

# **DIPLOMADOLGOZAT**

**Takács Bálint**

**2025**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**

**Budai Campus**

**Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet**

**Élelmiszermérnök mesterképzési szak**

**TOJÁSFEHÉRJE ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA  
HÚSKÉSZÍTMÉNYBEN**

**Belső konzulens:** Dr. Jónás Gábor

Egyetemi docens

**Belső konzulens:** Vargáné dr. Tóth Adrienn

Tudományos munkatárs

**Belső konzulens intézete/tanszéke:**

Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet,  
Állatitermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

**Készítette:** Takács Bálint

**Budapest**

**2025**

# Tartalom

1. Bevezetés és célkitűzések.....	5
2. Szakirodalmi áttekintés .....	7
2.1. A fehérjék jelentősége és szerepe .....	7
2.2. Húshelyettesítő fehérjeforrások.....	8
2.3. A tojásfehérje komplex tulajdonságai .....	11
2.4. A rögzös ToTu összetétele, előállítás és alkalmazhatósága.....	13
2.5. A vörösáruk technológiai sajátosságai és a ToTu integrálhatósága.....	15
2.6. Fogyasztói elfogadottság.....	16
2.7. A húskészítmények jövője .....	17
3. Alkalmazott módszerek .....	20
3.1. A vörösáruk elkészítéséhez felhasznált anyagok.....	20
3.2. A különböző ToTu terméket tartalmazó vörösáruk elkészítésének módszere.....	20
3.3. A rögzös ToTu terméket tartalmazó vörösáruk elkészítésének módszere.....	22
3.4. Mérési módszerek .....	23
3.4.1. Tápérték meghatározása .....	23
3.4.2. Hőkezelési veszteség meghatározása .....	24
3.4.3. pH mérés .....	24
3.4.4. Színmérés .....	25
3.4.5. Szárazanyag-tartalom mérés .....	25
3.4.6. Vízáktivitás meghatározása.....	26
3.4.7. Vízretartó képesség meghatározása.....	26
3.4.8. Állományvizsgálat.....	27
3.4.9. A pépek reológiai vizsgálata viszkoziméterrel .....	28
3.4.10. Érzékszervi minősítés.....	29
3.4.11. Statisztikai módszerek .....	29
4. Eredmények és értékelésük .....	31

4.1. Tápérték meghatározása .....	31
4.2. Hőkezelési veszteség mérés eredményei.....	33
4.3. pH mérés eredményei.....	33
4.4. Színmérés eredményei.....	34
4.5. Szárazanyag-tartalom mérés eredménye.....	40
4.6. Vízkötő képesség meghatározása .....	42
4.7. Vízkötő képesség meghatározása .....	43
4.8. Állományvizsgálat.....	44
4.8.1. A húspép állományának vizsgálata.....	44
4.8.2. A késztermék állományának vizsgálata.....	46
4.9. A pépek reológiai vizsgálata viszkoziméterrel .....	49
4.10. Érzékszervi minősítés.....	53
5. Következtetések és javaslatok .....	55
6. Összefoglalás.....	56

# 1. Bevezetés és célkitűzések

Napainkban az egyik legnagyobb kihívás az emberiség előtt az élelmezésbiztonság fenntartása és a fehérjeforrások hosszú távú, állandó biztosítása. Itt nem csupán a megfelelő mennyiségű élelmiszer előállításáról van szó, hanem a fenntarthatóságot is mindvégig szem előtt kell tartani. Jelenleg is napról-napra növekszik a világ népessége, az ENSZ becslése szerint 2050-re elérheti akár a 9,7 milliárd főt (United Nations, 2019). Ez, az egész élelmiszeriparra jelentős befolyással bír. Az élelmiszerek, különösen az állati eredetű fehérjék iránti kereslet robbanásszerű növekedést vonhatja maga után. Mind abszolút értelemben, mind a relatív túlnépesedés viszonylatában nagy kihívást jelenthet ez a növekedés. Bár a világ bizonyos részein – jellemzően a fejlett országokban – a népesség stagnál vagy csökken, mégis az egy főre jutó élelmiszerfogyasztás, kiemelve a hús és egyéb állati eredetű termékek túlzott mértékű fogyasztását, tovább növeli a környezetre gyakorolt hatást (Godfray és mtsai., 2010; Steinfeld és mtsai., 2006). Az ilyen irányú túlfogyasztás eredményeként, bizonyos kutatások szerint, az élelmiszertermelés jelentős válságba is kerül, hiszen kritikus pontokat érhetünk el a jövőben az erőforrás-hatékonyság, elosztási rendszer, a termőföld használat és a vízellátás tekintetében is.

Dinamikusan nőtt a húsfogyasztás az elmúlt évtizedek során az egész világban: míg 1950-ben összesen 45 millió húst fogyasztottunk évente, addig 2000-re ez az érték elérte a 233 millió tonna mennyiséget. Az jövőre vonatkozó előrejelzések szerint 2050-re akár 460 millió tonna is emelkedhet, ami hihetetlen mértékű: tízszeres növekedést jelent 100 év alatt (Ayuso, 2011; Boland és mtsai., 2013; Steinfeld és mtsai., 2006). Hatalmas nyomást helyez az élelmiszer termelési láncokra ez a növekedés, jelentősen az állattenyésztési ágazatra, amely már jelenleg is az egyik legintenzívebb felhasználója a természeti erőforrásoknak. A mezőgazdaság, például a Föld évesvíz-felhasználásának mindegy 70%-áért felelős, sőt ennek jelentős része az imént emlegetett állattenyésztéshez szükséges (Wisser és mtsai., 2024). Fontos kiemelni, hogy az állattartás pedig a világ szántóföldjeinek több mint 77%-át használja fel, miközben az emberi kalóriabevitelnek csupán nagyjából 18%-át fedezi (Ritchie és mtsai., 2022; Roser, 2024). Az állattenyésztés emlegetése során kiemelendő, hogy a baromfityenyésztéshez szükséges terület és egyéb erőforrás eltöri az egyéb vágóállatokat tekintve. Az imént olvasható számok jelentősen átgondolandók, az aránytalanság egyértelműen mutatja, hogy a jelenlegi mezőgazdasági rendszer hosszú távon nem tartható fenn. Megállapítható ezek alapján, hogy az állati eredetű fehérjék előállítása jelentős környezeti terheléssel jár, miközben a világ szintű egyenlőtlenségek

a táplálkozási lehetőségek terén egyre jelentősebbé válnak. A Global Hunger Index 2023-as adatai szerint a világon jelenleg közel 735 millió ember alultáplált, közülük sokan krónikus fehérjehiányban szenvednek (Klaus von Grebmer és mtsai., 2023). Ez a jelenség éles ellentétben áll a fejlett országokban tapasztalható túlfogyasztással és élelmiszerpazarlással, amely tovább nyitja a „globális táplálkozási ollót”. Ezen felül a vörös húsok, és különösen a feldolgozott termékek túlzott mértékű fogyasztása komoly egészségügyi kockázatokkal is jár: az Egészségügyi (WHO) rákkutatási szervezete 2015-ben a feldolgozott húsokat a bizonyítottan rákkeltő anyagok közé sorolta (Bouvard és mtsai., 2015). A korábban emlegetett problémák ismeretében egyre inkább világossá válik, hogy az állati eredetű fehérjék egy részét fenntarthatóbb forrásokkal kell helyettesíteni. Ezeknek a fehérjeforrásoknak táplálkozás-élettani szempontból, technológiai feldolgozhatóság és az érzékszervi tulajdonságok tekintetében is megfelelőnek kell lenniük. Az utóbbi évekből számos kutatást lehet találni, ahol innovatív technológia és alapanyag került előtérbe e célból, köztük a növényi alapú fehérjék, a mikrobiális eredetű biomasszák, valamint a tojásalapú alternatívák (Boland és mtsai., 2013). Kutatásomban az állati eredetű, de nem húsalapú fehérjék alkalmazására koncentrálok: a tojásfehérje felhasználására. Kutatásom célja egy olyan vörösáru kifejlesztése, amelyben a hagyományos sertéshúst részben tojásfehérje-alapú termékkel, konkrétan rögös ToTu-val helyettesítem. A ToTu termék magas biológiai értékkel rendelkező fehérjeforrás, kis zsírtartalmának köszönhetően a korszerű táplálkozás egyik ideális összetevője (Capriovus Kft., é. n.). Jól beilleszthető a húskészítmények gyártástechnológiájába, mivel alkalmas állományképzőként. A vörösáruk húskészítmény-csoport kiválasztása nem véletlenszerű: ide tartozik a virsli, krinolin, szafaládé, párizsi. Közülük a virsli, illetve párizsi az egyik leggyakrabban fogyasztott húskészítményeknek örvendhet Magyarországon. Mihalkó 2021-es felmérése szerint a virsli a második legkedveltebb húskészítmény a fogyasztók körében, míg a párizsi az ötödik helyet foglalja el. A kutatásban részt vevő válaszadók közül 54 % rendszeresen vásárol párizsit: közülük 29 % havonta egyszer, 23 % kéthetente, és 20 % hetente. A fogyasztók közel kétharmada (63,8 %) a sertéshúsból készült változatot részesíti előnyben, szemben a baromfi-, pulyka- vagy marhahús-alapú változatokkal (Mihalkó, 2021). A vörösáruk nagy mennyiségű fogyasztása, nagy volumenű termelésre alkalmassága teszi lehetővé, hogy sok fogyasztó elérhető vele, nagy mennyiségben. Tehát kutatásom célja nem kizárólag egy új húskészítmény előállítás, hanem annak bebizonyítása is, hogy a részleges húspótlás tojásfehérje alapú összetevővel megvalósítható a termék tápértéke és érzékszervi tulajdonságainak csökkenése nélkül vagy minimális csökkenésével.

## 2. Szakirodalmi áttekintés

A bevezetésben említett problémának a megoldása, igénynek a kielégítése azonban egy komplex, sok kihívást jelentő feladat. A húsfehérje azon felül, hogy jelentős tápanyagforrás, számos fontos szerepet tölt be a húskészítmények szerkezetének, állagának, vízmegkötő képességének, ízének és egyéb tulajdonságának kialakításában is. Olyan helyettesítő alapanyagra van szükség, amely akár csak részben, de képes ezt a komplex funkciót ellátni. Mindezek miatt a következő fejezetekben részletesen átvizsgálom a fehérjék szerepét az emberi szervezetben és az élelmiszeripari technológiákban, valamint bemutatom a legfontosabb húshelyettesítő fehérjeforrásokat, különösen a tojásfehérjét.

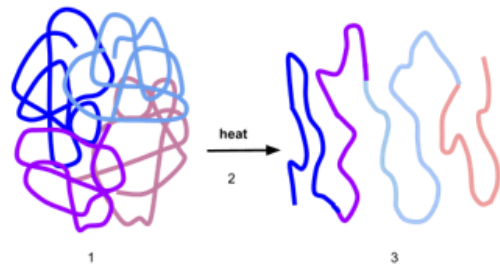
### 2.1. A fehérjék jelentősége és szerepe

A fehérjék az emberi szervezet számára nélkülözhetetlen tápanyagok. Élettani szerepüket elsősorban az határozza meg, hogy milyen aminosav-összetétellel rendelkeznek. A fehérjék biológiai értéke az általuk tartalmazott esszenciális aminosavak mennyiségétől és arányától függ. Az emberi szervezet számára kilenc aminosav esszenciális, vagyis azokat táplálékkal kell felvenni, mivel a testünk nem képes előállítani őket (Allowances, 1989; WHO/FAO/UNU, 2007). Akkor a legnagyobb a fehérjék biológiai értéke, amikor az aminosav-összetétel hasonlít az emberi szervezet igényeihez. Az állati eredetű fehérjék, például a hús, tojás, tej és hal általában magas biológiai értékkel rendelkeznek, míg a növényi eredetű fehérjék sok esetben limitáló aminosavakat tartalmaznak: például metioninban vagy lizinben szegények (Millward, 1999).

