán visszaverődő ultrahanghullámokat elemzi, élő állatok vizsgálatára is alkalmas, de pontossága alacsonyabb, mint más képalkotó módszereké.
- *Röntgen komputertomográfia (CT - Computed Tomography):* A különböző sűrűségű szövetek röntgensugaras képalkotásával pontosan becsülhető a zsírtartalom, de a költség és a komplexitás korlátozza az ipari használatot.
- *Hiperspektrális képalkotási technika (HSI - Hyperspectral Imaging):* A térbeli és spektrális információk kombinálásával pontosan és gyorsan értékeli a márványozottságot, de az adatok feldolgozása nagy számítási igényt támaszt.



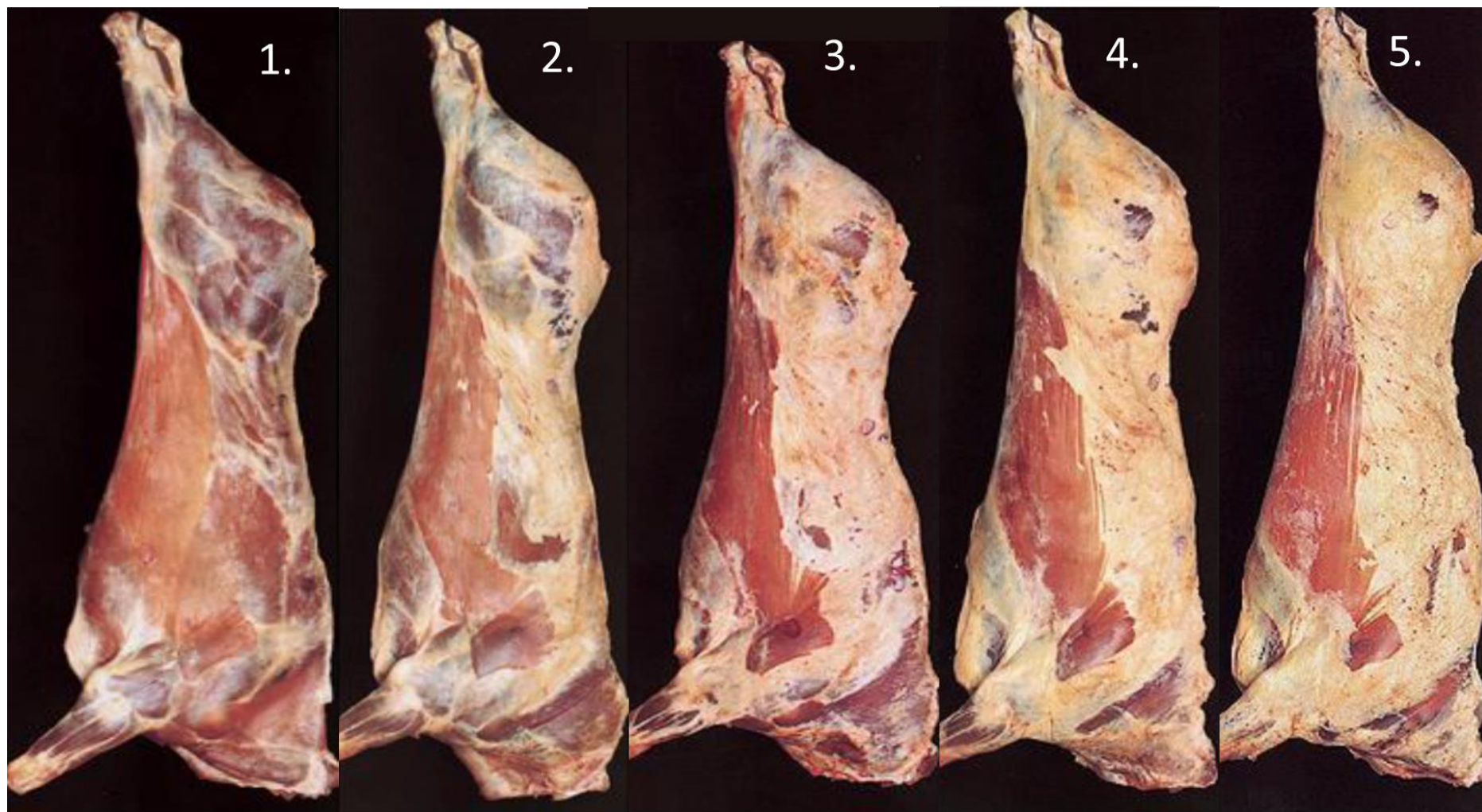
5. melléklet: A mérési pont jellemzően a hasított gerincoszloptól (6-7 cm-re) a 2. és 3. utolsó borda közötti szakaszon méri a bőr alatti szalonna és az alatta lévő izom vastagságát



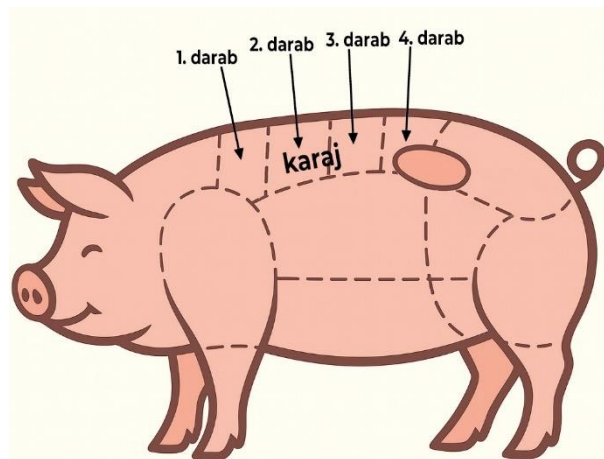
6. melléklet: A szúrószonda optikai érzékelője méri a szalonna vastagságát (BF), majd a karajizom legvastagabb részét (teljes keresztmetszeti izomvastagság, LD)



7. melléklet: Szarvasmarha testalakulási (konformációs) osztályai (S, E, U, R, O, P)



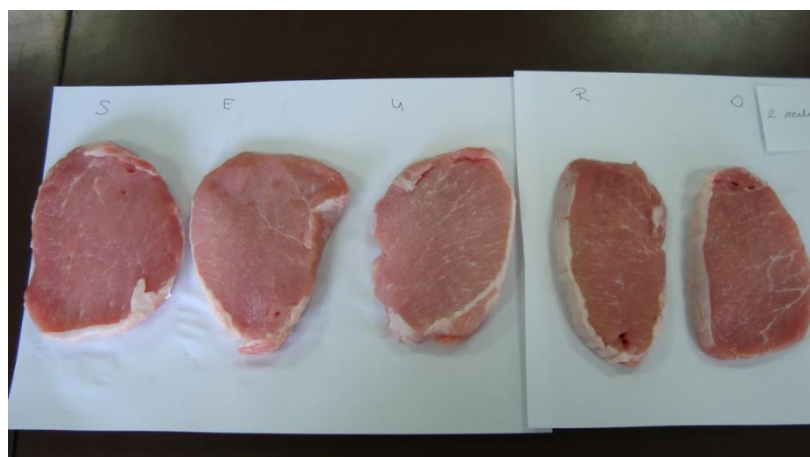
8. melléklet Szarvasmarha faggyúborítottsági (zsirossági) osztályai (1, 2, 3, 4, 5)



