

# **SZAKDOLGOZAT**

**HALÁSZ SÁRA ÉVA**

**2024**

**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**

**Budai Campus**

**Élelmiszermérnöki alapképzés**

**ÁLLATI HEMOGLOBINPOR  
FELHASZNÁLÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI  
PÁCOLT TERMÉKEK ESETÉN**

**Belső konzulens: Dr. Csurka Tamás**

**Belső konzulens**

**intézete/tanszéke: Állatitermék és Élelmiszertartósítási  
Technológia Tanszék**

**Készítette: Halász Sára Éva**

**Budapest, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Budai campus**

**2025**

## Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések.....	2
2. Szakirodalmi áttekintés.....	3
2.1 Pácolt élelmiszerek és jelentőségük.....	3
2.1.1 Pácolás fogalma és történeti áttekintés.....	3
2.1.2 Pácolási eljárások és adalékanyagok.....	4
2.2 Vér és véralkotók szerepe az élelmiszeriparban.....	6
2.2.1 Vér és vértermékek szerepe a táplálkozásban.....	6
2.2.2 A vér gyűjtése és feldolgozása.....	7
3. Anyag és módszer.....	9
3.1 Anyag.....	9
3.1.1 Kísérleti alapanyag és előkészítése.....	9
3.1.2 Pácolási kísérletek ismertetése.....	9
3.2 Módszer.....	10
3.2.1 Szín mérés.....	10
3.2.2 pH mérése.....	11
3.2.3 Állomány profil elemzés.....	11
3.2.3 Tömegmérés és hőkezelés.....	12
3.2.4 Érzékszervi minősítés.....	12
3.2.5 Statisztikai elemzés.....	12
4. Eredmények és értékelésük.....	14
4.1 Szín mérés.....	14
4.2 Sütési veszteség és pH.....	18
4.3 Állomány mérés.....	20
4.4 Érzékszervi vizsgálat.....	22
5. Következtetések és javaslatok.....	24
6. Összefoglalás.....	26
7. Irodalomjegyzék.....	27
8. Táblázatok jegyzéke.....	29
9. Ábrák jegyzéke.....	30

## 1. Bevezetés és célkitűzések

Az állati vér, mint élelmiszeripari melléktermék sok, egyelőre még kihasználatlan lehetőséget nyújthat az élelmiszeripar számára, a fenntarthatóság és a fogyasztói igények kielégítésének szempontjából is hatékony megoldásokat kínálhat. Az állati eredetű melléktermékeket, többek között a vért is, sokáig alulértékelték, pedig számos értékes fehérje és bioaktív összetevő található bennük. A vér egyik értékes alkotója hemoglobin, ez a fehérje jól ismert az oxigénszállító képességéről, antioxidáns és emulgeáló tulajdonságokkal is rendelkezik, amelyeket az élelmiszeripar széleskörben hasznosíthat.

Az állati hemoglobin iparban történő alkalmazásának számos előnye lehet, amellett, hogy a vér feldolgozásával csökkenhet a környezetterhelés, egy új, jól hasznosítható alapanyag biztosítható a hús- és más élelmiszeripari termékek számára. A vér feldolgozása gazdasági előnyökkel is járhat, a hemoglobin használata ugyanis elősegíti a melléktermékek teljes értékű felhasználását, így csökken a hulladék mennyisége, ezáltal a termelés költsége is.

A pácolt termékekben különösen hasznosak lehetnek a hemoglobin antioxidáns tulajdonságai, ezek az élelmiszerek ugyanis hajlamosak az oxidációra, ami negatív hatással lehet a termékek érzékszervi tulajdonságaira, tehát a termék ízére, illatára és színére. Továbbá emulgeáló tulajdonságainak köszönhetően javíthatja a termékek textúráját és szerkezetét. A hemoglobin a lipioxidáció megakadályozására is képes, így megelőzve a pácolt áruk avasodását, tehát a termék eltarthatóságának szempontjából is előnyös lehet az alkalmazása.

Ezen szakdolgozat célja, hogy felmérje milyen hatással vannak a különböző pácolási eljárások és különböző összetételű - különösen a hemoglobint tartalmazó - páckeverékek a késztermék tulajdonságaira.

## 2. Szakirodalmi áttekintés

### 2.1 Pácolt élelmiszerek és jelentőségük

#### 2.1.1 Pácolás fogalma és történeti áttekintés

##### 2.1.1.1 A pácolás kezdete

Az emberiség fejlődésével együtt a húsok és halak tartósítására egyre gyakrabban alkalmazták a pácolást, ami fokozatosan az egyik legfontosabb technikává vált. A sózás és a füstölés lehetőséget nyújtottak arra, hogy őseink nagyobb mennyiségű élelmiszert raktározzanak el, ezzel megkönnyítve és lehetővé téve a túlélésüket. A pácolási technológiák elterjedésének igen nagy kulturális és gazdasági hatása volt, gyakorlatilag megalapozta az élelmiszer-kereskedelem korai formáit és számos hagyományt (Pegg and Shahidi, 2008).

A sózást tartósítási eljárásként már az ókorban is alkalmazták, legfőképpen a húsok és halak tartósítására. A sumérok Kr. e. 3000 körül, az észak-európai és római emberek pedig a vaskorban sózással tartósították az élelmiszereket, leginkább a húsokat és halakat. A füstölés másik ősi módszerként szolgált az élelmiszerek, például a húsok és halak fogyaszthatóságának megőrzésére, a sumérok például már Kr. e. 3500 körül alkalmazták ezt a technikát (Joardder and Masud, 2019). A füstölés során a füst vegyületei - különösen a fenolok és más antimikrobiális anyagok - gátolják a baktériumok növekedését, miközben a hőhatás és a dehidratáció további tartósságot biztosít (Rahman *et al.*, 2023).

##### 2.1.1.2 Pácolás a különböző kultúrákban

Az ibériai félszigeten a *jamón serrano* és *jamón ibérico* készítése során a sonkák először sózásra kerülnek, hogy biztosítsák a hús megfelelő tartósítását és ízesítését. Ezután hosszú érlelési folyamat következik, amely hónapokig vagy akár évekig is eltarthat, természetes körülmények között, szabályozott páratartalommal és szellőzéssel. Az érlelés során a sonkák íze gazdagodik, textúrája pedig megpuhul (Kosmatko and Węglarz, 2018). Olaszországban a *prosciutto crudo* hasonló technikát alkalmaz, azonban a sonkát gyakran gyógyfüvekkel és fűszerekkel dörzsölik be, mielőtt az érlelési folyamat megkezdődne (Estévez *et al.*, 2014).

Ázsiában a pácolási technikák fűszeresebbek és gyakran fermentációval kombináltak. A kínai *làròu* (szárazon pácolt sertéshús) készítésekor a húst sóval, szójaszósszal és fűszerekkel dörzsölik be, majd hideg, száraz körülmények között szárítják. A koreai *bulgogi* édes ízvilágát egy különleges pác biztosítja, amely szójaszósból, cukorból, fokhagymából és szezámolajból

áll. A húst vékony szeletekre vágják, és rövid pácolás után magas hőfokon grillezik (Hong et al., 2011).

A fenti példák jól szemléltetik, hogy a pácolás folyamata nemcsak a hús tartósítását szolgálja, hanem a helyi ízek és tradíciók gazdagítására is szolgál. A kultúrák közötti különbségek az alapanyagok és a technikák terén egyedivé teszik ezeket az ételeket, miközben a módszerek fejlődése a modern élelmiszertudományra is hatással volt.

## 2.1.2 Pácolási eljárások és adalékanyagok

### 2.1.2.1 Pácolási eljárások

A Magyar Élelmiszerkönyv 1-3/13-1 számú előírása alapján a húsipari pácolás és a sózás fogalmai a következők:

„Pácolás:

*lassú pácolás: a terméket tartósítás, íz- és színekialakítás céljából étkezési só, nitrítet, illetve nitrátokat és más összetevőket tartalmazó oldatba merítik, vagy felületüket ezen anyagok keverékével bedörzsölik és pácérettségig érlelik; vagy*

*gyorspácolás: a termékbe, vagy a termék egyes alapanyagaiba íz- és színekialakítás céljából étkezési só, nitrítet, illetve nitrátokat, valamint más összetevőket tartalmazó páclevet injektálnak, illetve vákuum alatt vagy anélkül a szöveti részekbe juttatnak.”*

„Sózás: a termék vagy összetevői tartósítási, állomány- és ízkiakítási módja, amely lehet száraz és nedves sózás.

*Nedves sózás: a félkész termék vagy összetevői meghatározott időtartamra sóoldatba való helyezése.*

*Száraz sózás: a hús, illetve szalonna összetevők sózó edényben, étkezési sóval való behintése, bedörzsölése.”*

A sózás és pácolás közti különbség, sokak számára nem egyértelmű, gyakran találkozhatunk olyan esettel, mikor keveredik a két fogalom. Szintén a Magyar Élelmiszerkönyv alapján:

„Száraz sózás: a hús, illetve szalonna összetevők sózó edényben, étkezési sóval való behintése, bedörzsölése.”

„Száraz pácolás: a nitrítet és/vagy nitrátokat, só és más összetevőket tartalmazó páckevertet szárazon felviszik a hús felületére, majd stabilizálják/érlelik. A húskészítményeket további kezelésnek, pl. füstölésnek is alávetetik.”

A fentiek alapján egyértelmű, hogy sózás esetében csak étkezési sóval alkalmaznak, míg pácolás esetében az étkezési són kívül nitrítet, nitrátokat és egyéb összetevőket tartalmazó

páckeveréket, a két fogalom ugyan különbözik, alapvetően mégis ugyanaz a folyamat megy végbe mindkét esetben.

A pácolás során a só és az egyéb adalékanyagok diffúzióval jutnak be a húsba, miközben a víz egy része eltávozik. (Guo et al., 2024). Ez a folyamat a hús szerkezetére és érzékszervi tulajdonságaira is hatással van. A folyamat sebessége függ a pác koncentrációjától, hőmérsékletétől és a hús felületétől (Dimakopoulou-Papazoglou and Katsanidis, 2020). A pácoltat és a hús kölcsönhatását és a pácolás sebességét jelentősen befolyásolja a pácolási technológia, nedves pácolásnál például a diffúzió gyorsabb, míg száraz pácolásnál lassabb és egyenetlenebb lehet az anyageloszlás, az injektálás, tumblerezés vagy vákuumpácolás segíti a gyorsabb, mélyebb diffúziót, és javítja az adalékanyagok eloszlását a húsban.