Az EFSA (Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság) szerint egy átlagos felnőtt ember napi fehérjeszükséglete 0,83 g/testtömegkilogramm (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA), 2012). Ez azonban számos tényezőtől függ: az életkortól, egészségi állapottól és aktivitási szinttől függően jelentősen eltérhet. A várandós nők, sportolók vagy idősek fehérjeigénye jelentősen meghaladhatja ezt az átlagos értéket. Természetesen nem csak a mennyiség, hanem a minőség is nagyon fontos. A teljes értékű fehérjék fogyasztása biztosítja a szervezet sejtjeinek, enzimeinek és hormonjainak megfelelő működéséhez szükséges aminosavakat. A fehérjék hiánya számos egészségügyi problémát okozhat, mint például (gyermekeknél) fejlődési zavarokat, (felnőtteknél) izomtömeg veszteséget, immunhiányt és egyéb élettani rendellenességeket (WHO/FAO/UNU, 2007). Technológiai szempontból is

kulcsszerepet játszanak az élelmiszeriparban a fehérjék, jelentősen a húskészítmények előállításában is. A húsfehérjék – különösen a miofibrilláris fehérjék, mint az aktin, illetve a miozin – fontos szerepet töltenek be az emulgeálás, vízmegkötés, tehát a késztermék szerkezetének kialakításában (Acton és mtsai., 1983). A megfelelő szerkezeti tulajdonságok érdekében a húskészítmények receptúrájában gyakran használnak egyéb, funkcionális fehérjéket, például izolált szójafehérjét, kazeinátot vagy tojásfehérjét, melyek javítják az emulzió stabilitását, vízvisszatartást, és az állomány egységességét, megfelelőségét (Tornberg, 2005). A húsfeldolgozás során alkalmazott technológiák (például az aprítás, sózás, hőkezelés) a húsfehérjék denaturálódását, hidratálódását és aggregálódását eredményezik. Ez a folyamat kulcsfontosságú a húsipari termékek megfelelő szerkezetének kialakításában, jelentősen az emulziós húskészítményeknél, mint amilyenek a vörösáruk is. Az aprított, denaturált fehérjék víz- és zsírmegkötő képessége biztosítja a késztermékek lédús állományát, kívánt textúráját, továbbá a denaturálódás hatására a „kitekeredett” fehérje könnyebben hozzáférhető lesz az emésztőenzimek számára, könnyebben emészthetővé válik (Chan és mtsai., 2011). Az alternatív fehérjeforrások kiválasztása során nem elegendő azok tápértékét figyelembe venni. Nélkülözhetetlen vizsgálni, kutatni azok technológiai funkcióit is. Egy adott fehérje lehet, hogy kiváló aminosav összetétellel rendelkezik, de ha nem képes például stabil emulziót kialakítani, vagy nem biztosít megfelelő géles állományt, ezáltal nem alkalmas a húskészítmények részleges vagy teljes húspótlására. (Yada, 2004). A tojásfehérje ezen szempontokból egyedülálló fehérjeforrásnak tekinthető. Nagy biológiai érték mellett, rendkívül kedvező technológiai tulajdonságokkal is rendelkezik.

**1. ábra:** A fehérjelánc megváltozása a denaturáció (pl. hőkezelés) hatására (Forrás: *Biology Articles*, 2022)



## 2.2. Húshelyettesítő fehérjeforrások

A legismertebb növényi eredetű húshelyettesítő a szójafehérje, amelyet évtizedek óta alkalmaznak e célból. Nagy fehérjetartalom (egy izolátum esetén akár 90% is) és kedvező aminosav összetétel (lizin tartalom) jellemzi. Ezen tulajdonságai a tojás és a tej mellett az egyik legértékesebb növényi fehérjévé teszik (Riaz, 2005). Technológiai szempontból is kiemelkedően kedvező hatású: emulgeáló és gélképző képességgel rendelkezik, jól viselkedik vörösáruk, májasok, pástétomok prádjában. Ahogy korábban említettem, a növényi fehérjék

esetében figyelembe kell venni a növényi eredetű limitáló aminosavait. Ez a szója esetén elsősorban a metionin hiány. Valamint nem szabad megfeledkezni allergén potenciáljáról, amely miatt az EU-ban is kötelező jelölni. További kiemelkedő hátránya lehet a jellegzetes növényi íz és aroma is, ami sok esetben érzékszervi panaszokat válthat ki a fogyasztóknál, így gyakran szükséges a megjelent íz elfedése speciális technológiák alkalmazásával (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013; Liu, 2012; The European Banking Union, 2011; Riaz, 2005).

Az utóbbi években egyre népszerűbb alternatívává vált a borsófehérje a szója mellett, különösen a „mentes” termékekben, mivel szinte mindenki fogyaszthatja tünetek nélkül (The European Banking Union, 2011). Fehérjetartalma izolátum formájában általában 80–85% közötti és jó emészthetőség jellemzi. Aminosav összetételét tekintve, nagy a lizin- és arginintartalma, de metionin-tartalma hasonlóan kicsi, mint más hüvelyesek esetében. Technológiai szempontból rosszabbak a tulajdonságai, mint a szójafehérjének. Gélképző és habképző tulajdonságai gyengébbek, valamint kevésbé stabil emulziókat képez, ezért elsősorban extrudált vagy granulált struktúrákban alkalmazzák. Viszont jelentős előnye, hogy íze semlegesebb, így nincs szükség ízfedésre (Stone és mtsai., 2015).

A gabonafehérjék, legjellemzőbben a búzafehérje (glutén), szintén gyakran használt húshelyettesítő alapanyagok, főként a vegetáriánus élelmiszerekben. A glutén nyúlóságot, jól formázható állományt biztosít. Sajnos ez esetben is számolni kell az allergén hatással – a cöliákiában szenvedőkre gyakorolt káros hatása miatt alkalmazása igen korlátozott manapság. A zab- és rizsfehérje is kínálhat alternatívát, de gyenge emulgeáló és gélképző tulajdonságuk miatt húshelyettesítésre önállóan ritkán alkalmazzák (Day, 2013).

A növényi eredetű alternatívákon túl, egyre jelentősebb a mikrobiális fehérjék említése. Ezek fehérjetartalma igazán nagy, akár 60–70% is lehet. A legismertebbek a *Fusarium venenatum* (mycoprotein), a *Spirulina* és a *Chlorella* algák, valamint a *Candida utilis*. Ezek előállításuk kis területen, gyors ciklusokban történik, és gyakran élelmiszeripari melléktermékek felhasználásával is megoldható (Anupama & Ravindra, 2000). Tehát nagy előnyük a fenntarthatóság. A legismertebb kereskedelmi termék a Quorn, amely Európában is engedélyezett. Bár feldolgozásuk során felmerülhetnek technológiai kihívások – például az

alapanyagok sajátos íze és színe – a kutatás és ipari fejlesztés folyamatosan dolgozik ezen tényezők kezelésén (Reshab Majumder & Saptadip Miatur, 2024).

Az ehető rovarok iránt világszerte növekszik az érdeklődés több kedvező tulajdonságuk miatt. A lisztbogár (*Tenebrio molitor*) lárvája magas fehérjetartalmú, aminosav-összetétele sok esetben megfelel az emberi szükségleteknek. A fekete katonalégy (*Hermetia illucens*) lárvája szintén magas fehérjetartalmú, és széles körben vizsgálják takarmánycélra. A rovarok előállításának környezeti szempontból kedvező: lényegesen kevesebb földterületet és várhatóan kevesebb vizet igényel, mint a hagyományos haszonállat-tartás, továbbá több faj rövid életciklusa gyors termelést tesz lehetővé (Arnold van Huis és mtsai., 2013; Newton és mtsai., 1977; Oonincx & de Boer, 2012). Az ehető rovarok élelmiszeripari bevezetését több tényező hátráltatja, többek között a szabályozási engedélyezési eljárások, valamint a fogyasztói elfogadottság és az érzékszervi preferenciák. Az EFSA 2021-es értékelése a szárított *Tenebrio molitor* lárváról kimondta, hogy az a javasolt felhasználási formákban biztonságosan fogyasztható, ugyanakkor allergénkockázatot jelenthet rákfélékre és poratkákra érzékenyeknél (EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA) és mtsai., 2021). A fogyasztói attitűdökről más tanulmányok számolnak be, amelyek szerint az európai lakosság körében az elfogadottság továbbra is alacsony (Verbeke, 2015). A hétköznapi kommunikációkban is tapasztalható a sok esetben negatív vélemény a rovarfehérjékkal kapcsolatban.

A műhúsok, vagyis a laboratóriumi körülmények között sejtenyésztett húsok állati sejtekből készülnek. Ezek akár potenciálisan kiválthatják a vágóállatok húsát, azonban jelenleg még nagyon magas a gyártási költségük. A sejtszaporítás során felhasznált tápoldatok fenntarthatósági és etikai kérdéseket vetnek fel, sőt az érzékszervi tulajdonságaik is még sok - sok fejlesztés alatt állnak (Post és mtsai., 2020).

Végül a tojásfehérje: a korábbiakhoz képest egy állati, de nem hús alapú fehérjeforrás, amely biológiai érték szempontjából etalonnak tekinthető. A WHO/FAO 1991-es ajánlása szerint a tojásfehérje aminosav összetétele az emberi szervezet szükségleteihez legjobban illeszkedik. Kedvező technológiai tulajdonságai mellett a fogyasztók számára jól ismert és elfogadott alapanyag (Damodaran és mtsai., 2008; Nutrition Division, 1991). Ezek is alátámasztják, hogy

az imént jellemzett húspótló alternatívák közül a tojásfehérjével kiemelkedően érdemes foglalkozni. A továbbiakban részletezem is számos pozitív tulajdonságát.

### 2.3. A tojásfehérje komplex tulajdonságai

A tojásfehérje víztartalma 88–90%. Szárazanyagtartalmának egyik fontos makrotápanyaga a fehérje, körülbelül 10-11% fehérjét tartalmaz (Mine, 1995). Ez a viszonylag nagy fehérjetartalom, (illetve a kis zsírtartalom) az egyik oka annak, hogy a tojásfehérje felhasználása egyre népszerűbb az élelmiszeriparban, akár a húspótlás terén is. A tojásfehérje fehérjefrakciói többek között az ovalbumin, ovotranszferrin, ovomucoid, ovomucin és lizozim. Ezek eltérő, de számos előnyös tulajdonságokkal bírnak (Li-Chan & Nikai, 1989; Mine, 1995). Technológiai szempontból, például az ovalbumin kiemelkedő gélképző és habstabilizáló képessége miatt fontos, a húskészítmények szerkezetének kialakításában alapvető szerepe lehet. Az ovotranszferrin és a lizozim szintén különleges előnyöket nyújtanak: mindkettő hozzájárulhat a termék mikrobiológiai biztonságához, hiszen antimikrobiális hatásuk révén képesek gátolni a nemkívánatos mikroorganizmusok szaporodását (Abeyrathne és mtsai., 2013; Ibrahim és mtsai., 1996). Ahogy korábban említettem, a tojásfehérje szinte etalonnak számít az aminosav-összetételt tekintve. Rendkívül gazdag lizinben, treoninban és metioninban, ezek esszenciális aminosavakban, amelyek nélkülözhetetlenek az emberi szervezet megfelelő működéséhez (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013). Sokszor referenciaként használják más fehérjeforrások minősítéséhez. Az, hogy zsírt és koleszterint gyakorlatilag nem tartalmaz, szintén nagy előny, hiszen lehetővé teszi, hogy olyan termékeket fejlesszünk, amelyek a fogyasztói trendeknek és egészségügyi ajánlásoknak – például a szív- és érrendszeri betegségek megelőzését célzó diétáknak – is megfelelnek. Ha a mikrotápanyagok vizsgáljuk, a tojásfehérje ugyan szerényebb forrás, mint a tojássárgája, de például B2-vitaminban gazdag. Ez fontos szerepet játszik az energiatermelésben, mellette antioxidáns hatású. Sőt, kisebb mennyiségben tartalmaz ásványi anyagokat, mint nátrium, foszfor, kálium és kalcium. Ezek csekély mennyiségben vannak jelen, de a tojásfehérje kedvező táplálkozási profilját kiegészítik (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA) és mtsai., 2017; USDA, 2019).

A tojásfehérje azért is lehet megfelelő a húsipari reformulációban, mert olyan tulajdonságokkal bír, amelyek részben átveszik a húsfehérjék szerepét a termék szerkezetében és stabilitásában. Feldolgozott formában is jól alkalmazható, erre példa erre a rögös ToTu, amely technológiai

előnyei szorosan kapcsolódnak a tojásfehérje fehérjefrakcióinak tulajdonságaihoz. Ha csökkentjük a húsrészarányt például virsliben, párizsiban vagy krinolinban, az egyik

**2. ábra:** Zsír a vízben típusú emulzió ábrázolása (Forrás: Mariam Shakeel, 2023)



legnagyobb kihívás, hogy a végtermék érzékszervi tulajdonságai ne romoljanak. A vörösáruk hagyományos szerkezete, többek között emulzió stabilitása a hús miofibrilláris fehérjéknek (miozin, aktin) köszönhető, ezért megfelelő helyettesítőre van szükség. A tojásfehérje ebben kulcsfontosságú szerepet tölthet be (Feiner, 2006b; Li-Chan & Nikai, 1989; Mine, 1995; Xiong, 1997). Az emulziós húskészítményeknél az egyik legfontosabb feladat ez, hogy a zsír apró cseppek formájában, egyenletesen eloszlatva legyen a rendszerben, így tud kialakulni a stabil emulzió. A tojásfehérje bizonyos fehérjéire jellemző a felületaktív tulajdonság – különösen az ovotranszferrin és az ovalbumin. Ez azt jelenti, hogy az olaj-víz határfelületre tudnak rendeződni és stabil védőréteget alakítanak ki. Ez képes megakadályozni az emulzió szétesését a zsírcseppek egyesülésének gátlásával (Mine, 1995). A húsrészarány csökkentésével ez különösen fontos, hiszen ilyenkor a húsfehérje kevesebb, így az emulzió stabilitása könnyen sérülhet. A tojásfehérje jelenléte ezt kompenzálja, ami a vörösáruk esetében kritikus a megfelelő állomány, szeletelhetőség szempontjából. A húsfehérjékhez hasonlóan, hő hatására denaturál, ami kb. 62–65 °C-on kezdődik, és egészen 80–84 °C körül fejeződik be – fehérjekomponenstől függően (Li-Chan & Nikai, 1989). Ez a folyamat stabilizálja a terméket, mert hőkezelés során térhálós szerkezetet hoz létre. Az ennek hatására kialakított fehérjeváz képes megkötni a vizet és a zsírt, a megfelelően szaftos állományhoz és a szeletelhetőséghez hozzájárulva (Abeyrathne és mtsai., 2013). A mechanikai tulajdonságok fenntartásában is segít a géllképzés. Ilyen például a megfelelő rugalmasság, ami a párizsi, és ehhez hasonló termékeknél elengedhetetlen. Az érzékszervi tulajdonságokat tovább vizsgálva – hőkezelés hatására is a megszokott fehér, de kissé opálos kinézetűvé válik a tojásfehérje. A növényi fehérjék sötétedésével ellentétben ez különösen előnyös tulajdonság, mivel nem színezi meg az élelmiszert. Az albuminból hőkezelés hatására jóval kevesebb komponens szabadul fel, mint a sárgájából, ezért az aromája kevésbé intenzív. (Damodaran & Arora, 2013; Umano és mtsai., 1990). (Mariam Shakeel, 2023)

A tojásfehérje mikrobiológiáját tekintve, a lizozim kiemelt fontosságú összetevő, amely enzimatis aktivitásával képes megbontani a Gram-pozitív baktériumok sejtfalát, ezáltal

fokozva a termék mikrobiológiai biztonságát és hosszabb eltarthatóságát (Ibrahim és mtsai., 1996). Továbbá számos baktérium számára a vas elengedhetetlen a növekedéshez, az ovotranszferrin azonban vasmegkötő képessége révén hatékonyan akadályozhatja a mikroorganizmusok szaporodását (Abeyrathne és mtsai., 2013). Ezek a tulajdonságok különösen hasznosak olyan élelmiszerek esetében, ahol az élelmiszerbiztonság és a hosszú tárolhatóság alapvető követelmény.