9. melléklet: Sertéskarajminták kialakítása



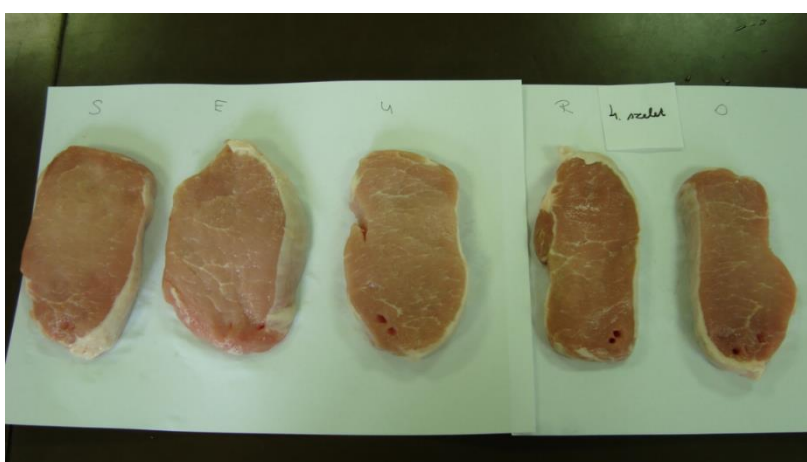
10. melléklet: Sertéskaraj 1. darabjából származó szeletek (tarja felőli rész)



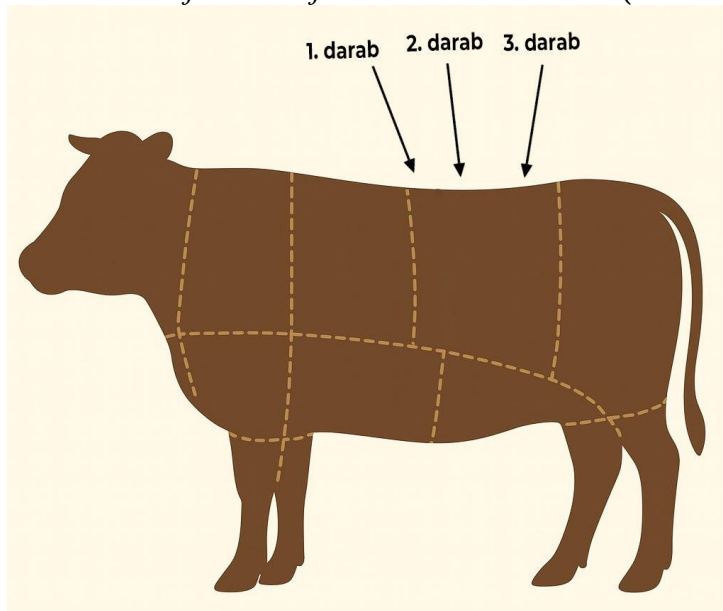
11. melléklet: Sertéskaraj 2. darabjából származó szeletek (tarja felőli résztól számítva)



12. melléklet: Sertéskaraj 3. darabjából származó szeletek (tarja felőli résztől számítva)



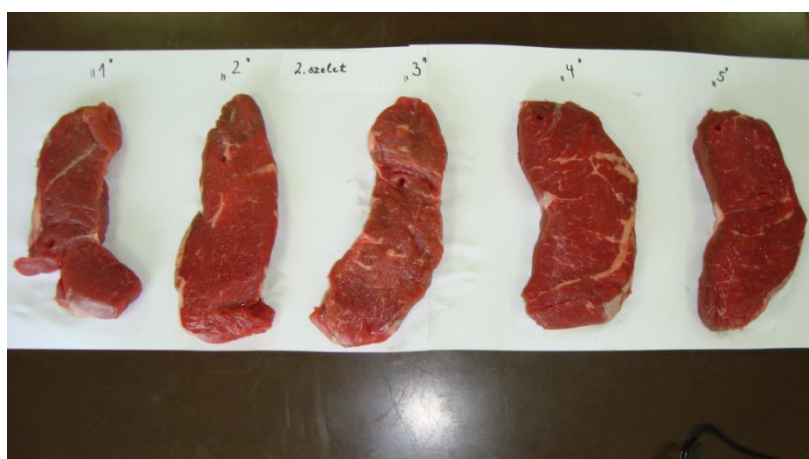
13. melléklet: Sertéskaraj 4. darabjából származó szeletek (a comb felőli rész)



14. melléklet: Marhahátszín-minták kialakítása



15. melléklet: Marhahátszín 1. harmadából származó szeletek (rostélyos felőli rész)



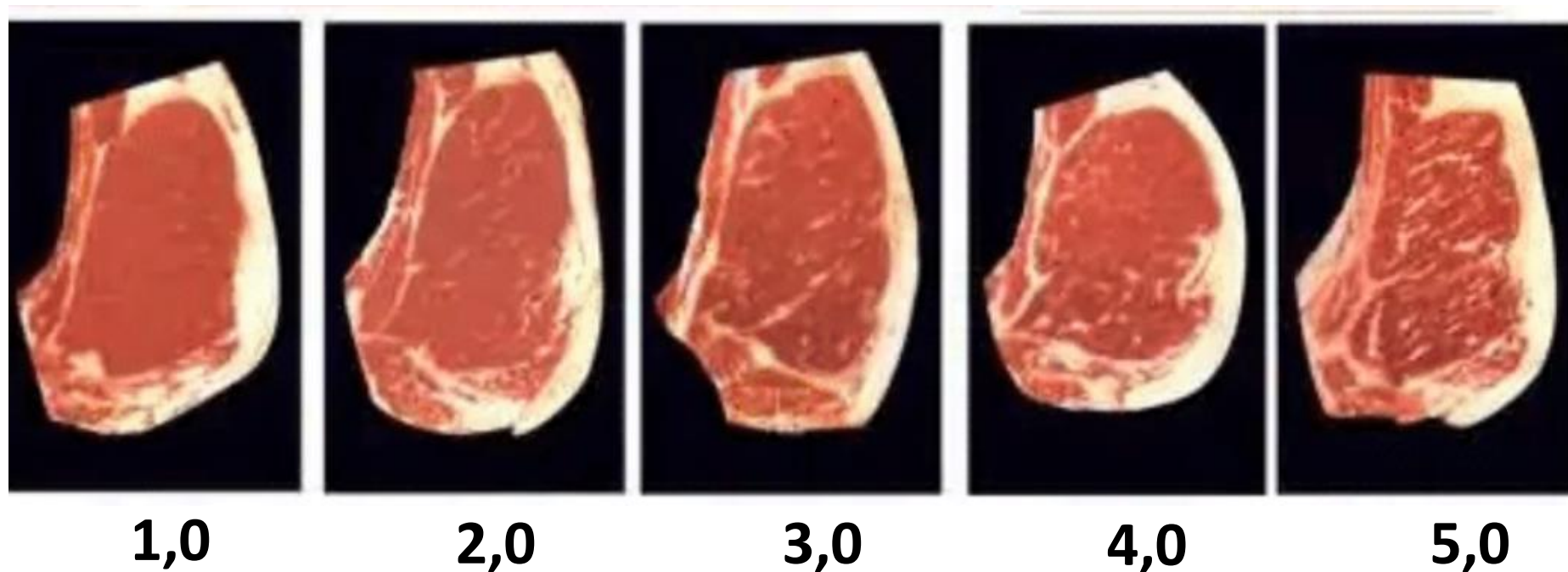
16. melléklet: Marhahátszín 2. harmadából származó szeletek (középső rész)