Az egyik legfontosabb folyamat, ami a pácolás során végbemegy az a diffúzió, ez a folyamat a koncentrációgradiens által vezérelt anyagáramlást jelenti, ahol a nagyobb koncentrációjú közegből (jellemzően a pácoltatból) az alacsonyabb koncentrációjú közeg (a húsbelső) felé történik az anyagmozgás. A diffúzió kinetikáját a Fick-féle törvény írja le. A diffúzió mértéke a hús szerkezetétől, pórusosságától, hőmérsékletétől és az adott komponens molekulaméretétől is függ (Dimakopoulou-Papazoglou and Katsanidis, 2020).

A diffúzióval párhuzamosan ozmózis is történik, vagyis a hús víztartalmának egy része a magasabb oldottanyag-koncentrációjú pácoltat felé áramlik. Ez a kétirányú anyagtranszport hozzájárul a hús koncentráltabb, kedvezőbb mikrobiológiai és érzékszervi tulajdonságainak kialakításához (Zhao et al., 2020).

#### *2.1.2.2 Adalékanyagok a pácolásban*

A pácoltat húskészítmények esetében három alapvető adalékanyagot fontos megemlítenünk, ezek a következők: Nátrium- nitrit, amit antimikrobiális és lipoxidáció gátló hatása mellett főként színekialakító hatása miatt alkalmaznak, Na-foszfát (tetranátrium-pirofoszfát), ami a termék víz- és zsírmegkötő képességét biztosítja és Nátrium- klorid, ami a vízmegkötő képességet javítja és alapvető szerepe van az íz kialakításban.

A nitritek elsősorban a pácoltat húskészítmények színének kialakításában vesznek részt, ugyanis képesek stabilizálni a mioglobint, ezzel biztosítva a termékek kívánatos rózsaszín árnyalatát (Majou and Christieans, 2018). A húsban lévő mioglobinnal reakcióba lépve nitrozilmioglobint képeznek, amely hőkezelés hatására stabil, rózsaszínes-vörös színű pigmentet eredményez (Shakil et al., 2022). Ezenkívül antioxidáns tulajdonságuk révén gátolják a lipoxidációt, így

csökkentik az avasodás kockázatát is (Dissanayake *et al.*, 2024). A nitritek túlzott bevitele azonban egészségügyi kockázatokkal járhat, ezért egyre nagyobb figyelmet kapnak az alternatív megoldások, mint például a természetes eredetű antioxidánsok alkalmazásának lehetőségei (Jia *et al.*, 2024).

A foszfátokat főként a zsír- és vízmegkötő képesség növelésének érdekében alkalmazzák, ezáltal javítható a pácolt termékek lédúsága és textúrája. A foszfátok segítik a fehérjék oldhatóságát és stabilizálják az emulziókat, ezzel hozzájárulnak a húsipari termékek szerkezetének javításához (Majou and Christeans, 2018).

A sócsökkentési stratégiák egyre nagyobb figyelmet kapnak a pácolási technológiák fejlesztésében. A túlzott nátriumbevitel csökkentése érdekében egyes kutatások alternatív sóforrásokat, például káliumalapú helyettesítőket vizsgálnak, amelyek hasonló technológiai és érzékszervi tulajdonságokat biztosíthatnak (Majou and Christeans, 2018). Az új technológiák célja az íz, textúra és mikrobiológiai biztonság fenntartása mellett az egészségügyi kockázatok csökkentése (Jia *et al.*, 2024).

## 2.2 Vér és véralkotók szerepe az élelmiszeriparban

### 2.2.1 Vér és vértermékek szerepe a táplálkozásban

Az állati vér, ami vágóhídi mellékterméknek minősül, egy kifejezetten gazdag vas- és fehérjeforrás. A vér fehérjéinek legnagyobb részét a hemoglobin adja, ez a vörösvértestek oxigénszállító komponense és mint a legtöbb állati eredetű fehérje, a hemoglobin is komplex aminosav-profillal rendelkezik, tartalmaz az emberi szervezet számára minden esszenciális aminosavat és kiemelkedően magas biológiai értékkel bír (Beard, 2001). Emiatt a vérpor kiváló táplálék-kiegészítő lehet, főleg olyan személyeknél, akiknél alultápláltság, vashiány vagy fehérjehiány jelentkezik. A vér egyik legfontosabb tulajdonsága, hogy természetes formában is nagy koncentrációban tartalmazza a hemvasat, ami a vasnak a hemoproteinekhez kötött, biológiailag könnyen felszívódó formája (Hurrell and Egli, 2010). Ezzel szemben a nem-hem vas - ami nagyrészt növényi eredetű forrásokban található - rosszabbul hasznosul és a felszívódását több táplálkozási tényező is befolyásolja.

A vasnak élettani szempontból a vörösvértestek képződésében és az oxigénszállításban van szerepe. A vas felszívódásának hatékonysága erősen befolyásolja a szervezet vaskészletét, ezáltal pedig az emberek egészségét. A hemvas hasznosulása átlagosan 15- 40% között mozog,

a nem-hem vasé pedig csak 1- 15%, tehát a hemvas jelentősen jobban hasznosul, mint a nem-hemvas. A jelentős különbség abból adódik, hogy a hemvas a bélben egy jól meghatározott szállítófehérje segítségével szívódik fel, míg a nem-hem vas felszívódása több lépésben történik, és számos anyag lassíthatja vagy gátolhatja ezt a folyamatot (Hunt, 2003). A hemvas előnyösségét az adja még, hogy a biohasznosulása kevésbé függ a táplálék összetételétől, ezáltal stabilabb vasellátást biztosít még kiegyensúlyozatlanabb étrend esetén is (Hurrell and Egli, 2010). Ezek a tulajdonságok miatt kiemelkedően hasznos lehet egyes csoportok számára, mint pl. a nőknek, gyerekeknek vagy vegetáriánusoknak, akiknél a vashiány egy gyakran jelentkező probléma.

Swain és munkatársai (2024) patkányokon kísérleteztek, kutatásuk során sertésből származó hemvas port alkalmaztak, ez pedig jelentős mértékben javította az anémiás állatok hemoglobinszintjét. A 14 napos táplálékkiegészítés hatására már alacsony dózis (12 mg vas/kg táplálék) mellett is 50% feletti hemoglobin regenerációt figyeltek meg, magasabb dózisok esetén pedig a vérparaméterek jelentős javulást mutattak (Swain and Glosser, 2024). Ez a kutatás alátámasztja, hogy a hemvas por formában is hatékonyan pótolja a vasat, és kedvező hatású a hematológiai állapot javításában.

A vérből előállított porok alkalmazása a kiváló fehérje- és vasforrás mellett funkcionális élelmiszeripari előnyökkel is járhat. Ezeknek a termékeknek a megfelelő használata kedvezően befolyásolhatja egyes élelmiszeripari termékek színét, állományát és persze táplálkozás-élettani tulajdonságait. A táplálkozási értéken túl pedig a vér és vértermékek felhasználása segít a húsipari melléktermékek nagyobb mértékű hasznosításában, ezzel hozzájárulva a környezeti fenntarthatósághoz (Csurka, 2023).

### 2.2.2 A vér gyűjtése és feldolgozása

A vágóhidakon a vér gyűjtésének teljesen zárt rendszerben kell történnie, külön clean in place (CIP) rendszer, szivattyúk, csőkékek és vérgyűjtő tartályok telepítésével. A szabályszerű és biztonságos vérgyűjtő rendszer kiépítése tehát magas költségekkel jár, és a vértermékek felvevőpiaca is szűk, ezért a megfelelő rendszer kiépítése nem gazdaságos a legtöbb vágóhíd számára, hazánkban nem is üzemel olyan vágóhíd, ahol emberi fogyasztási célra vért gyűjtenek (Csurka, 2023). A higiénikus gyűjtésen túl a véralvadás gátlására is figyelmet kell fordítani a vágóhídi kezelés során. A vér természetes módon erősen alvadásra hajlamos, ezért a gyűjtés során elengedhetetlen az alvadásgátlók alkalmazása, például kb. 3 g/l nátrium-citrát

hozzáadása már elegendő lehet ahhoz, hogy a vér folyékony állapotban maradjon, és a későbbi fehérje-feldolgozás során a stabilitás és homogenitás biztosítható legyen (Chiroque et al., 2023). A vér magas víz- és fehérjetartalma miatt rendkívül romlandó, ezért a begyűjtése után a lehető leghamarabb 4°C alá kell hűteni, a hűtve tárolás viszont nem elegendő a minőség megőrzéséhez. A mikrobiológiai szennyeződések gyorsan elszaporodhatnak még alacsony hőmérsékleten is, ha a vér hosszabb ideig áll feldolgozás nélkül. A gyűjtést követően ezért a lehető legrövidebb időn belül meg kell kezdeni a vér szétválasztását és stabilizálását, mivel a késlekedés a fehérjék denaturációjához, színváltozáshoz és a funkcionális tulajdonságok romláshoz vezethet. A gyors feldolgozás tehát nemcsak a higiéniai biztonság, hanem a fehérjék technológiai értékének megőrzése szempontjából is kulcsfontosságú (Bah et al., 2013). A feldolgozás célja, hogy a gyorsan romló nyersanyagból stabil, biztonságos és funkcionális alapanyag készüljön. A vér feldolgozása több lépésből áll, ezek közül a legfontosabb a plazma és a sejtes komponensek szétválasztása, stabilizálása és szárítása. A technológiai folyamat során a fehérjék szerkezeti épségének megőrzése, a mikrobiológiai biztonság fenntartása és a végtermék funkcionális tulajdonságainak optimalizálása a cél. A feldolgozás során elsőként a vért frakcionálják, vagyis szétválasztják plazmára és sejtes komponensekre centrifugálással vagy membránszűrési eljárásokkal. Ezután következik a stabilizálás, ennek során hűtéssel, pH-beállítással és oxidációt gátló technikákkal biztosítják a fehérjék szerkezeti épségét és mikrobiológiai biztonságát. A stabilizált frakciókat ezután porlasztva szárítással tartósítják, ami gyors vízelvonást tesz lehetővé, így a fehérjék funkcionális tulajdonságai - például a vízmegkötő-, gélképző- és emulgeáló képesség - megmaradnak (Kazimierska and Biel, 2023). A hemoglobin-tartalmú sejtes frakció további feldolgozásakor kelátképző anyagokat vagy enzimes hidrolízist alkalmaznak a szín- és ízstabilitás javítása (Salvador et al., 2009).