A technológiai, táplálkozás-élettani tulajdonságoktól elrugaskodva, gazdasági és logisztikai szempontból is előnyös lehet a tojásfehérje alkalmazása. Az Európai Uniót erősen befolyásolják az importált fehérjeanyagok, kiemelkedően a szója – ezzel ellentétben a tojásfehérje hazai, rövid ellátási láncból is származhat. Pontos statisztikát tekintve, a globális szójatermelés mintegy 5%-át dolgozza fel az EU, és több mint 80%-a Brazíliában, Argentínában és az USA-ban zajlik. Ez nagy logisztikai költségeket, valamint hosszú szállítási láncot és importfüggőséget jelent (Barbara & Manon, 2022). Ezzel szemben a tojás magyarországi termelése fejlett és jól szervezett, a feldolgozókapacitás rendelkezésre áll, így a tojásfehérje-alapú készítmények – például a ToTu – belföldön is előállíthatók. Az ökológiai lábnyom csökkentését segíti, továbbá hozzájárul a hazai gazdaság erősítéséhez és a hozzáadott érték növeléséhez is. Emellett erősíti a helyi munkahelyek megtartását, ami szintén fontos társadalmi szempont (Capriovus Kft., é. n.). Ez az alapanyag-stratégia összhangban áll az Európai Unió által is támogatott rövid ellátási láncú rendszerek (Short Food Supply Chains) célkitűzéseivel. (Kneafsey és mtsai., 2013).

#### 2.4. A rögös ToTu összetétele, előállítása és alkalmazhatósága

A Totu termékeket eredetileg azzal a céllal fejlesztettek ki, hogy a laktózzintoleranciában vagy tejfehérje allergiában szenvedők számára egy tápláló tejtermék alternatívát kínáljon (Capriovus Kft., é. n.). Ma már egyre gyakoribbak ezek az egészségügyi problémák: a laktózzintolerancia előfordulása egész Európát tekintve átlagosan 5–15% az EFSA szerint, sőt bizonyos régiókban akár meghaladhatja a 30%-ot is (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA), 2010). A tejfehérje allergia viszont kevesebbet érintő jelenség – különösen gyermekeknél jelent tüneteket (Høst, 2002). Ezekből látható, hogy a ToTu fejlesztése tehát tényleges fogyasztói igényre adott megoldást, azonban fontos megemlíteni, hogy mára a funkciója bővült: az élelmiszer számos előnye miatt nem kizárólag tejmentes étrendekben népszerű, hanem akár olyan trendekben is, amelyek az alacsony zsírtartalmat, a magas

fehérjebevitelt és/vagy a természetes, adalékanyagmentes termékeket keresik a boltok polcain. Pontosabban, miközben fehérjetartalma jelentős, általában 10–12%, addig zsírtartalma elhanyagolható. Külső megjelenésében és állományában teljesen a túróhoz hasonlítható. A világos színe, valamint semleges íze pedig lehetővé teszi, hogy szinte bármely ételben kevésbé érzékelhetően jól használható (Capriovus Kft., é. n.). Tehát tökéletes választás lehet az egészségtudatos, fitness célközönség számára, sőt az igen változatos felhasználhatósága tovább növeli az értékét – akár különféle ételek részeként, akár önállóan is fogyasztható. A ToTu készítmények egyik, még nem emlegetett kulcsfontosságú előnye, hogy egy késztermék. Külön előkészítés és hőkezelés nélkül, azonnal fogyasztható. Teljes mértékben illeszkedik a modern kényelmi trendekhez ezzel a tulajdonságával, ahol az egyszerű, gyors ételek iránti kereslet folyamatosan nő. Saját tapasztalatom szerint is – megkockázatom, hogy a legfontosabb tulajdonság, ami alapján a fogyasztók döntenek, a kényelem. Az elmúlt években dinamikusán bővült a „ready-to-eat” termékek iránti kereslet egész Európában is. Ez annak köszönhető, hogy a fogyasztók egyre inkább előnyben részesítik a tápláló, de időtakarékos élelmiszereket. Ráadásul a ToTu természetes alapú, tartósítószer-mentes termék, így megfelel a clean label elvárásainak is, amelyek ma már meghatározó vásárlói szemponttá váltak. Egy 2023-as szakirodalmi publikáció szerint egyre inkább olyan termékeket keresnek a fogyasztók különösen a húskészítmények esetében, amelyek kevés és ismerős összetevőből állnak, illetve adalékanyagoktól mentesek, és lehetőleg nem tartalmaznak mesterséges összetevőket, főleg mesterséges tartósítószer (Inguglia és mtsai., 2023).

Ahogy feljebb olvasható, a ToTu-t a Capriovus Kft. gyártja, amely Magyarország egyik meghatározó tojásfeldolgozó vállalata. A telephelye Szigetcsépen van, ahol több, egymástól független üzemépületben zajlik a tojásfeldolgozás, késztermékgyártás. Számos terméket gyártanak, mint például a tojásporok, pasztörözött tojáslevek, tojásrudak, illetve a ToTu termékcsalád, amely a tojásfehérje számos feldolgozott formáját kínálja. A többször emlegetett rögzös ToTu mellett a termékpalettán szerepel a krémes és extrán krémes változat és a ToTu ital is, amelyek kényelmi élelmiszert jelentenek a fogyasztók számára. A vállalat továbbá a feldolgozás során keletkezett melléktermékek hasznosításával is foglalkozik – ezt hobbiállat eledelek gyártását teszi (Capriovus Kft., é. n.). Természetesen a gyártástechnológia pontos paramétereit, részleteit a Capriovus Kft. nem hozza nyilvánosságra, de a termék túróhoz hasonlítható állománya alapján az feltételezhető, hogy előállítás a tejiparban alkalmazott túró gyártástechnológiájához közel hasonló elven működik. Ez jellemzően pasztörözést, pH

beállítást, aprítást, illetve valamilyen víztartalom csökkentő eljárást foglal magában. A pH csökkentés nem kizárólag az állomány kialakítása miatt szükséges, hanem a mikrobiológiai biztonságot is ad. Kisebb pH-jú, savas közeg gátolja a legtöbb mikroorganizmus szaporodását (Fox és mtsai., 2004).

## 2.5. A vörösáruk technológiai sajátosságai és a ToTu integrálhatósága

A magyar húskészítmény-kultúrában a „vörösáru” kifejezést nem önálló jogi kategóriaként használjuk, hanem egy gyűjtőfogalomként a szabad szemmel nem látható szemcseméretű, nitrites pácsó által kialakított, vörös színű, főtt, töltelékes húskészítményre. Bár a vörösáru kifejezésre nincs, a csoportba tartozó négy termékre van külön szabályozás. A virslinek, a szafaládénak, a krinolinnak és a párizsinek meg kell felelnie a Magyar Élelmiszerkönyvben rögzített követelményeknek, amelyek pontosan szabályozzák a hústartalmat, kémiai tulajdonságokat, geometriai és érzékszervi elvárásokat (Codex Alimentarius Hungaricus, 2019).

A virsli legfeljebb 26 milliméter átmérőjű, hústartalma legalább 51%, fehérjetartalma minimum 11%, állománya homogén és rugalmas, íze enyhén fűszerezett, ezáltal a gyermekek körében különösen kedvelt. A szafaládé ennél vastagabb, 28–36 milliméter átmérőjű, hústartalma legalább 55%, fehérjetartalma 13%, íze karakteresebb, de állaga hasonlóan rugalmas. A krinolin még vastagabb, robosztusabb, legalább 38 milliméter átmérőjű, fűszerezése fokhagymásabb, paprikásabb jellegű, fehérjetartalma itt is eléri a 13%-ot, hústartalma pedig a 55%-ot kell elérnie. A párizsi, vagy közismert nevén parizer, a legnagyobb átmérőjű vörösárunak számít, töltési kalibere meghaladja az 55 millimétert, hústartalma legalább 51%, fehérjetartalma pedig minimum 11%. Íze enyhén borsos, állaga tömötten rugalmas és leginkább szendvicsekhez vagy hidegtálakhoz használják. Közös érzékszervi elvárás valamennyi terméknél a homogén metszésalap, a rágási maradék nélküli állomány és a jól szeletelhetőség. Továbbá, hogy a csontokról mechanikusan lefejtett hús aránya legfeljebb 10% lehet a késztermékben, amely szabályozás különösen fontos szempont egy részben alternatív fehérjét tartalmazó reformulált változat esetében (Codex Alimentarius Hungaricus, 2019).

Az imént emlegetett termékek gyártástechnológiája nagyon hasonló, noha a kaliber, a fűszerezés és akár érzékszervi tulajdonságok némileg eltérnek. A gyártás a húsalapanyagok előkészítésével kezdődik, amely során a hús csontozásra, darabolásra, majd sok esetben

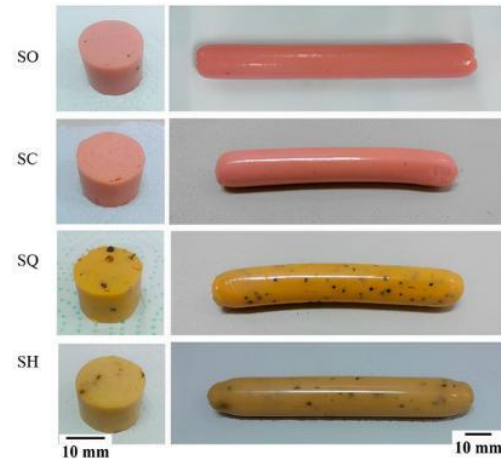
darálásra kerül. Ezt követi a pépkészítés kutterban, ahol a hús, a zsír, a jégpehely, a nitrites pácsó, a foszfátok és a fűszerek homogén práddá keverednek. Ezt bélbe vagy műbélbe töltik a kívánt átmérőnek megfelelően, majd hőkezelés, akár füstölés következik, amely során a termék maghőmérsékletének el kell érnie a 72 °C-ot – ami a megfelelő mikrobiológiai állapotot biztosítja. Hőkezelés hatására denaturáció is megvalósul, ami könnyebb emészthetőséget és jobb állományt idéz elő. A gyors hűtés és a termék csomagolása zárja a folyamatot, ami lehet egész rúd formátum vagy szeletelt kiszereles (Dióspatonyi, 2017; Feiner, 2006b). A rögzös tojáskészítmény integrálása ebbe a technológiai rendszerbe egyszerre jelent egy innovatív lehetőséget és számos kihívást. A tojásfehérje megfelelő technológiai tulajdonságai miatt segítheti a megfelelő állomány megőrzését még akkor is, ha a hústartalom mérséklődik. Ugyanakkor figyelembe kell venni, hogy a Magyar Élelmiszerkönyv által meghatározott követelmények nem sérülhetnek, hiszen, ha a paraméterek nem teljesülnek, a késztermék jogilag nem nevezhető virslinek, párizsinak vagy más vörösárúnak (Codex Alimentarius Hungaricus, 2019). Természetesen, ha nagyobb mennyiségben teszünk bele tojásfehérjét úgy, hogy kedvező érzékszervi tulajdonságaival megfelel a fogyasztói elvárásoknak, akkor is gyártható, piacképes a termék, csak nem nevezhetjük a jól ismert húskészítményeknek. Kizárólag például tojásfehérjével dúsított szendvicsfeltétnek, vagy rudacskáknak nevezhetjük – geometriai tulajdonságától függően.