17. melléklet: Marhahátszín 3. harmadából származó szeletek (comb felőli rész)



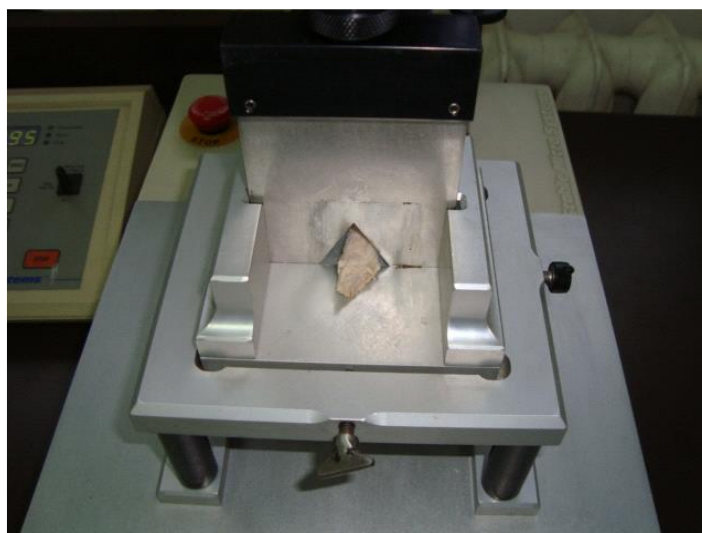
18. melléklet: Sertéshús márványozottsági standardja, a National Pork Board skála alapján



19. melléklet: Marhahús márványozottsági standardja a USDA Marbling skála alapján



20. melléklet: Stable Micro Systems állománymérő



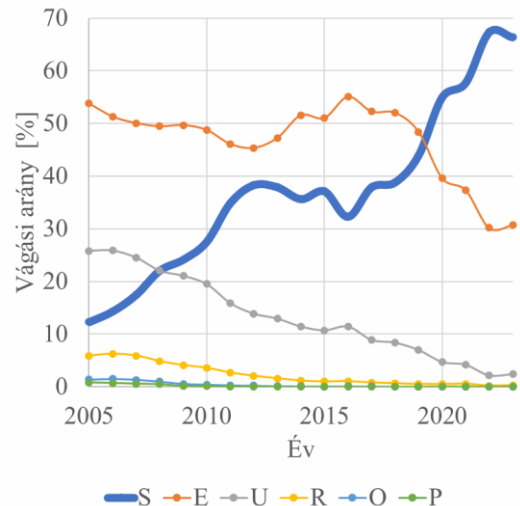
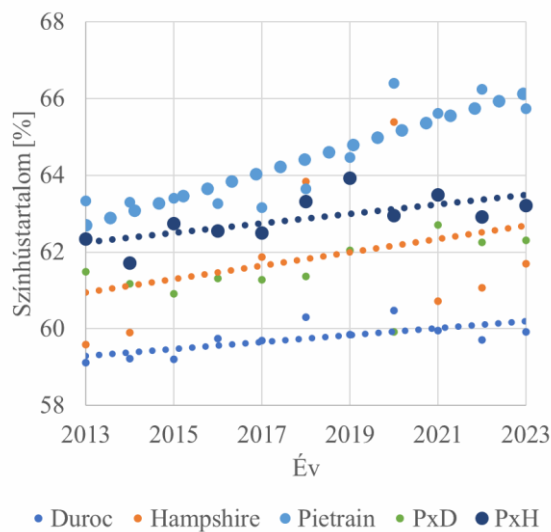
21. melléklet: Warner-Bratzler mérőfejjel való mérés



22. melléklet: A sütési veszteség mérésére használt kontakt sütő



23. melléklet: Sütési veszteség mérése

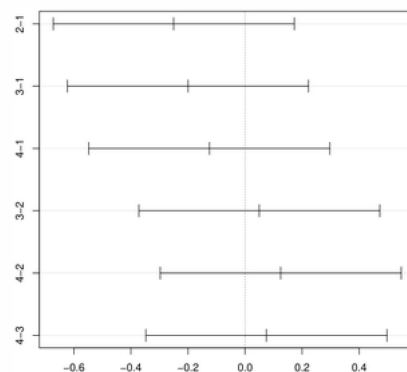
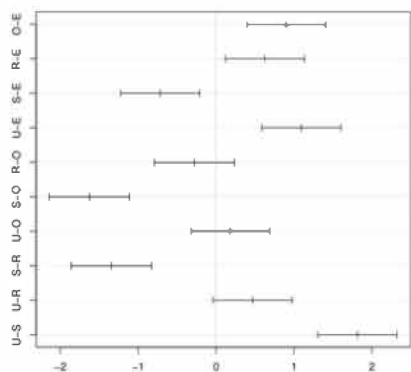


24. melléklet: A magas hústartalmú sertések arányának növekedése az elmúlt évtizedekben:

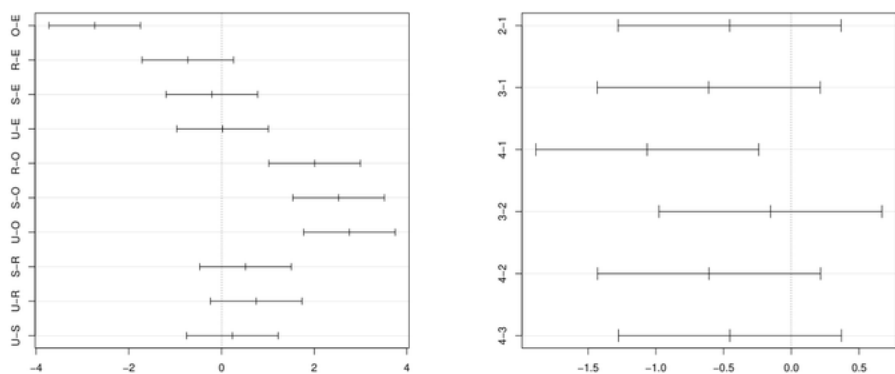
Növendék kansertések üzemi sajátjeljesítmény vizsgálatai alapján becsült színhústartalom (b),
 Forrás: NÉBIH, Nyilvántartási és Felügyeleti Díj Igazgatóság, Adatszolgáltatás Fejlesztési o.