## 3. Anyag és módszer

### 3.1 Anyag

#### 3.1.1 Kísérleti alapanyag és előkészítése

A kísérleteimhez bőr és csont nélküli sertéskarajt (m. *Longissimus dorsi*) használtam. Kettő csomag húst használtam fel, amelyek közül az egyiket a Mada-Hús Kft. forgalmazza, a másikat a Béta Fresh Kft., mindkét hús a pácoláshoz képest hat nappal korábbi vágásból származott és az állatok születési, nevelési és vágási helye Magyarország volt. A minták előkészítéséhez a sertéskarajokat megtisztítottam a zsírtól és egyéb kötőszövetektől, majd 33,6 ( $\pm$  5) mm széles szeletekre vágtam őket.

A páckevertékekhez hagyományos konyhasót, 0,4- 0,5% nátrium- nitrit tartalmú nitrites vákuumsó keveréket és hemoglobint (Sonac Burgum, Hollandia) használtam, ezek pontos arányait a következő pontban ismertetem.

#### 3.1.2 Pácolási kísérletek ismertetése

A kísérlet során négy féle pácolási technikát alkalmaztam, laboratóriumi körülmények között: száraz sózást, páclében áztatást, pácleves injektálást, továbbá pácleves injektálás és tumblerezést. Az egyes technikák esetében három különböző összetételű páckevertékkel készítettem mintacsoportonként három mintát. Első esetben hagyományos konyhasóval történt a pácolás, második esetben nitrites pácsó keverékkel, harmadik esetben pedig konyhasó és hemoglobint keverékével, a hemoglobint mennyisége minden esetben a hús tömegére vonatkoztatott 0,1% volt (Sisney, 2019).

A száraz pácoláshoz a hússzeleteket az egyes páckevertékekkel lefedtem, úgy, hogy a hússzeleteket sóágyra helyeztem, és a felületüket is beborítottam a különböző összetételű pácsókkal. A száraz sózás esetében 1:15 hús-só tömegarányal dolgoztam. A lesózott hússzeleteket 24 órán át, 3 ( $\pm$ 1) °C-os hűtőkamrában pihentettem.

A következő mintacsoportok pácolásához összesen három 12 m/m%-os pácoldatot készítettem, ezek összetétele 100 gramm húsról vonatkoztatva az 1. táblázatban található.

1. táblázat: Konyhasóval, nitrites pácsóval és hemoglobin por+ konyhasó keverékével készült páclevek összetétele 100 gramm hústra vonatkoztatva  
(forrás: saját munka)

Alapanyag	Páclé		
	Konyhasóval	Nitrites pácsóval	Hemoglobinnal
Víz (ml)	176	176	176
Konyhasó (g)	24	-	23,9
Nitrites sókeverék(nátrium-nitrit 0,4-0,5 %) (g)	-	24	-
Hemoglobin por (g)	-	-	0,1

A nedves pácoláshoz minden mintacsoportot egy- egy tálba helyeztem és annyi páclevet öntöttem a hússzeletekre, hogy az elfedje őket. Ezután a mintákat 3 ( $\pm 1$ ) °C-os hűtőkamrába helyeztem és 24 órán át pihentettem őket.

A pácleves injektáláshoz egy fecskendő és egy injekciós tű segítségével páclevet fecskendeztem a hússzeletek belsejébe, addig amíg el nem értem a 20%-os tömegnövekedést. Ezután a mintákat egy tálban elmerítettem annyi páclében, amennyi elfedte őket és 24 órára 3 ( $\pm 1$ ) °C-os hűtőkamrába helyeztem őket.

A pácleves injektálás és tumblerezéshez a mintákba az előzőleg ismertetett módon a különböző összetételű pácleveket befecskendeztem, majd 1 órára, vákuum alatt tumblerbe (Inject Star Maschinenbau GmbH, Ausztria) helyeztem őket, végül a mintákat egy tálba tettem és elmerítettem annyi páclében, amennyi elfedte őket és 24 órára 3 ( $\pm 1$ ) °C-os hűtőkamrába helyeztem őket.

## 3.2 Módszer

### 3.2.1 Színmérés

A szín méréséhez Minolta CR 400 (Konica Minolta Inc., Japán) tristimulusos színmérő készüléket használtam. A készülék működése azon az elven alapul, miszerint a színek bármelyike előállítható három adott hullámhosszú fény megfelelő arányú keverésével. A készülék a minta által visszavert fényt elemzi, és a három alapszín arányait számszerűsíti, és ezeket egy koordináta rendszerbe helyezi el, például a CIELAB színtérben. A berendezés a következő adatokat jeleníti meg:

1. L\* színtényező: A világosságot jelzi, ahol 0 a tökéletes fekete, 100 pedig a teljesen fehér.
2. a\* színtényező: A vörös-zöld tengely mentén értelmezi a színt, ahol a pozitív értékek vöröses, a negatívak zöldes színt jelölnek.

3.  $b^*$  színtényező: A sárga-kék tengely mentén értelmezi a színt, ahol a pozitív értékek sárgás, a negatívak kékes színt jelentenek.

A mérést elvégeztem minden minta kérgén, kérgétől számított belső 5 mm-én és metszetének közepén, majd hőkezelés után ismét a kérgén. Minden mintánál  $n=3$  párhuzamos mérést végeztem.

A mért értékek segítségével meghatározható a színinger különbség ( $\Delta E^*$ ), ami két szín közötti eltérés számszerűsített értéke, ez különböző mérések vagy minták összehasonlításával számítható ki, a következő képlet segítségével:

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}, \text{ ahol } \Delta L^* = L_1^* - L_2^*, \Delta a^* = a_1^* - a_2^* \text{ és } \Delta b^* = b_1^* - b_2^*$$

### 3.2.2 pH mérése

A pH méréséhez Testo 206-pH2 (Testo GmbH, Ausztria) szűrőszondás, hőmérséklet-kompensációval rendelkező, pH-mérőt használtam. A készülék része egy pH-érzékeny elektród és egy stabil referencia elektród, amelyek között potenciálkülönbség alakul ki, amikor a mintába helyezik őket. Ez a potenciálkülönbség arányos a minta hidrogénion-koncentrációjával, ami alapján a készülék kiszámítja a közeg pH értékét. Mintánként  $n=3$  párhuzamos mérést végeztem.

### 3.2.3 Állomány profil elemzés

A húshengerek állományának jellemzéséhez egy 500 N erőmérő cellával felszerelt Stable Micro System (SMS) TA. XT Plus állománymérő (Stable Microsystem, Egyesült Királyság) készülék alkalmazásával, állományprofil analízis (Texture Profile Analysis, TPA) mérési módszert használtam. A méréseket p/75v acél henger mérőfejjel végeztem. A módszer folyamán a vizsgálni kívánt minta állományának jellemzőit egy speciális, számítógép által vezérelt készülék méri. A mérőfej a minta felületére különböző mértékű nyomó- és nyíróerőt fejt ki, amely lehet állandó, változó vagy pillanatnyi. Az emberi rágás folyamatát a minta kétszeri összenyomása modellezi. A készülék az első és második kompresszió során mért erők és deformációk alapján a következő adatokat rögzíti:

1. Keménység: Az első kompresszió során a maximális deformáció eléréséhez szükséges erő, ez megfelel az élelmiszerbe történő első harapáskor kifejtett erőnek.

2. Kohezivitás: Az első és a második kompressziós ciklus során mért maximális pozitív erők aránya, ez az érték a minta belső kötéseinek szilárdságát és az állomány összetartását tükrözi.

3. Rugalmasság: Egy arány vagy százalékos érték, amely a minta teljes magasságához viszonyítva határoznak meg. A mérés lényege, hogy a második kompresszió után mért magasságot osztják el az eredeti magassággal, ez megmutatja, hogy a minta mennyire képes visszanyerni eredeti alakját az első összenyomás után.

4. Rághatóság: Az az energia, amely a szilárd minta lenyelhető állapotig történő rágásához szükséges.

### 3.2.3 Tömegmérés és hőkezelés

A hússzeleteket félbe vágva LX TYP VE051P (Lainox, Olaszország) légkeveréses sütőben hőkezelttem 180°C-on 15 percig. A félbevágott hús szeletek tömegét konyhai mérleg segítségével hőkezelés előtt és hőkezelés után is lemértem, az adatokból sütési tömegvesztéséget számoltam.

### 3.2.4 Érzékszervi minősítés

Az érzékszervi vizsgálatot zavaró tényezők kizárásával, végeztem, harminc fő részvételével, akik előzetes tájékoztatást kaptak arról, hogy a termékek hozzáadott állati hemoglobint tartalmazhatnak. A nem képzett bírálók ötfokozatú kategóriaskálán értékelték a szín, illat, állomány, íz kedveltségét és az összbenyomást, miközben lehetőségük volt megjegyzéseket is fűzni a mintákhoz. Az érzékszervi teszthez az előzőleg ismertetett módon hőkezelt mintákat vékony, 20 ( $\pm$ 5) mm, csíkokra vágtam és egyedi kódokkal ellátva adtam a bírálóknak.

### 3.2.5 Statisztikai elemzés

A mérések során kapott adatok kiértékeléséhez statisztikai módszereket alkalmaztam. Arra a kérdésre kerestem a választ, hogy a különböző pácolási eljárások és páckekeverékek okoznak-e statisztikailag szignifikánsan kimutatható eltérést a vizsgált tulajdonságokban. A kiértékelés IBM SPSS Statistics program segítségével készült.

Egyváltozós varianciaanalízist (ANOVA) és többváltozós varianciaanalízist (MANOVA) használtam, amivel a függő és független változók változásának összefüggéseit értékeltem. Ahol a vizsgált tulajdonságból egy mért érték származott (pl.: pH), ott ANOVA-t használtam, ahol több (pl.: szín esetén L\*, a\* és b\*), ott MANOVA-t. A két faktorom: 1.) a pácolási technológia és 2.) a páckekeverék típusa volt. A faktorok mellett a két faktor interakciójának függő változókra (mért tulajdonságok értékeire) gyakorolt hatását is vizsgáltam. A Wilks-lambda érték segítségével megállapítható volt a magyarázatlan varianciaarány, azaz hogy a

független változók alakulása milyen arányban nem magyarázza meg a függő változók alakulását. Minél kisebb volt ez az érték, annál erősebb kapcsolatot feltételezhetünk a kísérleti beállítás és a mért tulajdonságok között.

Az elemzés során  $p < 0,05$  értéket mellett vizsgáltam a szignifikanciaát. A csoportok statisztikai elkülöníthetőségének vizsgálatára Tukey-féle post hoc tesztet alkalmaztam.