## 2.6. Fogyasztói elfogadottság

A húsalternatívákat tekintve, a fogyasztói attitűdök vizsgálatai azt mutatják, hogy kicsi a kipróbálási hajlandóságuk, amikor nem kellően hússzerű a termék. Az európai fogyasztók többsége ekkor nem kedvező ízűnek, „nem természetesnek” tartja az élelmiszert (Michel és mtsai., 2021; Onwezen és mtsai., 2021). A jól megszokott íz, kinézet és állomány pontos reprodukálása nem sikerül mindig a növényi fehérjék hozzáadásával, ez gyakran gátolja a fogyasztókat az újravásárlástól (Onwezen és mtsai., 2021). Viszont sok kutató szerint azok a termékek, amelyek részben húsból, illetve részben növényi vagy egyéb alternatív fehérjéből készülnek, átmenetet jelenthetnek a fenntarthatóbb élelmiszeripar felé. Nagy előnyük, hogy jobban megtartják a húselményhez hasonló ízt és textúrát, mint a csak növényi eredetű alternatívák, és mégis közben mérséklődik a húsmennyiség. Bizonyos kísérletekben ki is mutatták, hogy a fogyasztók kevésbé szívesebben próbálnak ki teljesen növényi alternatívákat,

a hibrid termékekkel ellentétben. Természetesen feltétel, hogy megfelelő érzékszervi tulajdonságai legyenek (Baune és mtsai., 2023; Grasso és mtsai., 2022; Profeta és mtsai., 2021). A tojásfehérje egyik fontos előnye íz szempontjából, a semleges ízprofil. Ez azt jelenti, hogy nem hoz be, vagy csak kissé hoz be idegen aromát. Ezt a különbséget már korábban is kiemeltem, és az érzékszervi tulajdonságok vizsgálatánál még hangsúlyosabbá válik: a tojásfehérje nem változtatja meg jelentősen a termék ízét, míg a szójafehérje gyakran az emlegetett „beany”

**3. ábra:** A kutatás során készített kép az ovo-vegetáriánus (SO), klasszikus vegán (SC), quinoa-alapú vegán (SQ) és fűszeres (fine herb) vegán (SH) virslimintákról (Forrás: (Carhuancho-Colca és mtsai., 2024))



mellékízt hordoz, amelyet a fogyasztók gyakran észrevesznek, zavaró lehet a számukra (Mine, 1995; Riaz, 2005). Ez hozzájárulhat ahhoz, hogy könnyebben elfogadhatók legyenek a tojásfehérje-alapú húspótlók a piacon. A tojásfehérje technológiai viselkedéséből eredő állománybeli jellemzőivel is részletesen foglalkoztam már a korábbiakban. De itt is fontos megemlíteni kedvező tulajdonságait: hő hatására homogén gélhálót képez, amely visszatartja a vizet és a zsírt, ezáltal szaftos, jól szeletelhető, homogén állományt biztosít (Mine, 1995; Xiong, 1997). Fogyasztói vizsgálatokban is kimutatták a tojásfehérje kedvező hatásait. Carhuancho-Colca és munkatársai (2024) azt tapasztalták, hogy az albuminnal készült, ovo-vegetáriánus (SO) virsli a vásárlási szándék és az összkedveltség tekintetében szignifikánsan jobb értékeket kapott, mint három másik, növényi alapú kereskedelmi forgalomban kapható alternatívája: egy klasszikus vegán virsli (SC), egy finomfűszeres vegán minta (SH) és egy quinoás vegán minta (SQ). Az érzékszervi leírás során a fogyasztók az SO mintát jellegzetes ízűnek, rugalmasnak, lágyabbnak, pépes jellegűnek írták le, ami összhangban áll azzal, hogy műszeres kohéziója az SC-nél nagyobb volt. Ebben a kutatásban továbbá kimutatták, hogy a színparaméterek korrelálnak a vásárlási szándékkal és az összkedveltséggel. A vöröses-rózsaszínes árnyalatok magasabb, míg a sárgás tónusok alacsonyabb elfogadással társultak (Carhuancho-Colca és mtsai., 2024).

## 2.7. A húskészítmények jövője

Az élelmiszerfogyasztás globális fenntarthatósági kihívásait áttekintve megállapíthatjuk, hogy a húskészítmények fejlesztése a jövőben nem korlátozódhat az eredeti receptúrák kis

módosítására, hanem nagyobb, rendszerszintű innovációkat igényel. Ahogyan dolgozatomban többször is kiemeltem, a részleges húspótlás lehet a legkedvezőbb út, amely lehetővé teszi, hogy minél jobban megőrizzük a megszokott húskélményt, eközben mégis mérsékeljük a környezeti terhelést és akár javítjuk a termékek kedvező táplálkozás-élettani tulajdonságait is. Ebben az elméletben a tojásfehérje egy olyan alternatívát képvisel, amely egyszerre technológiailag jól illeszthető, valamint fogyasztói szempontból is ismert, kedvelt és természetes alapanyagként számít.

Egyre erősebben megfigyelhető az élelmiszeriparban a flexitáriánus trend előretörése. A fogyasztók egy része nem feltétlenül szeretne teljesen vegetáriánus vagy vegán életmódot választani, hanem csak kompromisszumos megoldásokat keresnek csökkentett húsfogyasztás mellett (Curtain & Grafenauer, 2019). Új piacokat nyithat meg a reformulált élelmiszerek számára ez az irány. Ahogy az imént említettem, ezekhez az innovációkhoz jól illeszthetők a tojásfehérje-alapú megoldások is, hiszen ezek hidat képezhetnek a hagyományos hús és a növényi alternatívák között. Különösen az extrudálás, valamint egyéb szerkezetkialakító műveletek szerepét említi ebben a reformulációban a szakirodalom, amelyek révén a hús érzékszervi tulajdonságaihoz közelebb álló élelmiszerek hozhatók létre (Dekkers és mtsai., 2018). A jövő húskészítményeit azonban nem csak az összetevők, hanem a technológiai innovációk is jelentősen befolyásolják. A 3D ételnyomtatás a húshelyettesítők esetében is különösen izgalmas lehet. Ez a technológia képes a textúrák, formák és beltartalmi jellemzők precíz modulálására (Mudau & Adebo, 2024). Manapság még csak elsősorban laboratóriumi környezetben vizsgálják, de a jövőben akár hozzájárulhat ahhoz, hogy a termék az érzékszervi tulajdonságaiban, húskélményben még közelebb kerüljön a hagyományoshoz. Szintén nagy potenciál rejlik és számos kutatást végeznek precíziós fermentáció témában, ahol állati fehérjékkel azonos molekulákat mikroorganizmusok segítségével állítanak elő. Többek között kazeint vagy akár ovalbumint. Ezek előállítására kisebb ökológiai lábnyommal járhat, sőt technológiailag is kedvezőek, mivel jól beilleszthetők a hústermékekbe is (Parodi és mtsai., 2018; Stephens és mtsai., 2018).

Azt mutatják az élelmiszeriparági kilátások, hogy a jövőben, akár az elkövetkező években egy dinamikus növekedés fog bekövetkezni az alternatív fehérjealapú húskészítmények piacán. Bár számos tényezőtől függ a fogyasztók elfogadottsága, vásárlási hajlandósága. Többek között a kinézet, az íz, az állomány, az ár, a kényelem és a kommunikáció továbbra is legfontosabb

szempontok között marad. Ezt a növekedést elősegíti, hogy az egészségtudatos, fenntarthatóságra hajló vásárlói réteg jóval gyorsabban bővül, mint korábban (Grasso & Jaworska, 2020). Az ipar számára ez azt jelenti, hogy a jövőben nem elszigetelt, kis termékinnovációkról, hanem szélesebb körű átalakulásról beszélhetünk: a klasszikus húsipari gyártási folyamatok mellett nagy valószínűséggel egyre nagyobb szerepet kapnak majd a reformulált, részben alternatív fehérjéket tartalmazó élelmiszerek. A fehérjék kombinációján alapuló innovációk mind hozzájárulnak ahhoz, hogy a húsipar egyszerre tudjon reagálni a környezeti kihívásokra és a fogyasztói elvárásokra. A ToTu-hoz hasonló megoldások abban különösen értékesek, hogy már ma is kézzelfogható, ipari szinten alkalmazható alternatívát kínálnak, és nem csak a jövő perspektíváját jelentik.

### 3. Alkalmazott módszerek

#### 3.1. A vörösáruk elkészítéséhez felhasznált anyagok

A húskészítményt a kereskedelmi forgalomban kapható vörösárukhoz szükséges fő alapanyagokból, és elkészítésükhöz megfelelő arányukból készítettem. Ez a hús, szalonna, jégpéhely, nitrites pácsó, tetranátrium-pirofoszfát, nátrium-aszkorbát, és fűszerek. Kivéve a hús részleges helyettesítésére szolgált ToTu tojáskészítményeket. Ezek a termékek a – már korábban emlegetett – Capriovus Kft. által gyártott tejalternatívák, amelyek tojásfehérje, étkezési só és ételecet felhasználásával készülnek, egyes termékeknél proteáz enzim is szükséges a megfelelő szerkezet eléréséhez (Capriovus Kft., é. n.). A továbbiakban részletezem, mely termékeket alkalmaztam a gyártás során.

Nulladik lépésként gyártottam három húskészítményt, három különböző típusú ToTu termék felhasználásával: a rögös, extrán krémes, illetve ital terméket is kipróbáltam. Célom volt a ToTu termékekből megtalálni azt, amelyik segít egy hagyományos vörösáru érzékszervi tulajdonságaiban legjobban hasonlító terméket adni. A húrra vonatkoztatva számoltam ki minden más összetevőt százalékosan. Auchanban vásárolt, vákuumcsomagolt csont nélküli sertéskarajt használtam fel. Bár egy viszonylag nagy zsírtartalmú terméket készítettem, így is igyekeztem minél szárazabb sertéshús részt felhasználni a gyártáshoz. Egy vörösáru elkészítéséhez nélkülözhetetlen a megfelelő mennyiségű szalonna hozzáadása, amihez Auchan kereskedelmi márkás sertés szalonnát használtam fel. További, nagy mennyiségben használt összetevő a jégpéhely, amely elengedhetetlen a készítmény megfelelő állományához, ízéhez. Jégpéhely készítő gép által gyártott, ivóvíz tisztaságú vizet használtam fel a termékbe. Továbbá a termék élelmiszerbiztonsági és érzékszervi megfelelősége végett adtam hozzá nitrites pácsót, tetranátrium-pirofoszfátot, aszkorbinsavat, valamint előre csomagolt húskészítmény fűszerkeveréket.

#### 3.2. A különböző ToTu terméket tartalmazó vörösáruk elkészítésének módszere

A terméket az ipari vörösáru gyártáshoz hasonlóan készítettem labor körülmények között. Az imént kifejtett összetevőkből (3.1.) az alábbi mennyiséget használtam fel:

**1. táblázat:** A különböző ToTu terméket tartalmazó vörösáruk receptúrája tömeg dimenzióba  
(Forrás: Saját munka)

	hús	ToTu termék	szalonna	jég	nitrites pácsó	fűszerkeverék	tetranátrium-pirofoszfát	aszorbinsav
rögössel	200 g	60 g	60 g	120 g	4 g	4 g	1 g	1 g
extrán krémessel	200 g	60 g						
itallal	200 g	60 g						

A termék gyártását a sertéskaraj, illetve sertés szalonna kockákra vágásával kezdtem. Majd kimértem mindkettőből a táblázatnak megfelelően 200, illetve 60 g-ot – a három termék gyártásához szükséges háromszor, három külön tálba. Ezek után a ToTu termékeket (rögös, extrán krémés, ital) mértem ki, mindhárom esetben a hús tömegére vonatkoztatott 30%-nyi mennyiséget, tehát 60 g-ot. Majd az adalékanyagokat és fűszereket: termékenként 4 g nitrites pácsót, 4 g fűszerkeveréket, 1 g tetranátrium-pirofoszfátot, illetve 1 g aszorbinsavat. Utolsóként kimértem a szükséges jégpelyhet, hogy minél kevésbé olvadjon fel.

**4. ábra:** A bal oldali képen a kimért alapanyagok, a jobb képen pedig az ebből készült pépek (kék: rögössel; zöld: extrán krémessel; sárga: itallal) (Forrás: Saját munka)



Következő lépésként az összetevők aprítása, homogenizálása történt egy konyhai kutter segítségével. A megfelelő reprodukálhatóság végett egy szabályozott aprítás történt. Mindhárom minta összetevői ugyanolyan sorrendben adagoltam és ugyanannyi ideig lettek kutterezve. Először a hús, illetve a jégpelyhely 1/3 része került a kutterbe, amelyet egy percig kuttereztem. Majd hozzáadtam a ToTu terméket, illetve még 1/3 rész jégpelyhelyt. Ezen lépés után is 1 percig kuttereztem a már bennelevő összetevőket. Majd végül a szalonnát, a még hátramaradt jégpelyhelyt, illetve a száraz összetevőket (nitrites pácsó, fűszerkeverék,

tetranátrium-pirofoszfát, aszkorbinsav) adtam hozzá, minél jobban szétosztatva, két perc kutterezéssel.

Az így elkészült húsképeket a vörösárgyártástól eltérő módon formáztam. Nem bélbe töltöttem, hanem Petri csészébe, amelyet lefedtem egy másik Petri-csészével. Ezekben hőkezeltam a mintáimat légkeveréses sütőben, 85°C-os hőmérsékleten, élelmiszerbiztonsági elvárásnak megfelelően, 72°C-os maghőmérsékletig. Ezt rendszeresen egy élelmiszer maghőmérővel ellenőriztem.