A hazai termelésből származó vágósertés SEUROP-minősítés szerinti megoszlása (j)

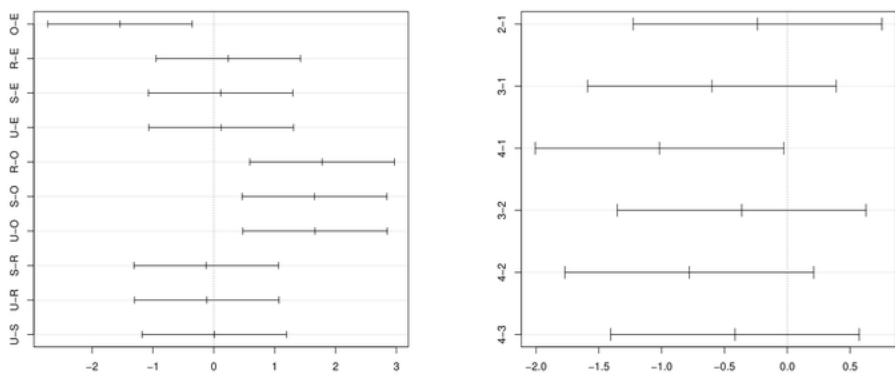
Forrás: 2019-ig: NAIK AKI PÁIR, 2020-tól: egy dunántúli és egy tiszántúli vágóhíd adatai



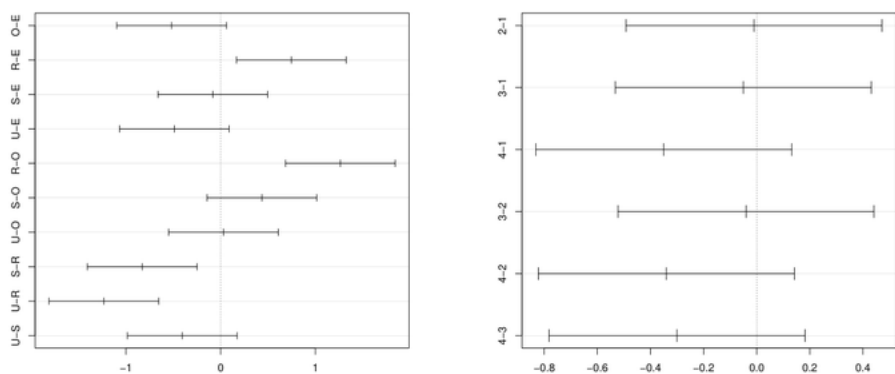
25. melléklet: A sertéstartestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok márványozottsága közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok pozíciója (j) szerint



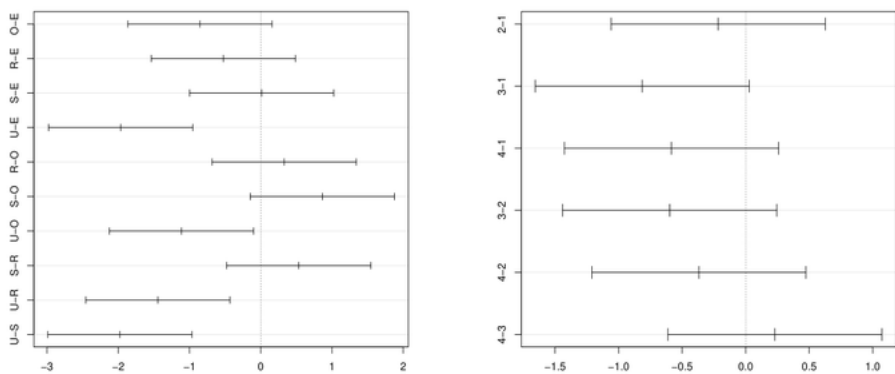
26. melléklet: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok állománya közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok pozíciója (j) szerint



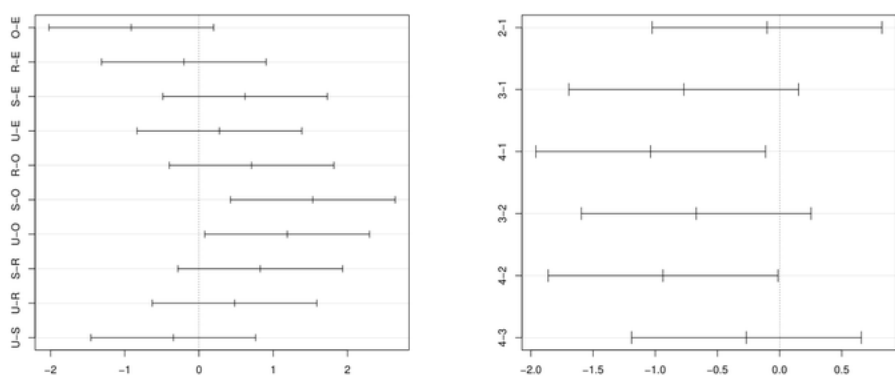
27. melléklet A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok lédúsága közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok pozíciója (j) szerint



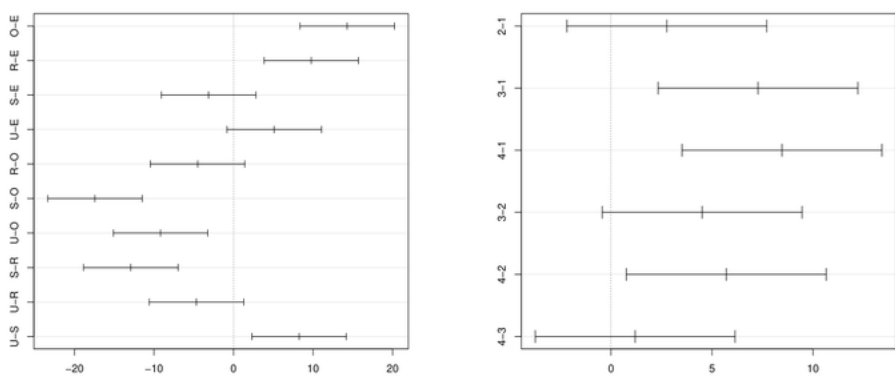
28. melléklet: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok érzékszervi zsírossága közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok pozíciója (j) szerint