## 4. Eredmények és értékelésük

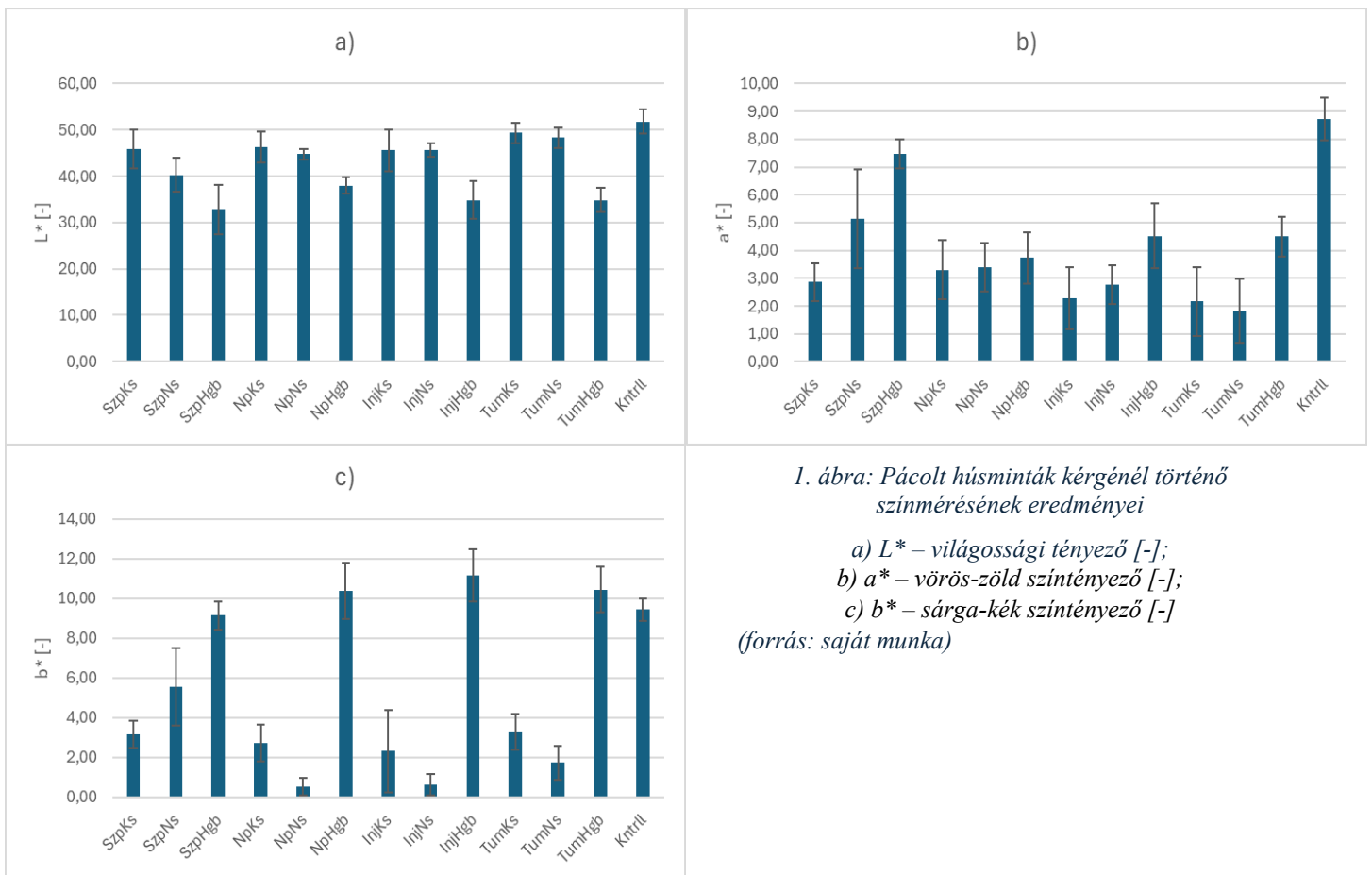
### 4.1 Színmérés

A varianciaanalízis eredményéből a Wilks Lambda teszt eredménye volt a legjobban felhasználható, ez a magyarázatlan varianciaarányt mutatja meg. A teszt alapján a nem hőkezelt húsminták színét a kezelés típusa, a pácsó keverék (a kísérlet során alkalmazott arányú) nitrit és hemoglobin tartalma és a szín mérésének helye (kéreg vagy metszet) nem határozza meg szignifikánsan, továbbá ezeknek a faktoroknak az interakciói sem. Azonban ternd-jellegű összefüggéseket találtam, amelyek az eredményeket ábrázolva észrevehetőek (1., 2. és 3. ábra). Világosság ( $L^*$ ) szempontjából a legészrevehetőbb különbségek a húsok kérgén mért értékeknél vannak. Szabadszemmel és az ábrákat megvizsgálva is jól látható, hogy a hemoglobinporral kezelt minták színe minden esetben sötétebb volt a többi mintánál, ezt a megfigyelést Tukey féle post hoc teszt is alátámasztotta. Ez alapján  $p=0,05$  szignifikancia szint mellett elmondható, hogy a hemoglobinport tartalmazó minták szignifikánsan sötétebbek voltak a többi mintánál, továbbá, ahogy az az ábrákon is látható, a kontroll szignifikánsan világosabb volt a többi mintánál. A hemoglobinpor természeténél fogva intenzív, sötétvörös színű pigmentet tartalmaz, ami - különösen a felületen, ahol magasabb koncentrációban marad vissza - erőteljesebb fényelnyelést eredményez, így az  $L^*$  érték is alacsonyabb volt. A teszt eredményeiből az is kiderül, hogy ( $p=0,05$  mellett) a száraz sózással kezelt csoport világossága a páclében áztatott csoporttól nem, az összes többitől viszont szignifikánsan kisebb, illetve, hogy azoknak a csoportoknak a világossága, amelyeket valamilyen módon páclével kezeltünk - tehát páclében áztattuk, páclevet injektáltunk bele vagy injektálás után tumblereztük - nem tér el szignifikánsan egymástól.

A vörös- zöld ( $a^*$ ) színtényező értékeit bemutató ábrák és a Tukey féle post hoc teszt alapján ( $p=0,05$  mellett) elmondható, hogy a kontroll minták szignifikánsan pirosabbak voltak a többi mintánál. Ez azért lehetséges, mert a kontroll minták vizsgálata frissen történt, így azok a friss hús pirosságát mutatták. A teszt eredményei alapján megállapítható még, hogy a páclével injektált csoport és a páclével injektált és tumblerezett csoport pirossága egymástól nem, de a többi csoporttól szignifikánsan eltér. Továbbá a sózással kezelt csoport és a páclében áztatott csoport szignifikánsan pirosabb volt a többi mintacsoportnál. Az ábrákat megvizsgálva megfigyelhető, hogy a kéregnél történő mérések esetében egyértelműen vörösebbek voltak

a hemoglobinnal kezelt minták, a kéreg mellett és közepen mért értékeknél viszont már korántsem ennyire szembetűnők a különbségek.

A sárga- kék ( $b^*$ ) színtényező eredményeit megvizsgálva a Tukey féle post hoc teszt alapján  $p=0,05$  szignifikancia szint mellett nem állapítható meg, hogy az egyes csoportok sárgasága szignifikánsan eltérne egymástól. Az ábrákat megfigyelve azonban jól látható, hogy minden típusú kezelésnél a hemoglobinnal készült minták voltak a legsárgábbak, a nitrites pácsóval készültek pedig a legkevésbé sárgák. A leglátványosabban ebben az esetben is a kéregnél mért értékek mutatják a különbségeket, ugyanis, habár voltak injektálással (is) kezelt mintacsoportok, minden minta fedőpác alatt pihent kb. 24 órát, így a páckekeverék koncentrációja, ezáltal a hatása is a minták felületén volt a legnagyobb.



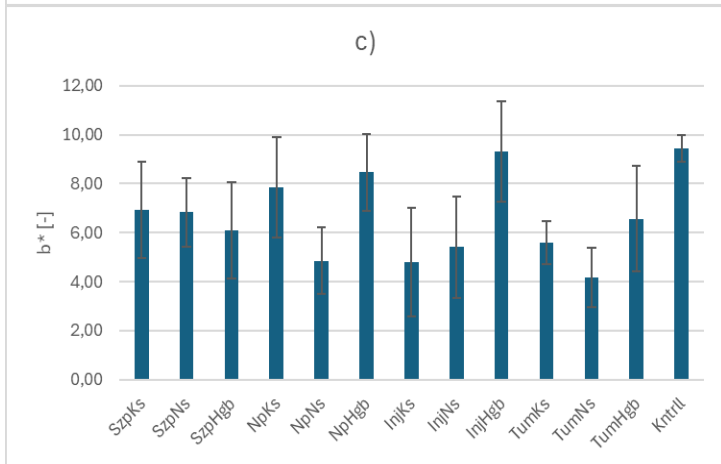
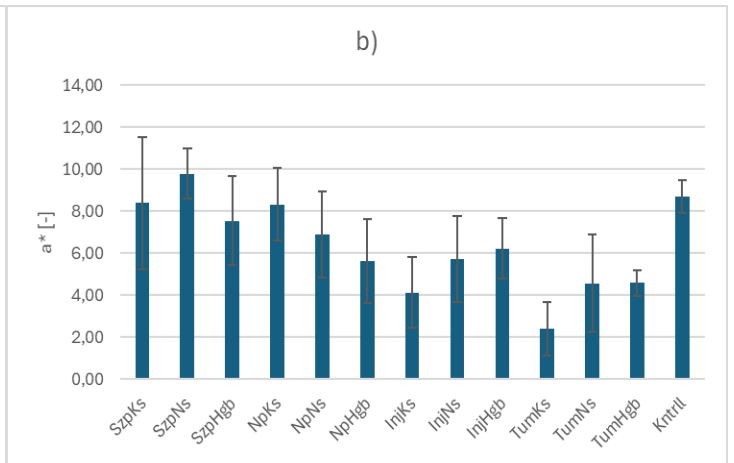
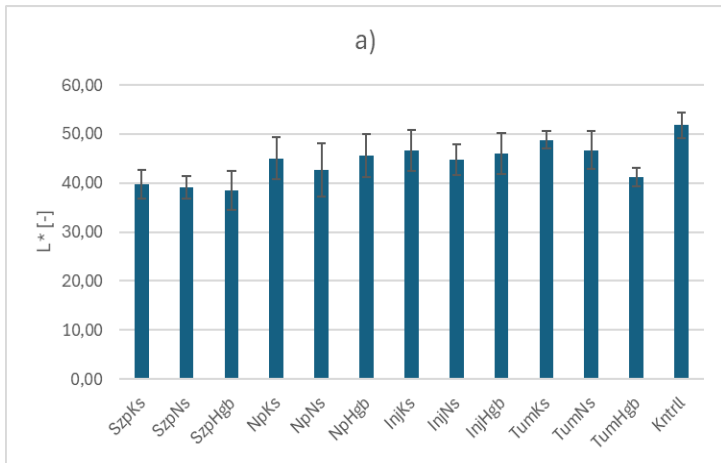
1. ábra: Pácolt húsminták kérgénél történő színérésének eredményei

a)  $L^*$  – világossági tényező [-];