**5. ábra:** Az elkészült vörösáruk (balról jobbra: rögös, extrán krémes, ital készítménnyel)  
(Forrás: Saját munka)



Az így elkészült mintáimat érzékszervileg megvizsgáltam. Azt kerestem, melyik hasonlít legjobban egy kereskedelmi forgalomban kapható vörösáruira. A rögös készítménnyel kaptam egyértelműen a legjobb állományt, illetve ízben is egy kicsit kedvezőbb volt. Továbbá tápértéküket megvizsgálva a rögösnek a legnagyobb, 19% a fehérjetartalma, míg az extrán krémes 15%, az ital pedig mindössze 5,6% fehérjetartalommal rendelkezik. A rögös ToTu ezen pozitív tulajdonságainak köszönhetően arra az elhatározásra jutottam, hogy ezzel szeretnék a továbbiakban dolgozni (Capriovus Kft., é. n.).

### 3.3. A rögös ToTu terméket tartalmazó vörösáruk elkészítésének módszere

Az előzőekhez (3.2.) hasonlóan készítettem ezen húskészítményeket is, kizárólag a receptúra tér el. Ez esetben csináltam egy kontroll mintát, ami nem tartalmaz tojás-készítményt, csupán egy hagyományos vörösáru elkészítéséhez szükséges összetevőket. Továbbá csináltam három rögös ToTu is tartalmazó mintát. Fokozatosan növeltem a tojástartalmat, és csökkentettem a hústartalmat. Az alábbi táblázatban látható az így készült termékek receptúrája:

**2. táblázat:** A kontroll, és rögös ToTu terméket tartalmazó vörösáruk receptúrája tömeg dimenzióban *(Forrás: Saját munka)*

	hús	rögös ToTu	szalonna	jég	nitrites pácsó	fűszerkeverék	tetranátrium-pirofoszfát	aszkorbin-sav
<b>kontroll</b>	200 g	0 g	60 g	120 g	4 g	4 g	1 g	1 g
<b>10%-os</b>	180 g	20 g						
<b>20%-os</b>	160 g	40 g						
<b>30%-os</b>	140 g	60 g						

**6. ábra:** A bal képen a növekvő tojástartalmú vörösáruk összetevői, jobbra pedig a pépek (fehér: kontroll; sárga 10%; zöld: 20%; kék: 30%) *(Forrás: Saját munka)*



Ez esetben is elsőként kimértem a szükséges összetevőket. Majd a korábban leírtaknak megfelelő sorrendben, ideig kuttereztem, és a prádot Petri-csészébe töltöttem. Majd ez esetben is 85°C-on 72°C-os maghőmérsékletig hőkezelttem.

**7. ábra:** A hőkezelt minták (balról jobbra a kontrolltól a 30% tojástartalmú termékig) *(Forrás: Saját munka)*



### 3.4. Mérési módszerek

#### 3.4.1. Tápérték meghatározása

Termékfejlesztéskor érdemes meghatározni a késztermékre jellemző tápanyag-összetételt. Ezt tápérték-táblázat formában jól lehet szemléltetni. Megmutatja, hogy 100 g termék hány gramm zsírt, szénhidrátot, fehérjét, rostot, illetve sót tartalmaz. Ezen felül a termék energiatartalma is

leolvasható. A termék zsírtartalmánál a húst, illetve hozzáadott szalonnatartalmat számoltam bele. Ahogy korábban említettem, a ToTu termékek zsírtartalma nulla. Szénhidrátartalomról – bár nagyon kis mennyiségben – a sertéskaraj, valamint a tojáskészítmények esetén beszélhetünk, így csak ezeket vettem számításba ezen paraméter meghatározásánál. Fehérjetartalom számolásakor jelentősen a hús, illetve ToTu termék fehérjetartalmával lehet kalkulálni. Pontos mérés esetén a szalonna fehérjetartalmát is figyelembe kell venni, én is ekképpen jártam el. A nitrites pácsó, illetve a ToTu termékekben jelen levő néhány tized gramm só adja a termék sótartalmát. A számoláshoz a Ciquál adatbázis volt segítségemre (*Ciquál*, 2025). Az alapanyagok makrotápanyag-összetételét az általam használt mennyiségükkel súlyoztam – így kaptam meg az egyes minták összetételét. A számításakor két tápérték-táblázatot is kaptam: az egyikben ténylegesen az általam gyártott minta tápértékét számoltam. Ez azt jelenti, hogy a hőkezelési veszteségnél kapott értékeket figyelembe vettem (kontroll: 8,9%; 10%-os: 8,7%; 20%-os 8,7%; 30%-os: 8,2%). Labor körülmények között, a Petri csészében megvalósított hőkezelésnél tömegcsökkenést tapasztaltam, tehát a minta szárazanyagtartalma nőtt, a készítmény töményedett mindegyik – a tápérték-táblázatban feltüntetett – tápanyagban. A másik mérés során pedig egy olyan értéket számoltam, mintha az iparban készülne a termék. Az iparban vízgőzzáró bélben nem történne hőkezelési veszteség, így ebben az esetben 0% hőkezelési veszteséggel számoltam.

#### 3.4.2. Hőkezelési veszteség meghatározása

A hőkezelési veszteség meghatározásához bemértem a petricsészébe töltött nyers pép tömegét ( $m_0$ ), majd a hőkezelést követően a petricsészéből kiemeltem a hőkezelt terméket és lemértem annak a tömegét is ( $m_1$ ). A két tömeg különbségéből számoltam a tömegveszteséget, amit a kiindulási tömeg ( $m_0$ ) %-ában adtam meg és értékeltem. Az alábbi képlettel számolható:

$$\frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100 = \text{hőkezelési veszteség (\%)}$$

#### 3.4.3. pH mérés

Ezen méréshez Testo 206 (Testo SE & Co. KGaA, Németország) típusú szűrőelektródás pH-mérő készüléket használtam. Mindegyik mintám pH mérését szobahőmérsékleten végeztem. Mind a nyers pépekkel, mind a hőkezelt mintáimmal 3-3 párhuzamos mérést végeztem, majd ezekből átlagot és szórást számítottam. Minden mérés között a készüléket vízzel letisztítottam, majd papírtörülkövel szárazra töröltem.

### 3.4.4. Szín mérés

Ezen mérés során Konica Minolta CR 400 (Konica Minolta Sensing, Japán) színmérő készüléket használtam. A szín mérés során három fontos paramétert rögzítettem és hasonlítottam össze. Az  $L^*$  érték a világossági tényezőt jelöli, amely 0 és 100 között változik – minél közelebb van a 100-hoz, annál világosabb a minta. Az  $a^*$  a vörös-zöld tengelyt képviseli: pozitív értéknél vörös, negatívnál zöld színt jelez. A  $b^*$  pedig a sárga-kék tengelyt mutatja, ahol a pozitív érték sárga, a negatív pedig kék színt jelent. Ezekből a koordinátákból teljes színínger különbséget ( $\Delta E^*$ ) számoltam, mivel ez egy vizuálisan érzékelhető hatást mutat egy összbenyomást ad a színről. Itt megvizsgáltam a különböző tojás készítményt-tartalmazó húskészítményeket a kontrollhoz képest, illetve mindegyik minta nyers és hőkezelt párját is viszonyítottam egymáshoz. Az alábbi képlettel számolható:  $\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$

**3. táblázat:** Az érték így jellemezhető szabad szemmel (*Forrás: Ciquál, 2025*)

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

A szín méréshez a mintáimat fóliával fedtem le, hogy ne szennyezze a műszer érzékelőjét. a mérés előtt a színmérő eszközt a méréshez használt fólián keresztül kalibráltam. A pép, illetve késztermék mintákon három párhuzamos mérést végeztem.

### 3.4.5. Szárazanyag-tartalom mérés

A prád, illetve a késztermék esetén is végeztem szárazanyag-tartalom mérést. Mindkét esetben, minden mintánál három párhuzamos mintát vizsgáltam. A Petri-csészék tömegét lemértem egy analitikai mérleg segítségével, majd úgy is, hogy mindegyikbe bemeztem 1-2 g mennyiségű mintát. Majd ezeket behelyeztem egy 105°C-os hőmérsékletű szárítószekrénybe, és tömegállandóságig szárítottam. Amikor ez megtörtént, analitikai mérleggel visszamértem a Petri-csészéket a bennük lévő megszáradt termékkel együtt. A mérés során megkapott adatokkal kiszámítható a vizsgált termék szárazanyag-tartalma.

### 3.4.6. Vízaktivitás meghatározása

A termék vízaktivitásának mérésére a LAbMaster-aw neo mérőműszer volt segítségemre. E mérés során is mindegyik mintámat szobahőmérsékleten vizsgáltam – kizárólag a kész húskészítmények esetén alkalmaztam a mérést. Mind a négy hőkezelt mintánál 3-3 párhuzamos mérést végeztem úgy, hogy minden esetben igyekeztem a termékből véletlenszerű helyről mintát venni.

### 3.4.7. Víztartó képesség meghatározása

A minták víztartó képességét Grau és Hamm (1953) módosított módszerével, egy úgynevezett préselési próba segítségével határoztam meg. A vizsgálathoz szárítószekrényben kiszáritott, ismert méretű szűrőpapírokat (átmérője: 9 cm) mértem le analitikai mérlegen. Majd ezekre a papírokra analitikai pontossággal 0,2-0,3 g mennyiségű hús mintát mértem be. Ezt követően a szűrőpapírlapokat a húsmintával együtt két, tiszta és szárazfelületű üveglap közé helyeztem, majd 5 percen keresztül 500 g-os súllyal préseltem a mintát. A préselést követően eltávolítottam a papírlapról a húsdarabkát és egy hajszárító segítségével egy kicsit megszáritottam a foltot, hogy ne terjedjen tovább. A hús által hagyott foltot kivágtam és a visszamaradt papírt analitikai mérlegen lemértem (Grau & Hamm, 1953). A kapott eredmények alapján kiszámolható a mintáim víztartó képessége a következő képlet alapján:

$$\text{minta víztartó képessége } (mm^2/mg) = \frac{\text{kivágott folt területe}(mm^2)}{\text{bemért minta tömege}(mg)}$$

Mintánként három párhuzamos mérést végeztem és ezek eredményeiből határoztam meg a minták átlagos víztartó képességét.

**8. ábra:** A préselési próba kivitelezése (Forrás: Saját munka)



### 3.4.8. Állományvizsgálat

#### 3.4.8.1. A húspép állományának vizsgálata

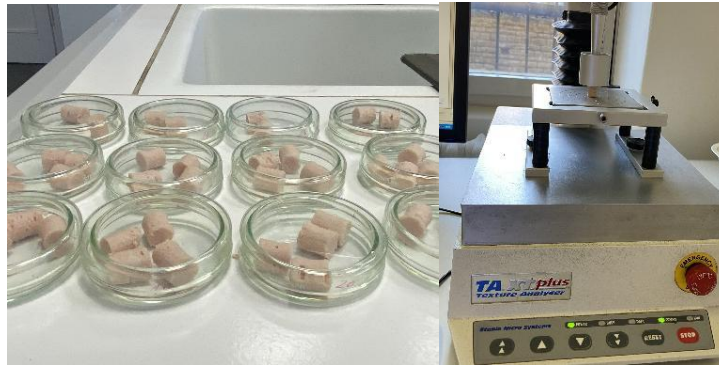
A húspépek állományát a SMS TA.XT Plus típusú állománymérő készülék segítségével vizsgáltam, a méréshez pedig a TTC Spreadability Rig feltétet alkalmaztam, amely a plasztikus és viszkózus anyagok kenhetőségének és tapadásának meghatározására szolgál. A mérőrendszer két fő elemből áll: az álló mintatartó hengerből, valamint a keresztfejhez erősített, 45 mm átmérőjű, 90°-os kúpos mérőfejből. A vizsgálat során a kúpos mérőfej a mintába hatolt, miközben a berendezés mérte a behatoláshoz szükséges erőt (F, N). A mért erő értékekből a maximális erőt (Fmax, N) használtam az értékeléshez, amely a pép kenhetőségére utal. A keresztfej visszahúzásából a tapadási erőt kaptam meg, amely a minta tapadosságáról nyújt információt (Fmin, N). Egy mintatartó edényt és egy 50 mm mély próbatestet használtam, a mérőfejet 48 mm mélységig engedtem le, 2 mm/s sebességgel. A mérés előtt a mintákat szobahőmérsékletre temperáltam.

#### 3.4.8.2. A késztermék állományának vizsgálata

A késztermékek objektív állományméréshez 10 db hengert szúrtam ki mintánként az elkészült vörösáruból. Fontos volt, hogy a minták eltérő geometriai tulajdonsága ne befolyásolja a mérést, így azonos, 12 mm magas és 12 mm átmérőjű hengereket formáztam. A mérés előtt a mintákat 10°C-on temperáltam. A vizsgálat során SMS TA.XT állománymérő műszerrel dolgoztam, TPA (Texture Profile Analysis) módszert alkalmaztam. Ehhez egy 5 mm átmérőjű, rozsdamentes mérőfejet használtam. A mérőfej 2 mm/sec sebességgel nyomta meg a mintát, majd az elért távolság után 10 mm/sec sebességgel mozgott felfelé. A módszer utánozza az emberi harapást úgy, hogy a vörösáruból készített hengert kétszer összenyomja, oly módon, hogy a belső szerkezete megroppanjon. A mérésem során 70%-os kompressziót állítottam be.

A rendszer által felvett erő – deformáció (idő) görbéről számos információt megtudunk. A kapott adatok segítségével vizsgáltam a keménységet ( $F_{max}$ ), illetve számoltam a kohéziót, rugalmasságot és a három adat szorzatából a rághatóságot.