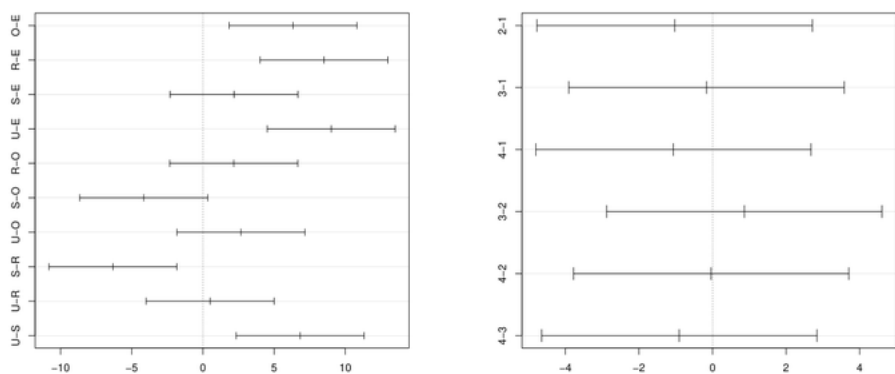
29. melléklet: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok íze közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok pozíciója (j) szerint



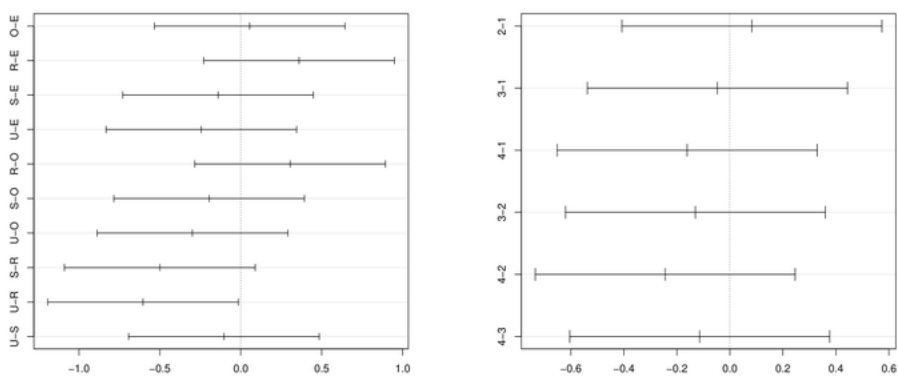
30. melléklet: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok érzékszervi összbenyomása közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok pozíciója (j) szerint



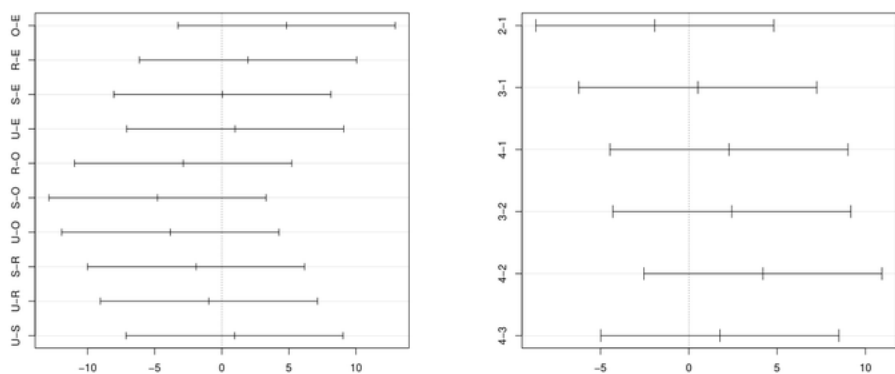
31. melléklet: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok műszeresen mért állománya (keménység) közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok pozíciója (j) szerint



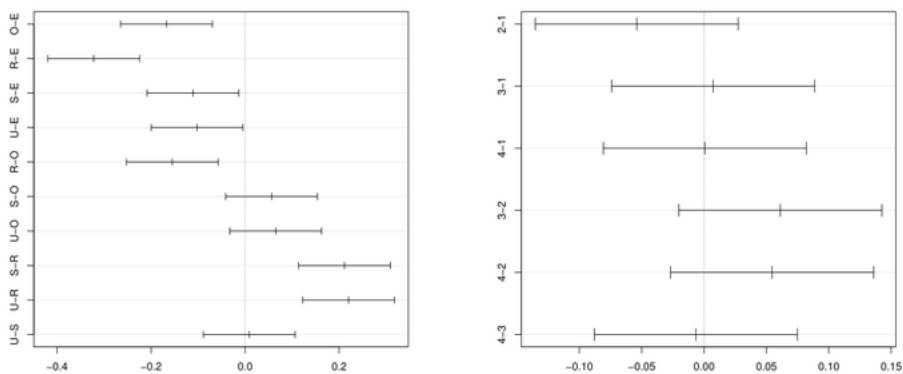
32. melléklet: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok szárazanyag-tartalma közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok pozíciója (j) szerint



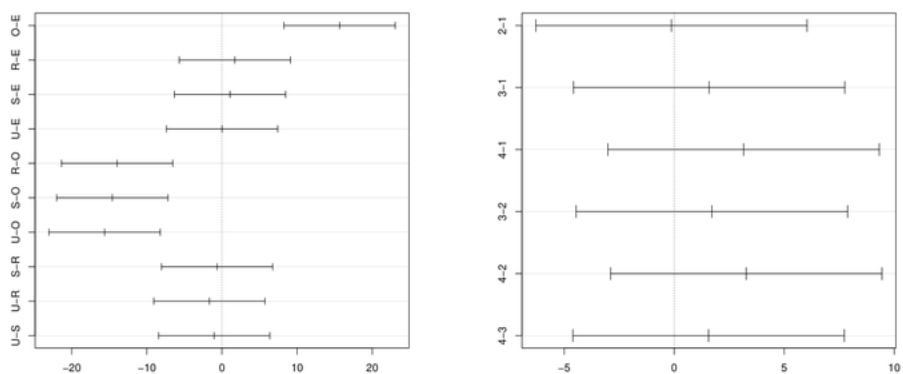
33. melléklet: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok vízkötő képessége közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok pozíciója (j) szerint