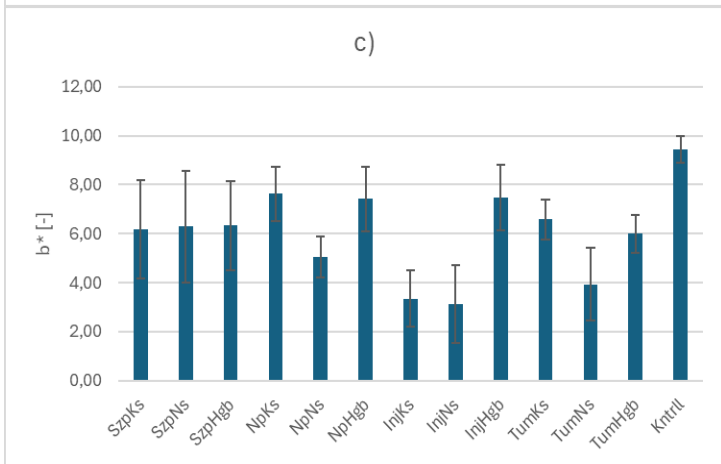
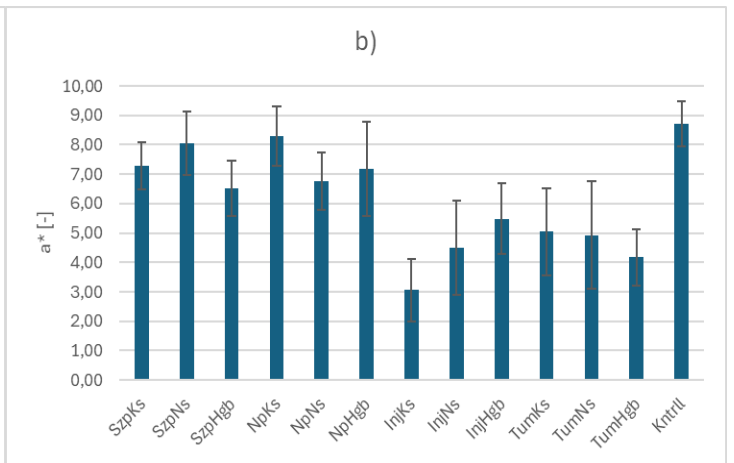
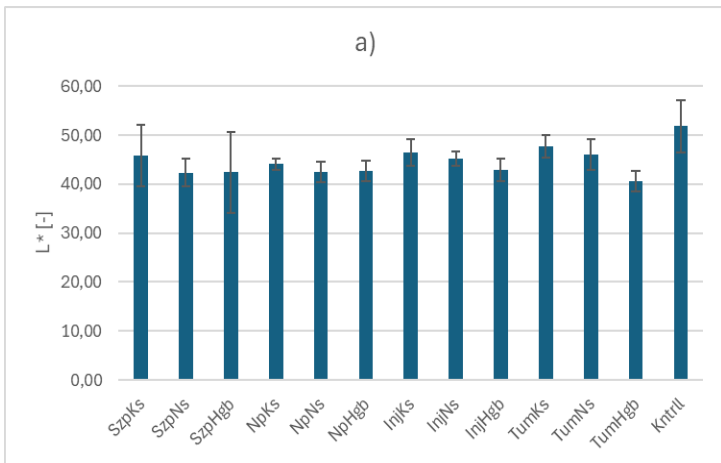
b)  $a^*$  – vörös-zöld színtényező [-];

c)  $b^*$  – sárga-kék színtényező [-]

(forrás: saját munka)



3. ábra: Pácolt húsminták kérgétől 3 mm-re történő színmérésének eredményei  
 a)  $L^*$  – világossági tényező [-];  
 b)  $a^*$  – vörös-zöld szintényező [-];  
 c)  $b^*$  – sárga-kék szintényező [-]  
 (forrás: saját munka)



2. ábra: Pácolt húsminták metszetén történő színmérésének eredményei  
 a)  $L^*$  – világossági tényező [-];  
 b)  $a^*$  – vörös-zöld szintényező [-];  
 c)  $b^*$  – sárga-kék szintényező [-]  
 (forrás: saját munka)

2. táblázat: Egyes mintacsoportok között kimutatott színíngerkülönbség [-]  
 (A sötétebb háttérű cella nagyobb színínger-különbséget jelent a mátrix két tengelyén található mintacsoport között.)  
 (forrás: saját munka)

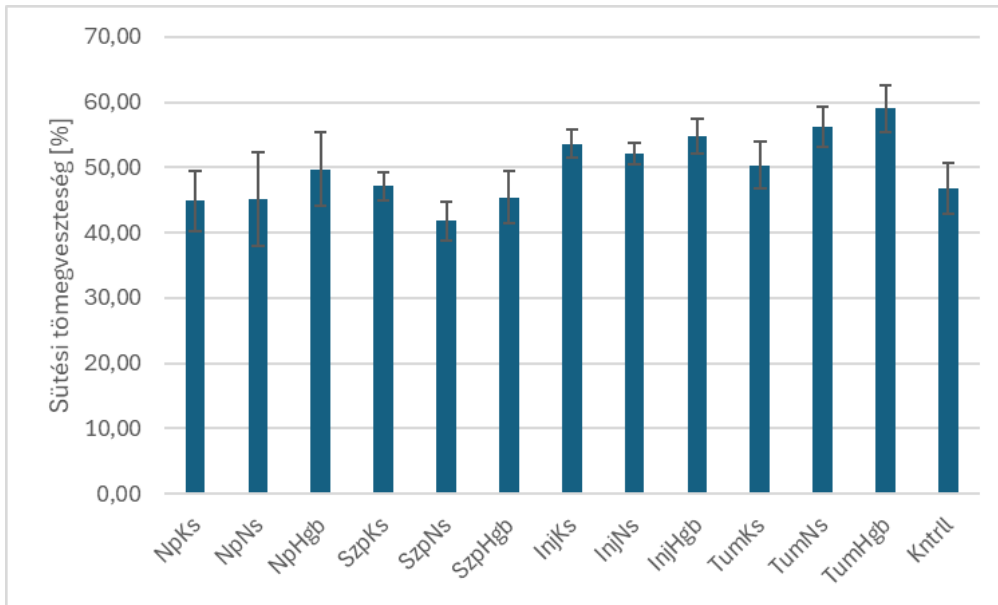
	SzpKs	SzpNs	SzpHgb	NpKs	NpNs	NpHgb	InjKs	InjNs	InjHgb	TumKs	TumNs	TumHgb	Kntrll
SzpKs	0,00	3,56	3,53	2,50	3,61	3,42	5,12	4,15	3,68	2,94	3,27	6,08	6,97
SzpNs	3,56	0,00	1,52	2,19	1,79	1,45	7,07	5,57	2,87	6,12	5,41	4,26	9,99
SzpHgb	3,53	1,52	0,00	2,77	1,30	1,30	6,09	4,76	1,63	5,51	4,70	2,97	10,17
NpKs	2,50	2,19	2,77	0,00	3,42	1,82	7,16	6,00	3,04	4,97	5,40	5,62	7,97
NpNs	3,61	1,79	1,30	3,42	0,00	2,41	5,68	4,10	2,77	5,72	4,23	3,31	10,54
NpHgb	3,42	1,45	1,30	1,82	2,41	0,00	6,91	5,69	1,71	5,54	5,40	3,90	9,52
InjKs	5,12	7,07	6,09	7,16	5,68	6,91	0,00	1,84	5,94	4,00	1,98	6,48	9,92
InjNs	4,15	5,57	4,76	6,00	4,10	5,69	1,84	0,00	5,05	4,23	1,20	5,49	10,01
InjHgb	3,68	2,87	1,63	3,04	2,77	1,71	5,94	5,05	0,00	4,90	4,81	3,02	9,70
TumKs	2,94	6,12	5,51	4,97	5,72	5,54	4,00	4,23	4,90	0,00	3,10	7,15	6,23
TumNs	3,27	5,41	4,70	5,40	4,23	5,40	1,98	1,20	4,81	3,10	0,00	5,91	8,81
TumHgb	6,08	4,26	2,97	5,62	3,31	3,90	6,48	5,49	3,02	7,15	5,91	0,00	12,57
Kntrll	6,97	9,99	10,17	7,97	10,54	9,52	9,92	10,01	9,70	6,23	8,81	12,57	0,00