**9. ábra:** A hengerre formált húskészítmények állománymérése, és az állománymérő készülék (Forrás: Saját munka)



#### 3.4.9. A pépek reológiai vizsgálata viszkoziméterrel

A húspépek viszkozitásának meghatározását Anton Paar MCR 92 típusú reométerrel végeztem. A készülék működési elve a koaxiális hengeres mérőrendszerre épül, amelyben a belső henger forgásba lendül, míg a külső álló helyzetben marad. A vizsgálandó minta a két henger közötti szűk résben helyezkedik el, így a belső henger mozgása a rétegek egymáson való elcsúsztatásával hozza létre a mérhető nyírófeszültséget. Ez a rendszer lehetővé teszi a minta viszkozitásának pontos számítását, mivel a forgatáshoz szükséges nyomaték közvetlenül arányos a rétegek közti súrlódással. A vizsgálatok során 20 °C mérési hőmérsékletet állítottam be. A használt mérőhenger 40,003 mm hosszúságú volt, átmérője 26,651 mm, míg a külső edény belső átmérője 28,920 mm volt. A méréseket rotációs üzemmódban hajtottam végre: először a gyorsuló szakaszban 10–1000 1/s tartományban, majd a lassuló szakaszban 1000–10 1/s közötti tartományban rögzítettem a pontokat. Minden húspép mintát három párhuzamos ismétléssel mértem. A mérés megkezdése előtt minden esetben elmostam és szárazra töröltem a mérőhengert, hogy kizárjam az előző minta vagy a maradék nedvesség befolyását. Az adatokat az Anton Paar RheoCompass szoftver segítségével értékeltem ki.

**10. ábra:** Anton Paar MCR 92 típusú reométer (Forrás: Saját munka)



#### 3.4.10. Érzékszervi minősítés

Ebben az esetben a kontroll, valamint három tojáskészítményt tartalmazó húskészítmény minősítését 23 bíráló végezte. Fontos megjegyezni, hogy egy ilyen jellegű vizsgálat szubjektív eredményekkel jár, mivel a bírálók véleményét számos tényező befolyásolhatja. A bírálók kiválasztásánál törekedtem arra, hogy minél változatosabb háttérrel rendelkező személyek vegyenek részt a vizsgálatban. Érdeemes megjegyezni, hogy a felmérést nem szakértők végezték, bár akadtak közöttük olyanok, akiknek már volt tapasztalatuk érzékszervi minősítésekben. A bírálóknak mindössze annyi információ állt rendelkezésükre, hogy húskészítményeket kell értékelniük, mégpedig öt érzékszervi szempont szerint: szín, illat, íz, állomány és összbenyomás. Ezeket egy 1-től 5-ig terjedő skálán kellett pontozniuk kedveltségük alapján. Nem tájékoztattam őket, hogy fokozatosan növekvő tojástartalmú készítmények, kizárólag egy kérdést tettem fel a bírálóknak: „Van-e felismert tojásallergiája?” Fontos volt, hogy a bírálók ne ismerjék a termékek közötti különbségeket, hisz az befolyásolja a pontozást, ezért a minták véletlenszerű kódokat kaptak: 516-os, 851-es, 223-as, illetve 578-as jelzést viselték. Illetve különböző sorrendben minősítették a termékeket, hogy ne befolyásolja a mérést a bírálás sorrendje.

#### 3.4.11. Statisztikai módszerek

Egytényezős varianciaanalízissel (ANOVA) végeztem a mérési eredmények kiértékelését SPSS (IBM SPSS Statistics) programban. A minták közötti különbségek statisztikai szignifikanciájának megállapítására volt a célom ezzel. Ez a módszer feltételezi a normalitást és a szóráshomogenitást, amelyeket a számítás előtt ellenőriztem. Amennyiben az ANOVA szignifikáns különbséget mutatott ( $p < 0,05$ ), Tukey HSD (Honestly Significant Difference)

tesztet alkalmaztam a minták páronkénti összehasonlítására. Az eredményeket 5%-os szignifikanciaszinten értékeltem.

## 4. Eredmények és értékelésük

### 4.1. Tápérték meghatározása

Ahogy a módszer leírásánál már említettem, két tápérték táblázatot készítettem. Egyet a méréseim során kapott hőkezelési veszteség figyelembevételével, a másikat pedig úgy, mintha nem vesztett volna a minta a nedvességtartalmából.

**4. táblázat:** A hőkezelési veszteséggel is számolt tápérték-táblázat (Forrás: Saját munka)

Átlagos tápérték 100 g termékben	kontroll	10%-os totu tartalom	20%-os totu tartalom	30%-os totu tartalom
Energia	1013 kJ/242 kcal	1088 kJ/236 kcal	962 kJ/230 kcal	933 kJ/223 kcal
Zsír	21,1 g	20,5 g	19,9 g	19,2 g
Szénhidrát	0,43 g	0,41 g	0,39 g	0,37 g
Fehérje	12,6 g	12,4 g	12,3 g	12,1 g
Rost	0 g	0 g	0 g	0 g
Só	1,14 g	1,16 g	1,18 g	1,20 g

**5. táblázat:** A hőkezelési veszteséggel nem számolt tápérték-táblázat (Forrás: Saját munka)

Átlagos tápérték 100 g termékben	kontroll	10%-os totu tartalom	20%-os totu tartalom	30%-os totu tartalom	100%-os totu tartalom
Energia	921 kJ/220 kcal	900 kJ/215 kcal	879 kJ/210 kcal	858 kJ/205 kcal	858 kJ/169 kcal
Zsír	19,2 g	18,7 g	18,2 g	17,6 g	14,0 g
Szénhidrát	0,39 g	0,38 g	0,36 g	0,34 g	0,21 g
Fehérje	11,4 g	11,3 g	11,2 g	11,1 g	10,5 g
Rost	0 g	0 g	0 g	0 g	0 g
Só	1,04 g	1,06 g	1,08 g	1,10 g	1,24 g

Természetesen hőkezelési veszteség következtében koncentrálnak a szárazanyag tartalma, így minden tápanyagnál nagyobb értékeket lehet leolvasni az első táblázatban, mint a másik táblázat esetén. Például, míg az első táblázatban 1013 kJ energiátartalommal rendelkezik a kontroll termék, addig a második esetén 921 kJ. Valamint míg a veszteséges számolásnál a 30% ToTut tartalmazó minta fehérjetartalma 12,1 g, addig a nem veszteséges esetén 11,1 g. Tehát mindössze 1 g különbségről beszélhetünk. Az kontroll minta zsírtartalma az egyik esetben 21,1 g, míg a másikban 19,2. Tehát összességében elmondható, hogy legfeljebb 1-2 g különbség tapasztalható a két eredmény halmaz között.

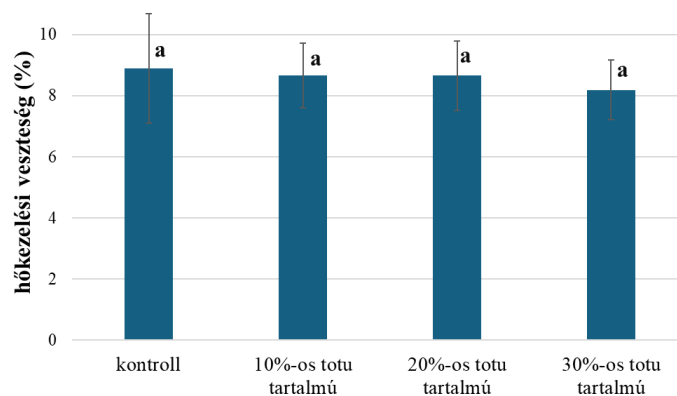
Tovább elemezve a hőkezelési veszteséggel kalkulált tápérték-táblázatot, megállapítható, hogy a ToTu tartalom növelésével fokozatosan csökken a zsírtartalom. Nem véletlen, hisz a hozzáadott tojástermékeknek nulla a zsírtartalma, míg a csökkenő hústartalom rendelkezik valamennyi zsírral. Ez a csökkenés kis mértékű, mindössze 2,1 g különbség van a kontroll és a 30% tojásfehérjét tartalmazó minta között. A különböző termékek szénhidrátartalmában szinte nincs különbség, elhanyagolható. Néhány század grammos csökkenés látható, amelyet a csökkenő mennyiségű sertéskaraj szénhidrátartalmának köszönhet. A fehérjetartalomban is látható egy egyértelmű lefutás – csökkenés látható. Itt mindössze annyi számított, hogy a rögzös ToTu-nak, vagy az általam használt húsnek a nagyobb a fehérjetartalma. A Ciqal adatbázisban 20,8 g fehérje/100 g sertéskaraj mennyiséget lehet olvasni, így én is ezzel az adattal kalkuláltam. A tojásfehérje esetén pedig 19 g-ot adott meg a Capriovus Kft. Tehát a nagyobb fehérjetartalmú összetevő (karaj) mennyisége csökken a mintákat sorban tekintve, ennek köszönhető a csökkenő fehérjetartalom. Természetesen, ha pontosan szeretnénk tudni, akkor fehérjetartalom mérésével kaphatnánk meg. Rosttartalomról egyik összetevő esetén sem beszélhetünk, így azt a sort nullának jelöltem a táblázatban. A nitrites pácsó 99,5%-a konyhasó (NaCl), mindössze 0,5%-a nátrium-nitrit, így természetesen az, illetve a ToTu termék néhány tized grammos (0,4 g/100 g termék) sótartalma adja a minta sótartalmát. Mivel mindegyik minta esetén ugyanannyi pácsót alkalmaztam, ezáltal kizárólag tojásfehérje készítmény adja a változást a sótartalomban. A növelésével kissé nő, de természetesen olyan kis mértékben, hogy ez is elhanyagolható.

A hőkezelési veszteséggel nem kalkulált táblázatban természetesen ugyan az a lefutás minden tápérték esetén, csak kisebbek az értékek, ahogy már korábban néhány összehasonlítással alátámasztottam. Továbbá ezen számolás során kíváncsi voltam, hogy milyen tápérték jellemezné azt a terméket, amelyik kizárólag rögzös tojáskészítményt tartalmaz, húst egyáltalán nem. Ennek eredményeit jelzi a 100%-os ToTu tartalmú oszlop. Itt már látható némely tápértékben jelentős különbség: a zsírtartalma 19,2 g-ról 14 g-ra csökkent, tehát 27%-kal csökkent a kontrollhoz képest. Szénhidrátartalma körülbelül 0,2 g-mal csökkent, míg sótartalma nagyjából ennyivel csökkent. Természetesen ezek elhanyagolhatóak, de a lefutás látható.

## 4.2. Hőkezelési veszteség mérés eredményei

A 11. ábrán látható, hogy a kontroll mintánál a veszteség 9% körül alakul, majd a ToTu tartalom növelésével kicsi, de fokozatos csökkenés figyelhető meg. A 30%-os ToTu tartalmú mintánál már 8 százalékos körüli értéket mértem, ami jól mutatja, hogy a tojásfehérje hozzáadása kedvezően hat a főzési kihozatalra. Ez azzal magyarázható, hogy a tojásfehérje hő hatására stabil gélt képez, amely képes hatékonyabban visszatartani a vizet, mint a húspanban jelen lévő miofibrilláris fehérjék. Ezt a megfigyelést ez a szakirodalmi forrás is alátámasztja (Wang és mtsai., 2025). A statisztikai eredményeket tekintve, a különböző tojásfehérje mennyiséggel készített húskészítmények hőkezelési veszteség értékei között nem mutatkozott szignifikáns különbség a varianciaanalízis alapján.