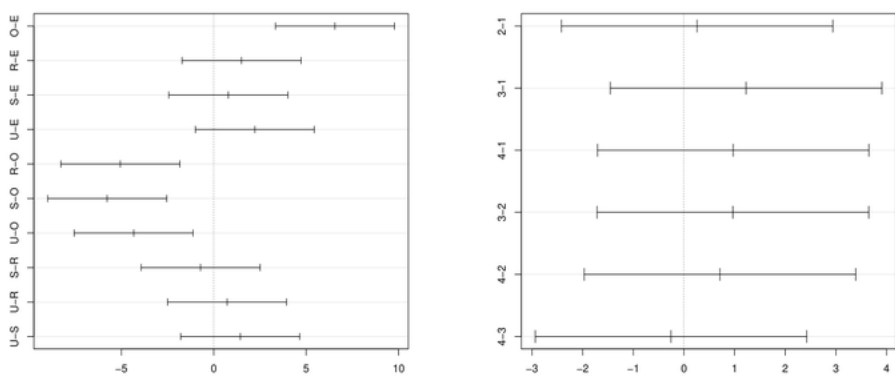
34. melléklet: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok sütési vesztesége közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok pozíciója (j) szerint



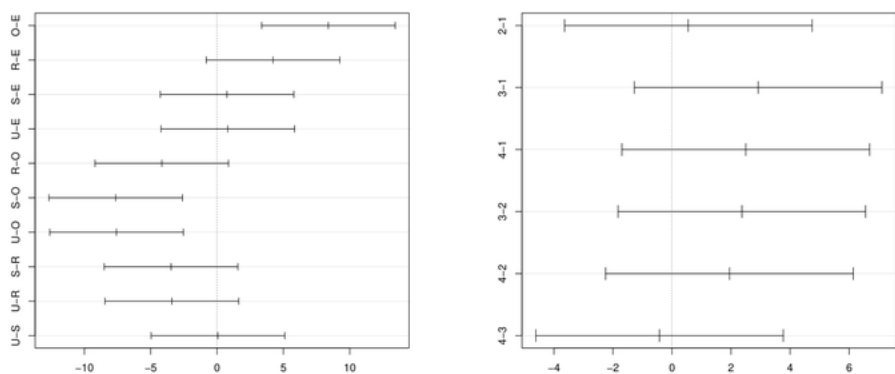
35. melléklet: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok pH-ja közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok pozíciója (j) szerint



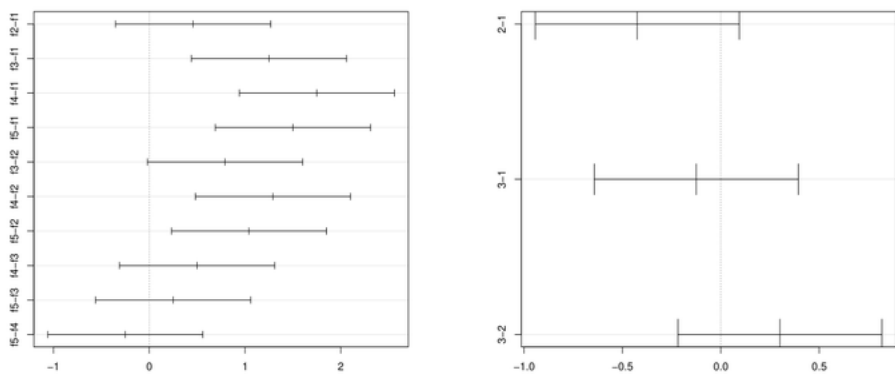
36. melléklet: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok világossági tényezője közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok pozíciója (j) szerint



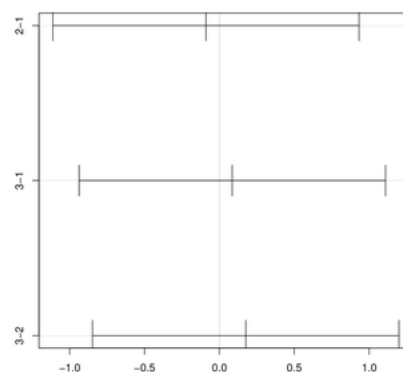
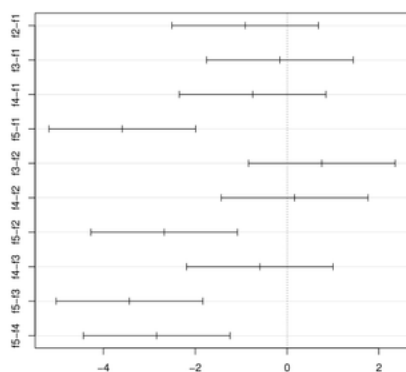
37. melléklet: A sertéstestek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok vörös színezete közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok pozíciója (j) szerint



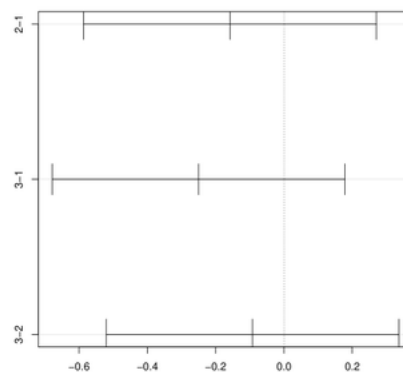
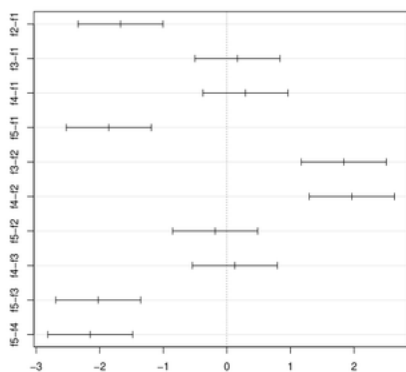
38. melléklet: A sertés testek hús-zsír arányát jelző SEUROP-minősítési osztály és a minősített testekből származó karajok és karajdarabok sárga színezet közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok pozíciója (j) szerint



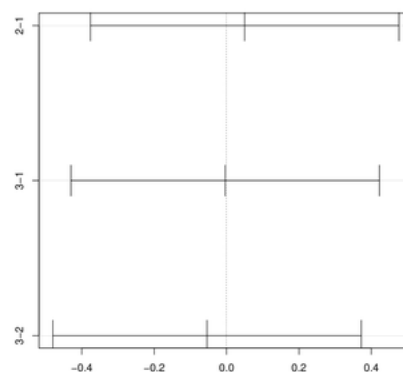
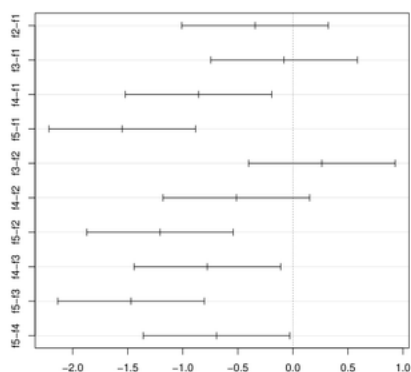
39. melléklet: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszín és hátszindarabok (1-3) márványozottsága közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok pozíciója (j) szerint