## 4.2 Sütési veszteség és pH

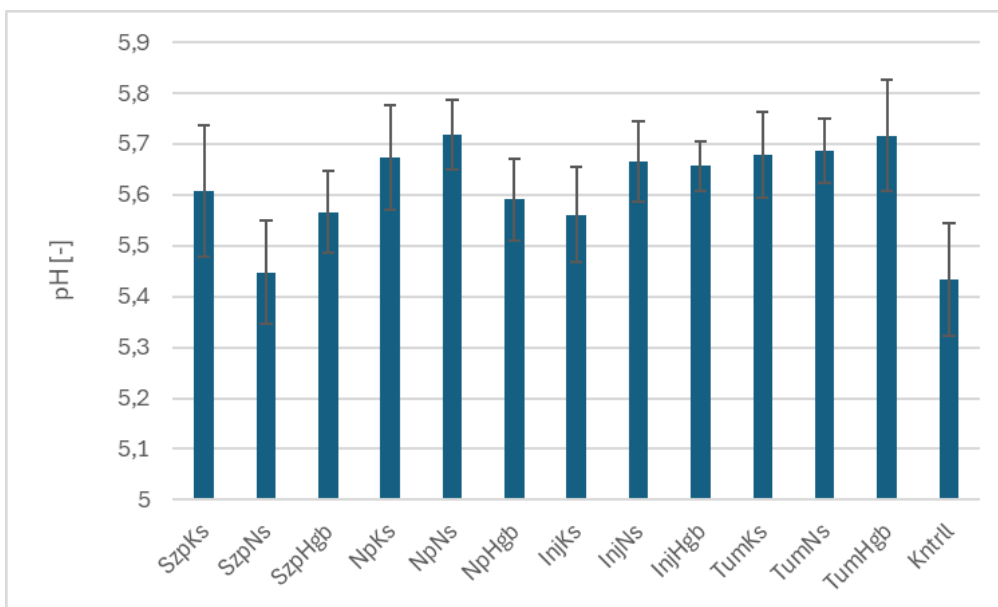
A pH összefügg a víztartó képességgel, ami a sütési veszteséggel. A kapott eredményeket a 4. és 5. ábra szemlélteti. A varianciaanalízis alapján a húsminták pH-ját és sütési veszteségét a pácsó keverék (a kísérlet során alkalmazott arányú) nitrit és hemoglobin tartalma nem befolyásolja, a kezelés módja, illetve a két faktor interakciója viszont igen. A Tukey féle post hoc teszt alapján  $p=0,05$  szignifikancia szint (95% konfidencia) mellett elmondható, hogy a szárazon sózott, a páclében áztatott és a kontroll minták sütési vesztesége nem tér el szignifikánsan egymástól, az eredmények alapján ezek a kezeléseket tehát nincsenek hatással a sütési tömegveszteségre. A teszt alapján kiderül, hogy a páclével injektált és a páclével injektált és tumblerezett minták sütési veszteségei egymástól nem, a többi mintától viszont szignifikánsan eltérnek, tömegveszteségük kb. 7 százalékponttal nagyobb, mint a többi mintacsoporté. Azonban hőkezelés előtt annyi páclevet injektáltunk a húsokba, hogy azok az eredeti tömegükhöz képest további 20%-kal növekedjenek, tehát ha a minták hőkezelés után csak 7 százalékponttal veszítettek többet tömegükből a többi mintánál, akkor a sütési tömegkihozataluk még mindig jobb, mint azoknak a mintáknak, amelyekbe nem injektáltunk páclevet. Megállapítható még, hogy a kontroll és a hemoglobinporral kezelt csoportok sütési vesztesége egymástól szignifikánsan eltér a többi csoport sütési tömegveszteségétől viszont nem.

A Tukey féle post hoc teszt alapján  $p=0,05$  szignifikancia szint (95% konfidencia) mellett elmondható, hogy a kontroll csoport pH-ja szignifikánsan alacsonyabb, mint a többi, valamilyen sóval vagy sós keverékkel kezelt hús minták pH-ja. Ennek az lehet az oka, hogy a kontroll csoportban a hús érési folyamatai már végbemehettek, míg a különböző módokon pácolt mintáknál a húsba jutó só meggátolta, hogy ezek a folyamatok folytatódhassanak.

4. ábra: Vizsgált minták sütési tömegvesztésege  
(forrás: saját munka)



5. ábra: Vizsgált minták pH mérésének eredményei  
(forrás: saját munka)



### 4.3 Állománymérés

A TPA vizsgálattal az volt a célom, hogy meghatározzam a különböző pácolási technológiák és páckeverékek hogyan a pácolt hús állományára és hogy megfigyeljem a hemoglobinpor használata okoz-e és ha igen milyen eltérést okoz a pácolt hús szerkezetében, a konyhasóval és a nitrites pácsóval készült mintákhoz képest. Az állománymérés eredményeit a 6. ábra szemlélteti.

A Tukey féle post hoc teszt alapján  $p=0,05$  szignifikancia szint (95% konfidencia) mellett elmondható, hogy a kontroll mintánál az összes valamilyen módon pácolt minta szignifikánsan keményebb volt, függetlenül a páckeverék összetételétől. A pácolási technológia szempontjából a legkeményebb minták az injektálással kezelték voltak, míg a legpuhábbak - a kontrollt követve - a szárazon pácoltak. A különböző páckeverékek szempontjából a hemoglobin porral kezelt minták bizonyultak a legkeményebbnek, bár a teszt alapján nem mondható el, hogy az eltérés a többitől szignifikáns lett volna.

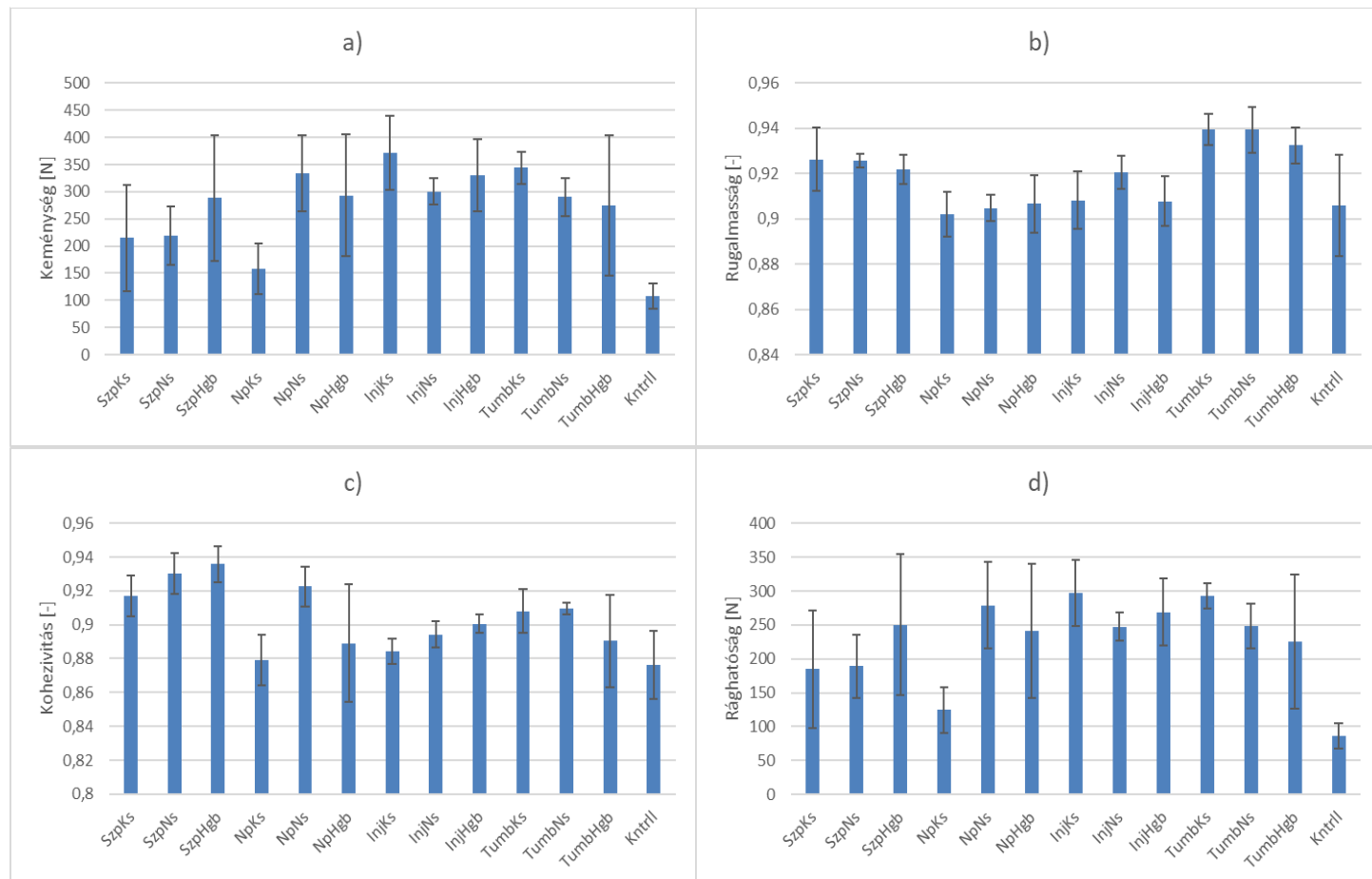
A kohezivitás a minták belső kötéseinek erősségét mutatja, vagyis, hogy a szerkezetük mennyire ellenálló a deformációval szemben. A Tukey féle post hoc teszt alapján a szárazon pácolt minták kohezivitása az injektálással kezelt és a kontroll mintáktól szignifikánsan magasabb, míg a nedvesen pácolt és tumblerezett mintáktól nem tér el szignifikánsan. A páckeverék szempontjából nem volt szignifikáns eltérés a pácolt minták között, a kontrolltól pedig csak a nitrites pácsóval kezelt minták tértek el szignifikánsan, magasabb volt.

Rugalmasság szempontjából a Tukey féle post hoc teszt alapján megállapítható, hogy a tumblerezett minták a szárazon pácoltuktól nem, a többitől viszont szignifikánsan eltérnek. A páckeverék összetétele szempontjából pedig nincs szignifikáns eltérés a csoportok között. A 6. ábra d) elemét megfigyelve is látható, hogy a tumblerezett minták rugalmasabbak a többi mintánál, ez a miofibrilláris fehérjék vízmegkötő és gélképző képességével magyarázható. A tumblerezés során a mechanikai hatás diszpergálja a fehérjéket, és fokozza az aktin–miozin kötések kialakulását, ami javítja a textúra rugalmasságát.

A rághatóságot vizsgálva is csak a kontroll minták térnek el szignifikánsan a pácolt mintáktól, egyéb szignifikáns eltérés nem állapítható meg. A kontrollminták rághatósága azért kisebb, mert a pácolás hiányában nem történt meg a fehérjék aktiválása és a vízmegkötés fokozása, így a szerkezet lazább és kevésbé rugalmas maradt. Emiatt a hús könnyebben összenyomható és kevesebb energiát igényel a rágás során.

6. ábra: Vizsgált minták állomány jellemzői:

a) keménység [N]; b) rugalmasság [-]; c) kohezivitás [-]; d) rághatóság [N] (forrás: saját munka)



#### 4.4 Érzékszervi vizsgálat

Az érzékszervi bírálatot 30 bíráló végezte, ötfokozatú skálán. A vizsgálók a minták színét, illatát, ízét, keménységét, rághatóságát és összbenyomását értékelték, az összbenyomás kivételével a kérdések leíró jellegűek voltak, tehát a skálák nem a kedveltséget jelezték, hanem az adott tulajdonságok intenzitását vagy megfelelőségét. Az eredmények így a minták közötti technológiai különbségeket mutatják, fogyasztói szempontból csak az összbenyomásra kapott válaszok értelmezhetők. Az érzékszervi bírálat eredményei trend jellegűek.

A szín értékelésénél az 1-es a „nagyon világos”, az 5-ös pedig a „nagyon sötét” kategóriát jelentette. Az eredményekből szépen látszik, hogy a hemoglobint tartalmazó minták – ahogy az a műszeres színmérés során is kiderült – sötétebbek voltak a nitrites pácsós és konyhasós társaiknál.