**11. ábra:** Különböző mennyiségű Totuval készített vörösáruk hőkezelési veszteség értékei. Az oszlopok feletti betűk (a) szignifikáns különbséget jelölnek ( $p < 0,05$ ) (Forrás: Saját munka)

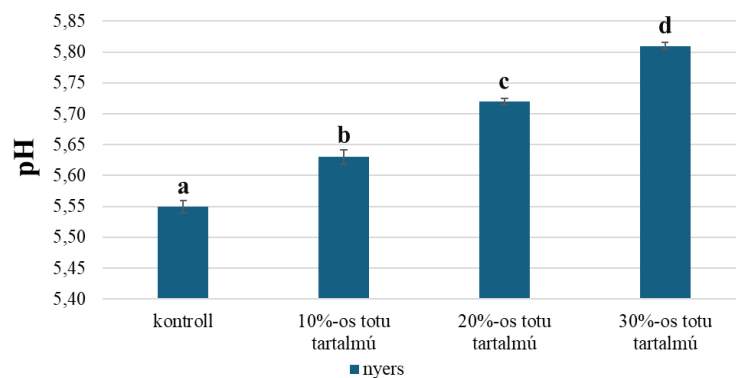


## 4.3. pH mérés eredményei

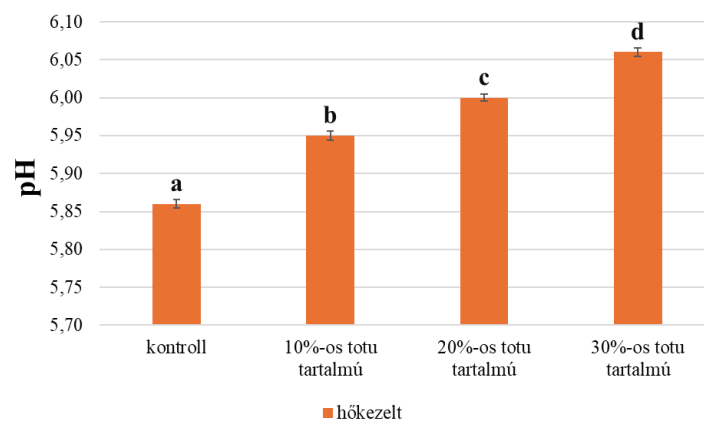
A pH mérés során egyértelműen növekvő tendencia figyelhető meg a tojásfehérjekészítmény növelésével. 12. ábrán jól látható, hogy a kontroll minta pH-ja a legkisebb, a 30% ToTu-t tartalmazó mintáé pedig a legnagyobb. Míg a nyers hús pH-ja körülbelül 5,6-5,8, addig a tojásfehérjét 7,6-8,5 közötti pH-val lehet jellemezni. Ennek eredményeként, ahogy a hústartalmat csökkentjük, és a tojástartalmat növeljük, a pH érték növekedése figyelhető meg. A pH érték fokozatosan, körülbelül egy tized pH egységgel növekszik a Totu hozzáadásával. Így az 5,55-ös kontrollról 5,81-es értékre nő a legnagyobb (30%) tojástartalmú esetén. A hőkezelt mintáknál ugyanez a tendencia figyelhető meg (13. ábra). A hőkezelt minták pH-ja mindegyik esetben nő. Például, míg a 10%-os tojásfehérje tartalmú nyers púp pH-ja 5,63, addig a hőkezelté 5,95. Mindegyik más minta esetében nagyjából 0,3 érték változás történt. Az

eredményeket statisztikailag vizsgálva, a különböző ToTu mennyiséggel készített nyers húspépek pH értékei között szignifikáns különbség mutatkozott a varianciaanalízis alapján. A Tukey HSD teszttel vizsgálva a csoportok közötti szignifikáns különbséget, az látható, hogy mindegyik csoport (kontroll, 10%, 20%, 30%-os tojástartalmú) szignifikánsan különbözik egymástól pH érték tekintetében. A késztermékek esetén is ugyanezen az eredmény látható.

**12. ábra:** Különböző mennyiségű Totuval készített vörösáruk pH eredményei a nyers pép esetén. Az oszlopok feletti betűk (a,b stb.) szignifikáns különbséget jelölnek ( $p < 0,05$ ) (Forrás: Saját munka)



**13. ábra:** Különböző mennyiségű Totuval készített vörösáruk pH eredményei a hőkezelt minta esetén. Az oszlopok feletti betűk (a,b stb.) szignifikáns különbséget jelölnek ( $p < 0,05$ ) (Forrás: Saját munka)

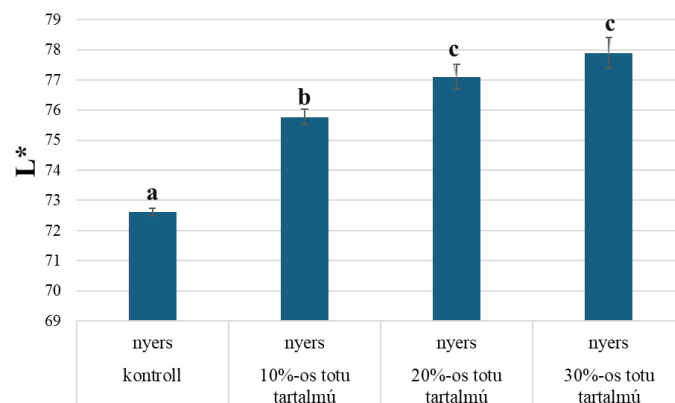


#### 4.4. Színmérés eredményei

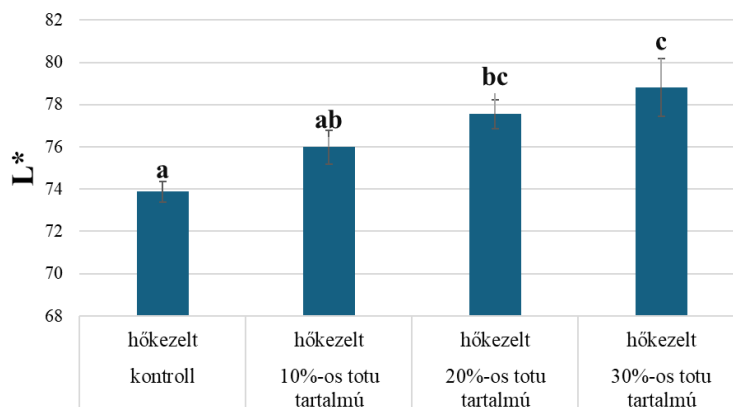
A színmérés során az  $L^*$ ,  $a^*$  illetve  $b^*$  paramétereket vizsgáljuk, amelyek jól jellemzik a minták színét, a minták közötti különbséget. Az  $L^*$  a világossági tényező: ezen eredményeket a 14. ábrán szemügyre véve megállapíthatjuk, hogy a rögzös ToTu mennyiségének növelésével megfelelően nő az  $L^*$  érték, tehát a kontroll minta a legsötétebb, majd egyre világosabb a

húskészítmény. Semmilyen más tényező nem befolyásolhat, hisz ugyan azzal a receptúrával és technológiával (paraméterekkel) készült mind a négy minta. Természetesen ez is az elvárásunk, mivel a hozzáadott tojáskészítmény fehér színű. Mind a nyers pép, mind pedig a hőkezelt termékekénél (15. ábra) megfigyelhető ez a tendencia. Hőkezelés hatására világosodik mindegyik minta, ezt a megnőtt  $L^*$  jelzi számunkra. A hús színét legnagyobb részben a mioglobin adja. Ezt a piros színt sok esetben el is várja a fogyasztó a húskészítményektől. Ezáltal fontos cél a húsiparban egy olyan gyártástechnológia kialakítása, amiben ehhez hasonló színű termék keletkezik, és meg is tartja ezt a színt. Ebben is nagy szerepet játszik a nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ). Nitrozo-mioglobin kialakításával, egy élénk piros színt ad a húskészítménynek, majd hőkezelés hatására nitrozo-miokromogénné alakul, amelytől kicsit világosodik, már rózsaszínűvé válik (Feiner, 2006a). Ez okozza az általunk is tapasztalt  $L^*$  érték növekedést.

**14. ábra:** A kapott L\* értékek a különböző Totu-tartalmú nyers pép minták vizsgálatánál. Az oszlopok feletti betűk (a,b stb.) szignifikáns különbséget jelölnek ( $p < 0,05$ ) (Forrás: Saját munka)



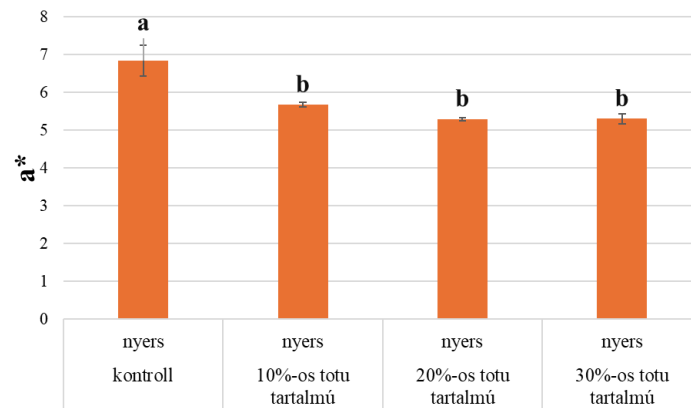
**15. ábra:** A kapott L\* értékek a különböző Totu-tartalmú hőkezelt minták vizsgálatánál. Az oszlopok feletti betűk (a,b stb.) szignifikáns különbséget jelölnek ( $p < 0,05$ ) (Forrás: Saját munka)



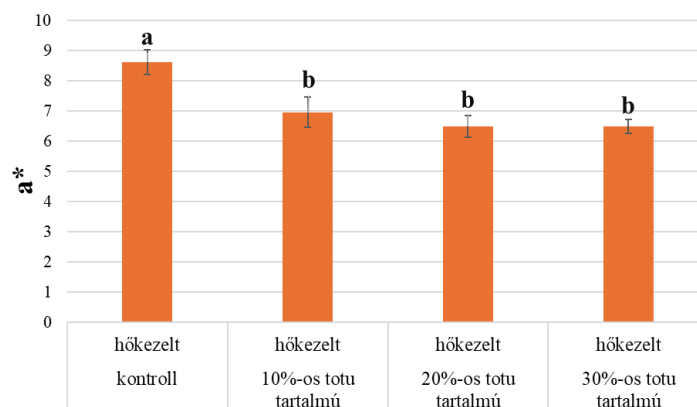
Az a\* a vörös-zöld színezeti tényező. A 16-17. ábrán látható, hogy a nyers, illetve hőkezelt minták esetén is csökken ez az érték. Ahogy korábban említettem, egy kiemelkedő cél a húskészítmények esetén a fogyasztó elvárásainak megfelelő (vörös) szín. Az a\* csökkenése azt

jelzi, hogy a tojástermék mennyiség növelésével egyre kevésbé vörös színű a termék. Látható, hogy befolyásol ezen érzékszervi tulajdonságban a fehér színű ToTu termék hozzáadása.

**16. ábra:** A kapott  $a^*$  értékek a különböző Totu-tartalmú nyers pép minták vizsgálatánál. Az oszlopok feletti betűk (a,b) szignifikáns különbséget jelölnek ( $p < 0,05$ ) (Forrás: Saját munka)

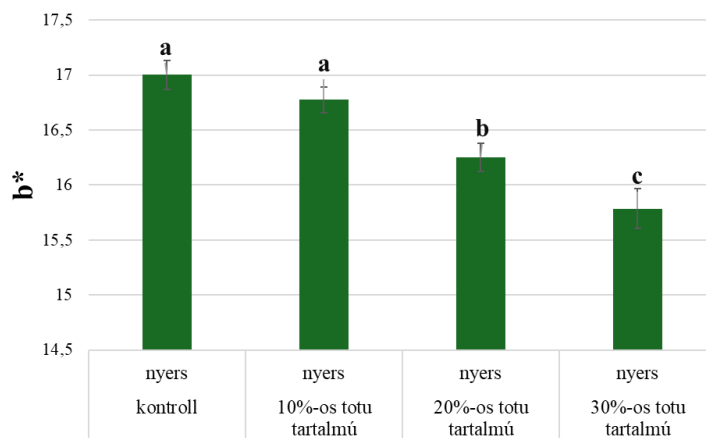


**17. ábra:** A kapott  $a^*$  értékek a különböző Totu-tartalmú hőkezelt minták vizsgálatánál. Az oszlopok feletti betűk (a,b) szignifikáns különbséget jelölnek ( $p < 0,05$ ) (Forrás: Saját munka)

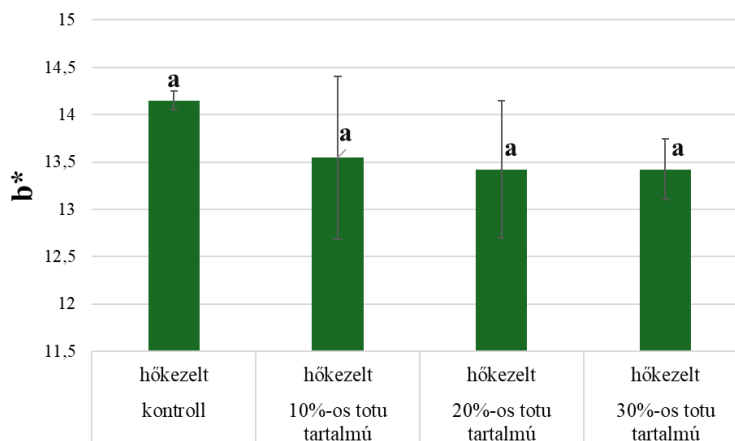


A harmadik,  $b^*$  paraméter pedig egy sárga-kék tengelyen jelzi a minta színét – a 18., illetve 19. ábra ad erről információt. Ez esetben a tojáskészítményt egyre nagyobb mértékű adagolása hatására csökken ez az érték, csökken a sárga színjellemzője. Hőkezelés hatására pedig még 2-3 értékkel csökken a  $b^*$  érték.