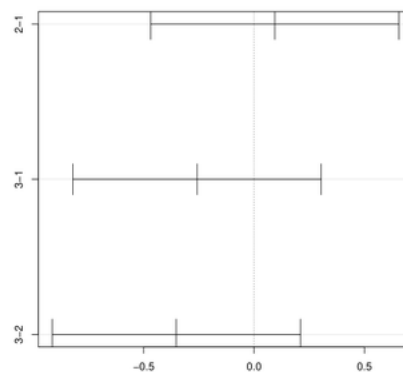
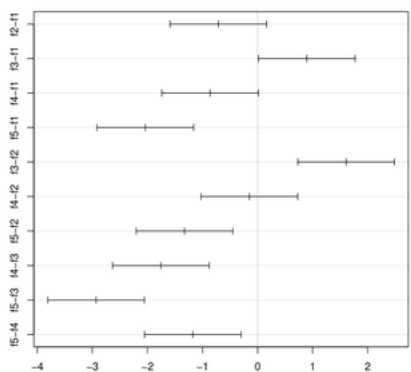
40. melléklet: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszínek és hátszindarabok (1-3) állománya közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok (j) szerint



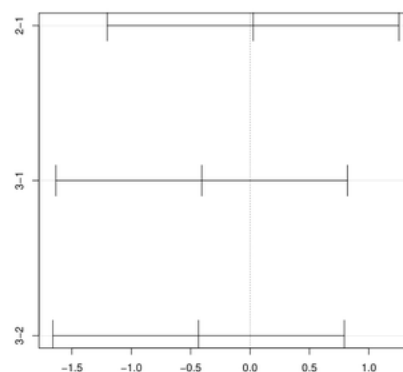
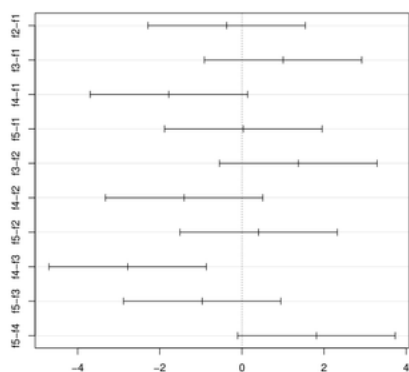
41. melléklet: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszínek és hátszindarabok (1-3) lédúsága közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok pozíciója (j) szerint



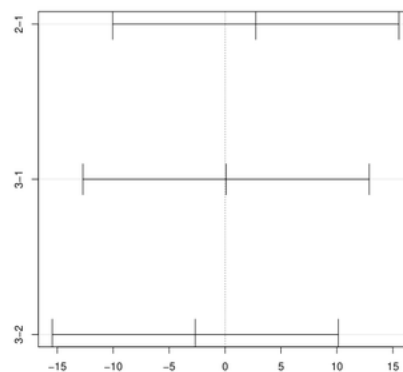
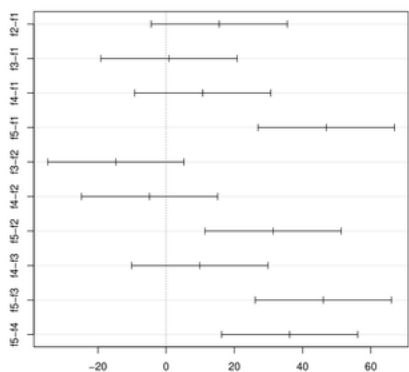
42. melléklet: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszín és hátszín darabok (1-3) érzékszervi zsírossága közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok pozíciója (j) szerint



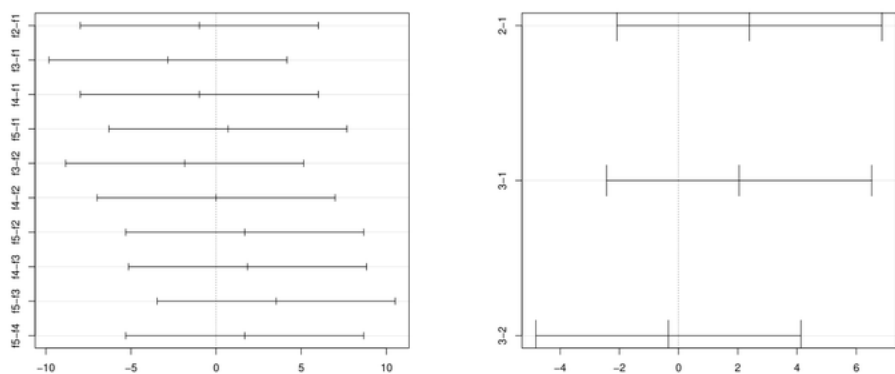
43. melléklet: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszín és hátszín darabok (1-3) íze közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok pozíciója (j) szerint



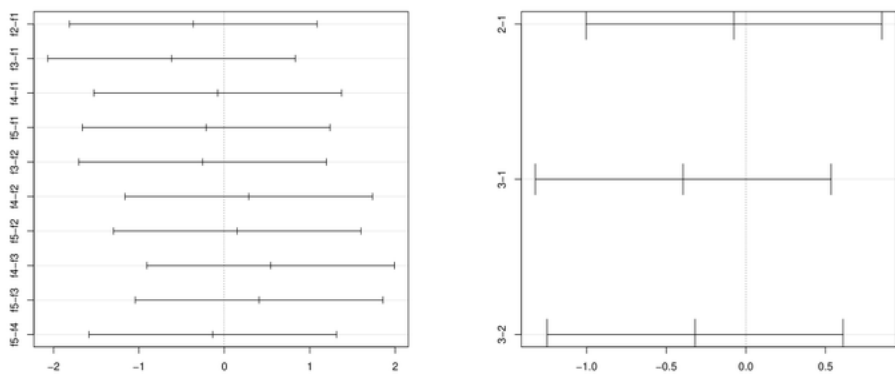
44. melléklet: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszín és hátszindarabok (1-3) érzékszervi összbenyomása közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok pozíciója (j) szerint



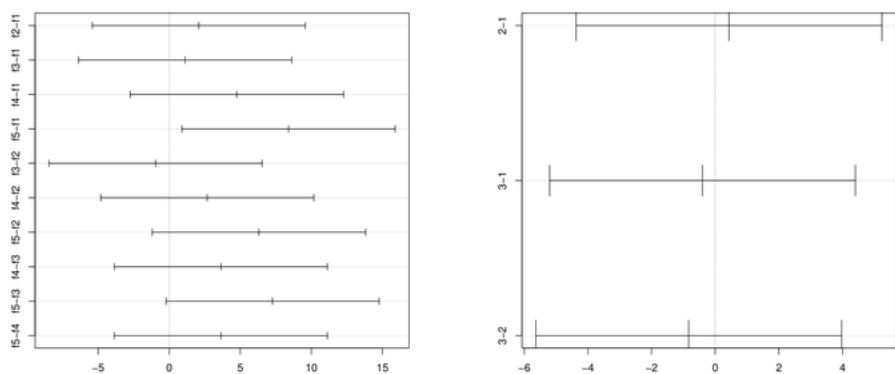
45. melléklet: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszín és hátszindarabok (1-3) műszeresen mért állománya (keménység) közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok pozíciója (j) szerint