Az illat esetében az 1-es érték a „kellemetlen”, az 5-ös érték a „kellemes” illatot jelölte. A konyhasóval és a nitrites pácsóval készült minták jellemzően 3 – 4 pont közötti értéket kaptak, tehát illatuk a semleges és a kellemes között mozgott a bírálók számára, a hemoglobinpóros minták viszont ennél alacsonyabb, átlagosan 2,1 körüli pontszámot kaptak. A bírálók egy része szokatlannak és kesernyésnek érezte a hemoglobinpórral készült minták illatát.

Az íz skálán az 1-es a „nagyon sótlan” míg az 5-ös a „nagyon sós” ízt jelentette. A minták nagyrésze 3-as körüli értéket kapott, vagyis a pácolás során alkalmazott sómennyiség megfelelő volt, egyedül a szárazon sózott minták értékei voltak magasabbak, átlagosan mind a három páckeverték esetében 4-es körüli értéket kaptunk, ennek oka a minták felületén maradt só nem megfelelő mértékű eltávolítása lehetett.

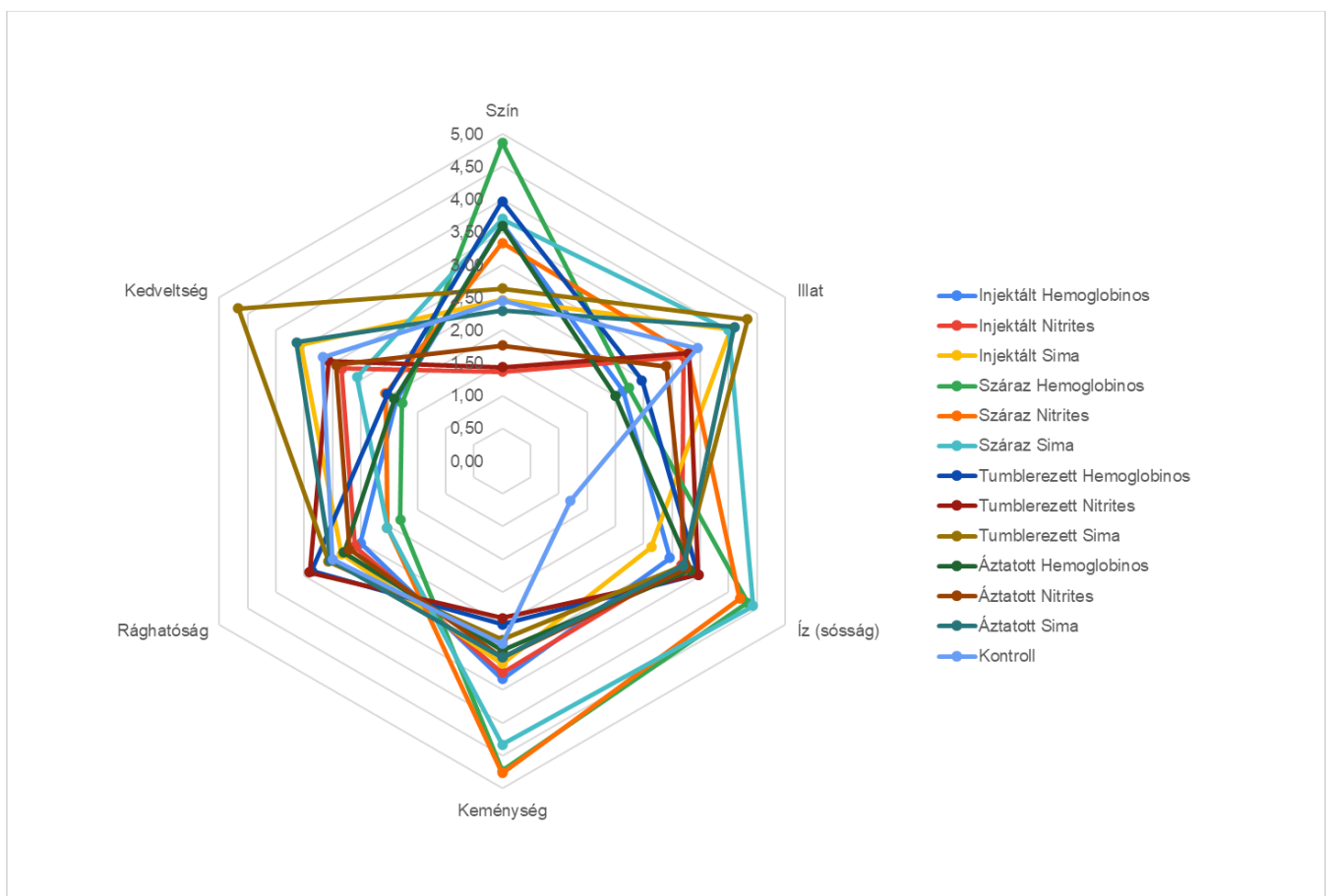
A keménységnél az 1-es a „túl puha”, az 5-ös a „túl kemény” állagot jelentett. A tumblerezett minták az eredmények alapján puhábbak voltak, míg a szárazon sózottak kemények, a megjegyzések alapján szárazabbak. Az eltérés a pácolási technológiák eltérő hatásaival magyarázható: a tumblerezés során a mechanikai behatás elősegíti a fehérjék részleges denaturációját és a vízmegkötő képesség növekedését, így lazább, szaftosabb állag alakul ki, míg a száraz sózás inkább vízvesztéssel jár, ez pedig feszesebb, keményebb textúrát eredményez.

A kedveltség kérdés eredményei alapján a bírálók a nitrites pácsóval készült mintákat értékelték a legmagasabbra, 3,5–4 pont közötti átlaggal, a konyhasós minták valamivel

alacsonyabb, de hasonló tartományba estek, a hemoglobinport tartalmazó minták kedveltsége viszont jelentősen alacsonyabb volt (2–2,5 pont között). A bírálók több megjegyzést is tettek kellemetlen, egyesek szerint romlásra emlékeztető utóízre, ebből kiderül, hogy a hemoglobinpor ízkomponensei kedvezőtlenül befolyásolják a késztermék kedvelhetőségét.

Összességében megállapítható, hogy a hemoglobinpor érzékelhetően befolyásolja a termék színét és illatát, illetve a jelenlegi koncentrációban és receptúrával kedvezőtlenül hat a termék ízére, technológiai szempontból viszont nem rontja az állománytulajdonságokat.

7. ábra: Az érzékszervi bírálat eredményei  
(forrás: saját munka)



## 5. Következtetések és javaslatok

A kísérletek és vizsgálatok célja az volt, hogy meghatározzam a különböző pácolási technológiák és páckevertékek - különösen a hemoglobinport tartalmazó - és ezen faktorok interakciója hogyan befolyásolják a pácolt húskok legfontosabb tulajdonságait, mint például a színüket, állományukat és érzékszervi tulajdonságaikat. Az eredmények alapján elmondható, hogy a hemoglobinpor alkalmazása technológiai szempontok alapján lehetséges, több szempontból ígéretes, a jelen esetben alkalmazott receptúrával viszont nem kaptam kielégítő visszajelzéseket az érzékszervi vizsgálat során.

A színmérések eredményei alapján a hemoglobinnal pácolt minták mind a négy féle pácolási technológia esetében sötétebbek és vörösebbek voltak, mint a hemoglobinport nem tartalmazó minták. Ez a hatás egyértelműen a hemoglobin természetes pigmenttartalmának tulajdonítható, ami a hús felszínén nagyobb koncentrációban maradt vissza, ezáltal intenzívebb színt eredményezett. A színváltozás az érzékszervi vizsgálat során kapott visszajelzések alapján nem volt kedvezőtlen ezért nem is tekinthető hátránynak, sokkal inkább jellegzetes tulajdonságnak.

A pH és sütési veszteség vizsgálatánál a kapott adatok alapján megállapítható, hogy a hemoglobinport tartalmazó páckeverték nem befolyásolta hátrányosan a hús vízmegtartó képességét. Az injektálással és tumblerezéssel kezelt minták esetében a tömegveszteség ugyan valamivel magasabb volt, de figyelembe véve, hogy ezek a minták eleve több páclevet tartalmaztak, a sütési kihozatal még így is kedvező maradt. Ez azt jelenti, hogy a hemoglobinpor beépítése nem okoz technológiai problémát, és jól illeszthető a meglévő pácolási folyamatokba.

Az állományprofil analízis eredményeiből az derült ki, hogy a különböző pácolási technológiák és a páckevertékek egyaránt hatással voltak a hús szerkezeti tulajdonságaira, de az eltérések nem minden esetben voltak szignifikánsak. Az eredmények azt mutatták, hogy a hemoglobinos minták keménysége valamivel magasabb volt a nitrites pácsóval és a konyhasóval pácolt mintákéhoz képest, viszont a különbség csak trend-értékű volt. A rugalmasság és kohezivitás értékei alapján a minták állaga megfelelőnek tekinthető, és a hemoglobinpor nem rontotta az állománytulajdonságokat. Ez alapján elmondható, hogy a hemoglobinpor technológiailag stabil és nem gyakorol kedvezőtlen hatást a hússzerkezetére.

Az érzékszervi bírálat eredményei alapján kiderül, hogy a hemoglobinnal készült minták a bírálók többsége számára nem volt kedvelt, többen kellemetlen utóíz érzékeltek, egyesek pedig romlott húsról emlékeztető ízt azonosítottak. Ugyan az állomány és a szín nem kapott rossz értékelést, az összbenyomáson az íz sokat rontott. Konklúzióként levonható, hogy valamilyen ízesítést kell alkalmazni, amely a fogyasztók számára szélesebb körben is elfogadhatóvá teszi a termék ízét.

A vizsgálatok rávilágítottak arra, hogy a hemoglobinnal alkalmazása technológiai szinten működőképes, gyakorlatilag gond nélkül beépíthető, azonban az érzékszervi tulajdonságokra - főleg az íze - kedvezőtlen hatással van, így ezt még kezelni kell. Erre két lehetséges módot emelnék ki, egyrészt az alkalmazott mennyiség csökkentését, másrészt különböző fűszerek bevonását a receptúrába, amik tompítják vagy akár teljesen elnyomják a hemoglobinnal ízt. A jövőbeli kutatások során tehát érdemes lenne a hemoglobinnal különböző koncentrációinak hatását részletesebben megvizsgálni, mivel elképzelhető, hogy kisebb mennyiség alkalmazásával elérhető lenne a kívánt színstabilitás anélkül, hogy az íz hátrányosan változna. Fontos lenne továbbá a tárolási stabilitás vizsgálata is, mivel a hemoglobin antioxidáns hatása hozzájárulhat az oxidációs folyamatok késleltetéséhez és a termék eltarthatóságának növeléséhez. A technológiai vizsgálatok mellett a fogyasztói oldalt is érdemes lenne tovább vizsgálni, egy szélesebb körű érzékszervi felmérés különböző korcsoportokkal és fogyasztói szokásokkal, pontosabb képet adhat a hemoglobinnal pácolt termékek kedveltségéről, és hogy a receptúra megváltoztatására milyen mértékben lenne szükség.