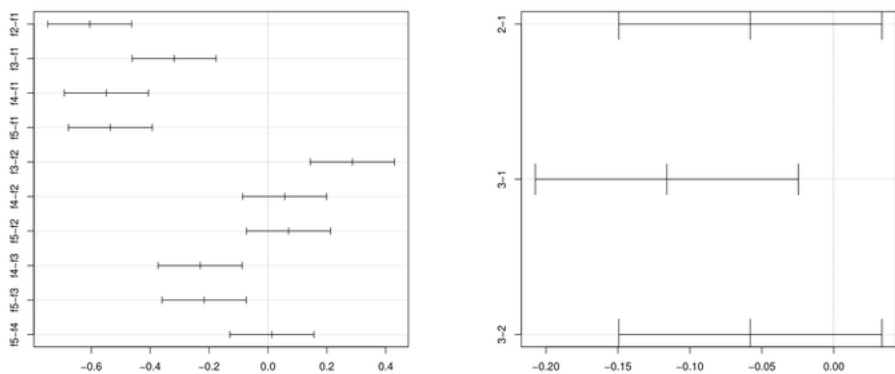
46. melléklet: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszínek és hátszindarabok (1-3) szárazanyag-tartalma közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok pozíciója (j) szerint



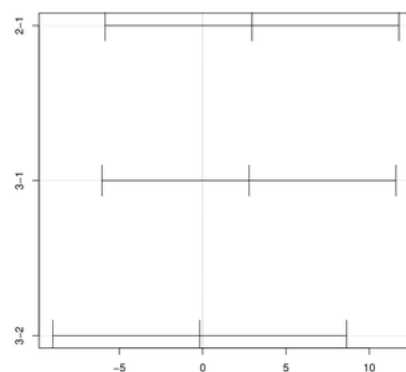
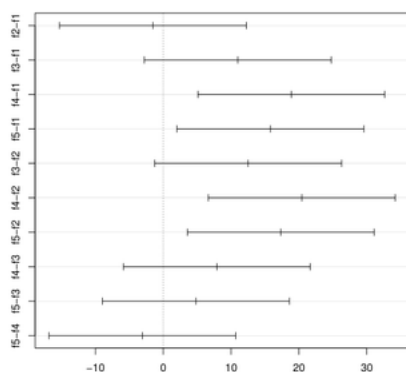
47. melléklet: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszínek és hátszindarabok (1-3) vízkötő képessége közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok pozíciója (j) szerint



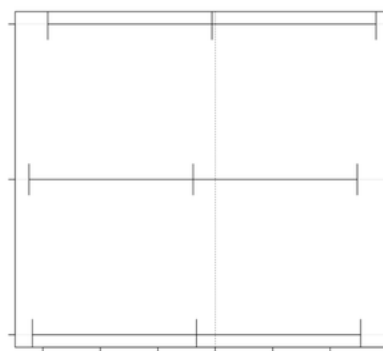
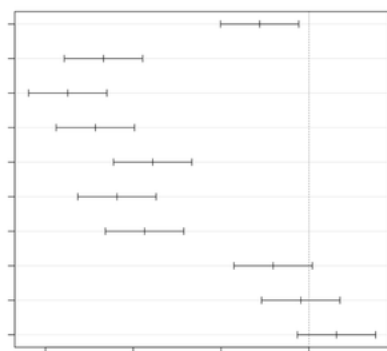
48. melléklet: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszín és hátszindarabok (1-3) sütési vesztesége közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok pozíciója (j) szerint



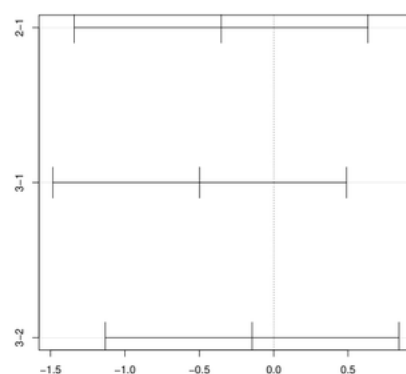
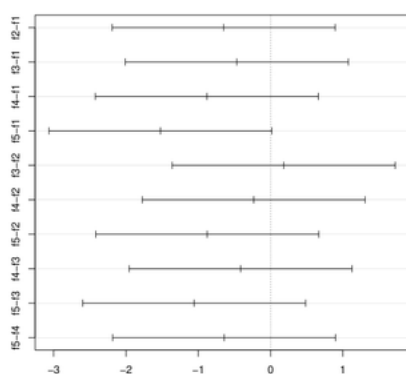
49. melléklet: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszín és hátszindarabok (1-3) pH-ja közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok pozíciója (j) szerint



50. melléklet: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszín és hátszín darabok (1-3) világossági tényezője közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok pozíciója (j) szerint



51. melléklet: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszín és hátszín darabok (1-3) vörös színezete közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok pozíciója (j) szerint



52. melléklet: A marha testek SEUROP szerinti faggyúborítottsága (f1, f2, f3, f4, f5) és a minősített testekből származó hátszín és hátszín darabok (1-3) sárga színezete közötti összefüggés Anova-elemzésének páros összehasonlítása osztályok pozíciója (b) és a darabok pozíciója (j) szerint

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném kifejezni köszönetemet témavezetőimnek, Dr. Friedrich Lászlónak és Dr. Kovács Zoltánnak a dolgozatom elkészítése során nyújtott értékes szakmai iránymutatásukért.

Köszönettel tartozom a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék valamennyi Munkatársának, valamint a hajdani Országos Húsipari Kutatóintézet volt Kollégáinak, akik tapasztalataikkal és segítőkészségükkel hozzájárultak munkámhoz.

Tisztelettel és hálával emlékezem néhai Zukál Endrére, akinek tudása és személyes példája maradandó hatással volt gondolkodásomra.

Köszönöm Dr. Baska Ferencnek, Danczák Istvánnak, Dr. Gundel Jánosnak, Kovács Tamásnak, Nyíri Andrásnak, Szomor Dezsőnek, továbbá a Béta-Fresh Kft.-nek a támogatásukat.

Végül szeretném megköszönni feleségemnek és gyermekeinek a megértést és türelmet, amely végigkísérte munkámat. Néhai Édesapámnak külön hálával tartozom, amiért már gyermekkoromban megismertette velem a húsipar világát, és megszerettette a kitartó és lelkiismeretes munkát.