## 6. Összefoglalás

A dolgozatom célja az volt, hogy megfigyeljem a hemoglobinpor pácolt termékekre gyakorolt hatását, különösképpen a színre, szerkezetre és érzékszervi tulajdonságokra. A kutatásom során négy különböző pácolási technológiát vizsgáltam - száraz sózást, nedves pácolást, pácleves injektálást, valamint injektálás és tumblerezés kombinációját – mind a négy esetben háromféle páckekeverék alkalmazásával, amelyek a következők voltak: konyhasó, nitrites pácsó, illetve hemoglobinpor és konyhasó keveréke.

A vizsgálatokhoz csont és bőr nélküli sertéskarajt használtam, amit a kísérleti tervnek megfelelően előkészítettem, majd a pácolási folyamatok után laboratóriumban vizsgáltam. A laboratóriumban a minták pH-értékét, sütési veszteségét, színparamétereit és állománytulajdonságait határoztam meg. Ezután a mintákon - hőkezelés után - érzékszervi vizsgálatot is végeztem harminc bíráló bevonásával, akik ötfokozatú skálán értékelték a minták színét, illatát, ízét, állagát és összbenyomását.

A vizsgálatok eredményei alapján a hemoglobinpor hatással volt a pácolt hús színére és szerkezetére, de a technológiai tulajdonságokat nem befolyásolta kedvezőtlenül. A színmérések szerint a hemoglobinos minták sötétebb árnyalatot mutattak, az állományvizsgálatok alapján viszont csak kisebb mértékű különbségek mutatkoztak. Az érzékszervi vizsgálatok során a bírálók többsége a hemoglobinporral készült termékek ízét értékelte alacsonyabbra, ez alapján a receptúra további fejlesztést kíván.

Összességében a kutatás eredményei azt mutatták, hogy a hemoglobinpor technológiai szempontból alkalmas lehet a pácolási folyamatokban való felhasználásra, és hozzájárulhat a húsipari melléktermékek fenntarthatóbb hasznosításához. A fogyasztói elfogadottság javítása azonban további fejlesztéseket igényel, különösen az ízre gyakorolt hatás csökkentése terén.

## 7. Irodalomjegyzék

- Dissanayake, K. *et al.* (2024) 'Inorganic additives in meat production and processing', *E3S Web of Conferences*, 510, p. 01028. Available at: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202451001028>.
- Jia, S. *et al.* (2024) 'Novel NaCl reduction technologies for dry-cured meat products and their mechanisms: A comprehensive review', *Food Chemistry*, 431, p. 137142. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137142>.
- Joardder, M.U.H. and Masud, M.H. (2019) 'A Brief History of Food Preservation', in M.U.H. Joardder and M. Hasan Masud (eds) *Food Preservation in Developing Countries: Challenges and Solutions*. Cham: Springer International Publishing, pp. 57–66. Available at: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-11530-2\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-11530-2_3).
- Kosmatko, J. and Węglarz, A. (2018) 'Production Technology and Nutritive Value of Iberian Ham (jamón ibérico)'. *Wiadomości Zootechniczne*, 56(4), 132-140.
- Majou, D. and Christieans, S. (2018) 'Mechanisms of the bactericidal effects of nitrate and nitrite in cured meats', *Meat Science*, 145, pp. 273–284. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.06.013>.
- Pegg, R.B. and Shahidi, F. (2008) *Nitrite Curing of Meat: The N-Nitrosamine Problem and Nitrite Alternatives*. John Wiley & Sons.
- Rahman, M.M. *et al.* (2023) 'Techniques of meat preservation- A review', *Meat Research*, 3(3). Available at: <https://doi.org/10.55002/mr.3.3.55>.
- Shakil, M.H. *et al.* (2022) 'Nitrites in Cured Meats, Health Risk Issues, Alternatives to Nitrites: A Review', *Foods*, 11(21), p. 3355. Available at: <https://doi.org/10.3390/foods11213355>.
- Bah, C.S.F., Bekhit, A.E.-D.A., Carne, A., McConnell, M.A., 2013. Slaughterhouse Blood: An Emerging Source of Bioactive Compounds. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 12, 314–331. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12013>
- Beard, J.L., 2001. Iron biology in immune function, muscle metabolism and neuronal functioning. *J Nutr* 131, 568S-579S; discussion 580S. <https://doi.org/10.1093/jn/131.2.568S>
- Chiroque, R.G.S., Cornelio-Santiago, H.P., Espinoza-Espinoza, L., Moreno-Quispe, L.A., Tirado, L.R.P.-, Nieva-Villegas, L.M., 2023. A Review of Slaughterhouse Blood and its Compounds, Processing and Application in the Formulation of Novel Non-Meat Products. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal* 11, 534–548.
- Csurka T., 2023. Állati eredetű vér élelmiszeripari alkalmazhatóságának vizsgálata (Értekezés). Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem. <https://doi.org/10.54598/003160>
- Dimakopoulou-Papazoglou, D., Katsanidis, E., 2020. Osmotic Processing of Meat: Mathematical Modeling and Quality Parameters. *Food Eng Rev* 12, 32–47. <https://doi.org/10.1007/s12393-019-09203-1>
- Estévez, M., Ventanas, S., Morcuende, D., Ventanas, J., 2014. Mediterranean Products, in: *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 361–369. <https://doi.org/10.1002/9781118522653.ch42>
- Guo, X., Xu, S., Fu, C., Peng, Z., 2024. Advances in Research on the Improvement of Low-Salt Meat Product Through Ultrasound Technology: Quality, Myofibrillar Proteins, and Gelation Properties. *Molecules* 29, 4926. <https://doi.org/10.3390/molecules29204926>
- Hong, J. h., Yoon, E. k., Chung, S. j., Chung, L., Cha, S. m., O'Mahony, M., Vickers, Z., Kim, K. o., 2011. Sensory Characteristics and Cross-Cultural Consumer Acceptability of Bulgogi (Korean Traditional Barbecued Beef). *Journal of Food Science* 76, S306–S313. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02173.x>

- Hunt, J.R., 2003. Bioavailability of iron, zinc, and other trace minerals from vegetarian diets<sup>23</sup>. *The American Journal of Clinical Nutrition* 78, 633S-639S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/78.3.633S>
- Hurrell, R., Egli, I., 2010. Iron bioavailability and dietary reference values. *Am J Clin Nutr* 91, 1461S-1467S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.28674F>
- Kazimierska, K., Biel, W., 2023. Chemical Composition and Functional Properties of Spray-Dried Animal Plasma and Its Contributions to Livestock and Pet Health: A Review. *Animals* 13, 2484. <https://doi.org/10.3390/ani13152484>
- Kosmatko, J., Węglarz, A., 2018. Production Technology and Nutritive Value of Iberian Ham (jamón ibérico). *Wiadomości Zootechniczne LVI* (56), 132-140.
- Salvador, P., Toldrà, M., Parés, D., Carretero, C., Sauer, E., 2009. Color stabilization of porcine hemoglobin during spray-drying and powder storage by combining chelating and reducing agents. *Meat Science* 83, 328–333. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.06.001>
- Swain, J.H., Glosser, L.D., 2024. A Porcine-Derived Heme Iron Powder Restores Hemoglobin in Anemic Rats. *Nutrients* 16, 4029. <https://doi.org/10.3390/nu16234029>
- Zhao, X., Sun, Y., Zhou, Y., 2020. Modeling the NaCl diffusion in beef during brining process. *Journal of Food Science* 85, 2852–2856. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15382>

## 8. Táblázatok jegyzéke

1. táblázat: Konyhasóval, nitrites pácsóval és hemoglobin por+ konyhasó keverékével készült páclevék összetétele 100 gramm hústra vonatkoztatva ..... 10
2. táblázat: Egyes mintacsoportok között kimutatott színingerkülönbség [-] ..... 17

## 9. Ábrák jegyzéke

1. ábra: Pácolt húsminták kérgénél történő színérésének eredményei .....	15
2. ábra: Pácolt húsminták metszetén történő színérésének eredményei .....	16
3. ábra: Pácolt húsminták kérgétől 3 mm-re történő színérésének eredményei .....	16
4. ábra: Vizsgált minták sütési tömegvesztése .....	19
5. ábra: Vizsgált minták pH mérésének eredményei .....	19
6. ábra: Vizsgált minták állomány jellemzői: .....	21
7. ábra: Az érzékszervi bírálat eredményei .....	23

## MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

### III. Hallgatói Követelményrendszer

#### III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függelék: A MATE egységes szakdolgozat / diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

#### NYILATKOZAT

##### a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Halász Sára Éva  
A Hallgató Neptun kódja: GUCASH  
A dolgozat címe: Állati hemoglobinpor felhasználásának lehetőségei pácolt termékek esetén  
A megjelenés éve: 2025  
A konzulens intézetének neve: Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

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

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Budapest, 2025 év 10 hó 31 nap



Hallgató aláírása

## NYILATKOZAT

Halász Sára Éva (név) (hallgató Neptun azonosítója: GUCASH) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Budapest, 2025 év 10 hó 31 nap



---

belső konzulens

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

### 1. Általános adatok

Hallgató neve:	Halász Sára Éva
Neptun-kódja:	GUCASH
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb: .....
Tantárgy neve/kódja*:	Állatitermék technológia és minőségügy
A munka címe:	Állati hemoglobinpor felhasználásának lehetőségei pácolt termékek esetén

\* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

### 2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

*(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)*

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

### 3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

#### I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrektúra, ötletelés stb.)

*(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)*

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
Szakirodalmak fordítása, segítség szerkezeti felépítés megtervezéséhez	ChatGPT (OpenAI GPT-3.5, ingyenes verzió)	Szakirodalmi áttekintés

#### II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

*(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)*

A felhasználás célja	Alkalmazott eszköz verziója, elérhetősége	MI-neve, Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma

### 3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

*Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.*

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....

.....

.....

### 4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

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

**Kelt:** Budapest, 2025. 10 hó 31 nap



.....

**Hallgató aláírása**



.....

**Konzulens/Témavezető aláírása**