**18. ábra:** A kapott  $b^*$  értékek a különböző Totu-tartalmú nyers pépek vizsgálatánál. Az oszlopok feletti betűk (a,b stb.) szignifikáns különbséget jelölnek ( $p < 0,05$ ) (Forrás: Saját munka)



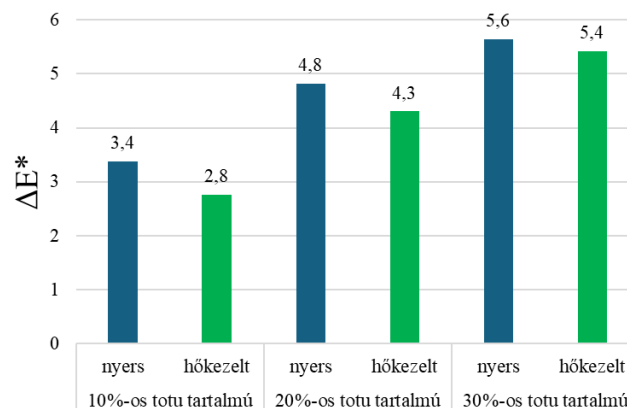
**19. ábra:** A kapott  $b^*$  értékek a különböző Totu-tartalmú hőkezelt minták vizsgálatánál. Az oszlopok feletti betűk (a) szignifikáns különbséget jelölnek ( $p < 0,05$ ) (Forrás: Saját munka)



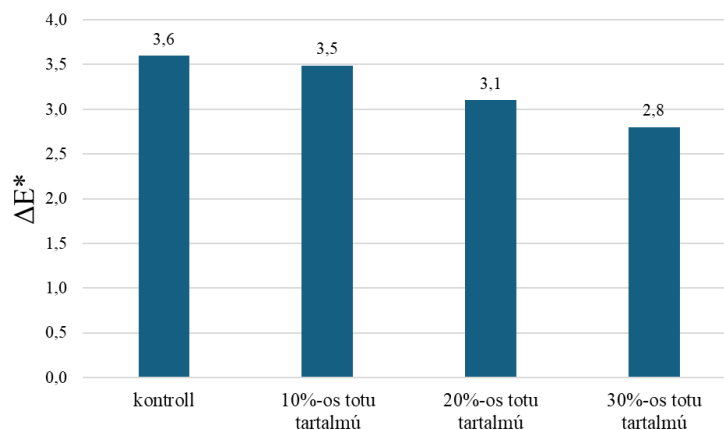
A teljes színinger különbséget ( $\Delta E^*$ ) tekintve, első körben kíváncsi voltam, hogy mekkora különbség látható a kontroll, és a különböző koncentrációban tojásfehérjét tartalmazó mintákban. Mindegyik nyers mintát egyesével hasonlítottam a nyers kontrollhoz, majd ugyan így jártam el a késztermékek esetén. A 20. ábráról növekvő tendencia olvasható le: természetesen az egyre több, hústól eltérő színű (fehér) összetevő adagolásával, egyre nagyobb eltérés látható a kontroll mintához viszonyítva. A Lukács alapján a Totuval készített húspépek mindegyike vizuálisan jól látható színkülönbséget mutatott a kontrollhoz viszonyítva. A hőkezelt mintákat a kontrollhoz viszonyítva kisebb változást tapasztaltam, ami segítheti a fogyasztói elfogadást, de ezek is a „jól látható” kategóriába tartoznak. Továbbá azt is meg szerettem volna vizsgálni, hogy a hőkezelés hatása mennyire látható szabad szemmel a szín

tekintetében (21. ábra). Ezáltal mind a négy mintám esetén összehasonlítottam a nyers, illetve hőkezelt mintát. Egy csökkenő tendenciát lehet látni, tehát minél több tojásterméket teszünk a vörösáruba, annál kisebb változás figyelhető meg a készítmény színében. Ez annak köszönhető, hogy kizárólag a húspan jelen levő mioglobinnak alakulásának hatására változik a készítmény színe. A ToTu színe nem változik. Ezen értékek az „észrevehető” felső, és a „jól látható” színű különbség kategóriába tartoznak (Lukács, 1982).

**20. ábra:** A  $\Delta E^*$  értékek, ha a kontrollhoz viszonyítjuk a tojástartalmú mintákat (Forrás: Saját munka)



**21. ábra:** A  $\Delta E^*$  értékek, ha a nyers és hőkezelt mintákat összehasonlítjuk egymással (Forrás: Saját munka)



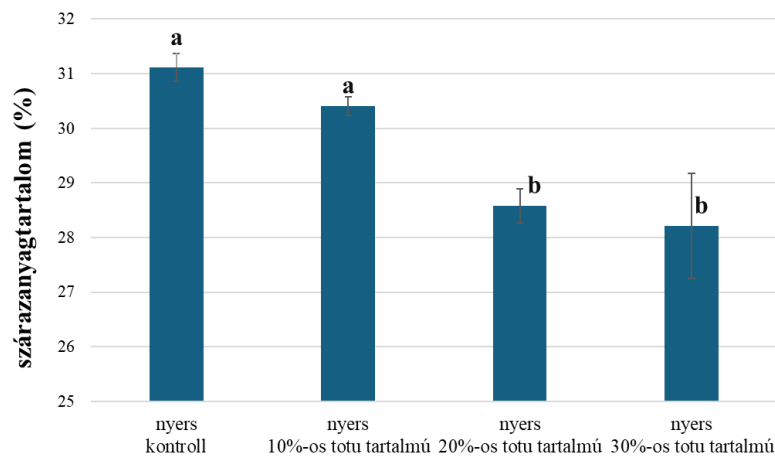
A statisztikai eredményeket tekintve a különböző ToTu mennyiséggel készített nyers húspépek  $L^*$  átlagértékei között szignifikáns különbség mutatkozott a varianciaanalízis alapján. A Tukey HSD teszttel vizsgálva a csoportok közötti szignifikáns különbséget, az látható, hogy a 20, illetve 30%-os tojásfehérje tartalmú minták  $L^*$  érték tekintetében nem különböznek egymástól

szignifikánsan, viszont a kontroll, illetve 10% ToTu felhasználásával készített nyers húspépek L\* értéke szignifikánsan kisebb, mint az imént említett csoportoké. Az a\* értéket tekintve, is szignifikáns különbség mutatkozott a varianciaanalízis alapján. Továbbá látható az is, hogy a kontroll minta szignifikánsan különbözik a többi csoporttól. A 10, 20, valamint 30% tojástartalommal készített minták között nincs szignifikáns különbség az a\* tekintetében. Végül, a b\* értékeket statisztikai módszerekkel vizsgálva megállapítható, hogy a kontroll és 10%-os ToTu tartalmú minta nem különbözik egymástól szignifikánsan, viszont ezektől szignifikánsan kisebbek a 20, illetve 30% ToTu hozzáadásával készült vörösáruk. Valamint a 20, és 30%-os minták is szignifikánsan különböznek egymástól e paraméter tekintetében. A késztermék esetén az L\*-ot tekintve nincs szignifikáns különbség a kontroll és 10%-os között, a 10 és a 20%-os között és a 20 és 30%-os között. Az a\*-ot vizsgálva a 10, 20, illetve 30% ToTu tartalmú vörösáru nem különbözik szignifikánsan, de ezektől szignifikánsan nagyobb a kontroll ezen szintényezője. Az b\* statisztikai vizsgálata során nem tapasztalható a minták között szignifikáns különbség.

#### 4.5. Szárazanyag-tartalom mérés eredménye

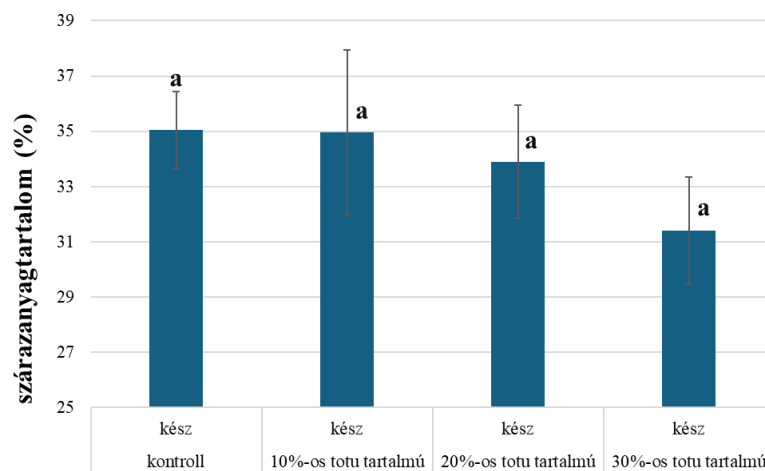
Míg a húsok szárazanyag-tartalma 30% körüli (Sokra és mtsai., 2025), addig a rögös ToTu esetén 20%-os szárazanyag-tartalomról számol be a gyártó (Capriovus Kft., é. n.). Ebből arra következtethetünk, hogy a kisebb szárazanyag-tartalmú készítmény hozzáadásával csökken majd a minta szárazanyag-tartalma. A 22. diagramot megnézve pontosan ez látható. Míg a kontroll mintát 31,1%-os szárazanyag-tartalommal jellemezzük, addig a 30%-ost 28,2%-kal, tehát több, mint 3%-kal csökkent a nyers húspép esetén. Továbbá a tápérték-táblázatukat áttekintve láthatjuk, hogy a tojáskészítmény nem tartalmaz zsírt, tehát a szárazanyag-tartalomban a zsírtartalom már eleve csökken a hús egyre nagyobb mértékű elhagyásával.

**22. ábra:** A szárazanyagtartalom eredmények a különböző tojáskészítmény-tartalmú nyers húspép esetén. Az oszlopok feletti betűk (a, b) szignifikáns különbséget jelölnek ( $p < 0,05$ ) (Forrás: Saját munka)



A hőkezelt minták szárazanyag-tartalma (23. ábra) mind a négy termékénél nőtt a nyers péphez képest. A hőkezelési veszteség jó bizonyítékként szolgál: ahogy vesztett a víz a nedvességtartalmából, úgy koncentrált a szárazanyag-tartalma. Ezen mintasorozatonál (hőkezelt) is csökkenő tendencia figyelhető meg, a legnagyobb tojástartalmúnak a legnagyobb a szárazanyag-tartalma. Illetve mindkét diagramban szembeűnő, hogy a második (10%-os) és a harmadik (20%-os) minta között egy nagyobb ugrás van ezen jellemzőjűkben, sőt a hőkezelt első két mintája esetén szinte nincs is különbség a szárazanyag-tartalomban.

**23. ábra:** A szárazanyagtartalom eredmények a különböző tojáskészítmény-tartalmú késztermékek esetén. Az oszlopok feletti betűk (a) szignifikáns különbséget jelölnek ( $p < 0,05$ ). (Forrás: Saját munka)



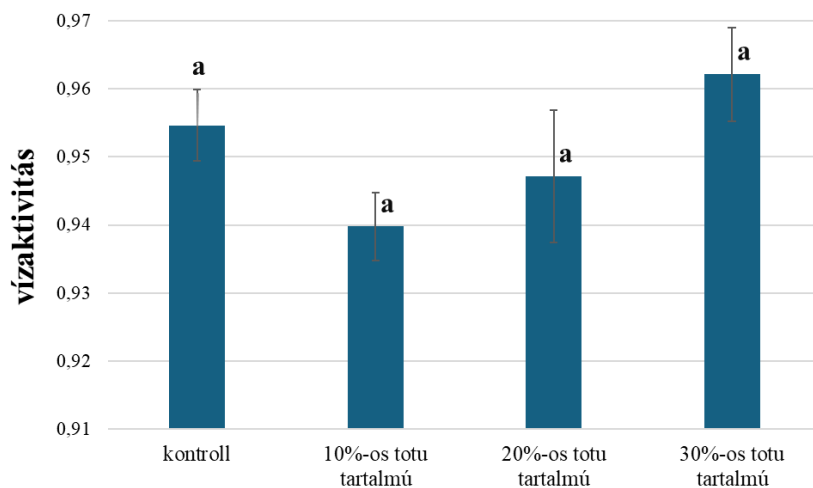
Ezen vizsgálat során is szükséges megvizsgálni az eredményeket statisztikai módszerekkel. Varianciaanalízis megvalósításával látható, hogy az eredmények között szignifikáns különbség mutatkozik. A nyers pép minták szárazanyag-tartalmának vizsgálatakor megállapítható, hogy a kontroll, illetve 10%-os tojástartalmú minta nem különbözik egymástól szignifikánsan. Illetve a 20, és 30%-os mintákat összehasonlítva látható, hogy azok sem különböznek egymástól szignifikánsan. Viszont, a két korábban említett csoportok szignifikánsan különböznek egymástól szárazanyag-tartalmuk tekintetében. Ugyanezen paraméter szerint megvizsgálva a hőkezelt mintákat, nem mutatkozik szignifikáns különbség a varianciaanalízis alapján.

#### 4.6. Vízáktívítás mérés eredményei

A vízáktívítás eredményeknél (24. ábra) az látható, hogy a kontroll mintánál az érték körülbelül 0,94. A 10%-os ToTu tartalmú minta esetében ez enyhén csökken, 0,93 körüli érték olvasható. Ezt követően azonban a 20%-os és a 30%-os ToTu tartalmú mintáknál a vízáktívítás ismét emelkedik, és meghaladja a kontroll szintjét. Tehát a változás nem lineárisan zajlik, hanem inkább egy U alakú görbére emlékeztet. Ez a jelenség valószínűleg több tényezővel magyarázható. A 10%-os ToTu tartalomnál valószínűleg az történik, hogy a tojásfehérje fehérjéi kiegészítik a hús miofibrilláris fehérjéinek vízmegkötő képességét, így ekkor a rendszerben kevesebb szabad víz marad, ami a vízáktívítás érték enyhe csökkenésében látszódik. Amikor azonban a ToTu aránya tovább növekszik, a tojásfehérje már domináns szerepet tölt be. A tojásfehérje nagyobb vízáktívítása miatt ilyenkor több szabad víz marad a rendszerben, ezért a vízáktívítás ismét

növekedést mutat. Tehát kisebb mennyiségű tojáskészítmény hozzáadása javíthatja a vízmegkötést, de nagyobb arányban a tojásfehérje magas vízakтивitása válik meghatározóvá, ami a szabad víz arányának emelkedésében nyilvánul meg. A statisztikai eredmények alapján a varianciaanalízis nem mutatott szignifikáns különbséget a különböző ToTu mennyiséggel készített húskészítmények vízakтивitás értékei között.

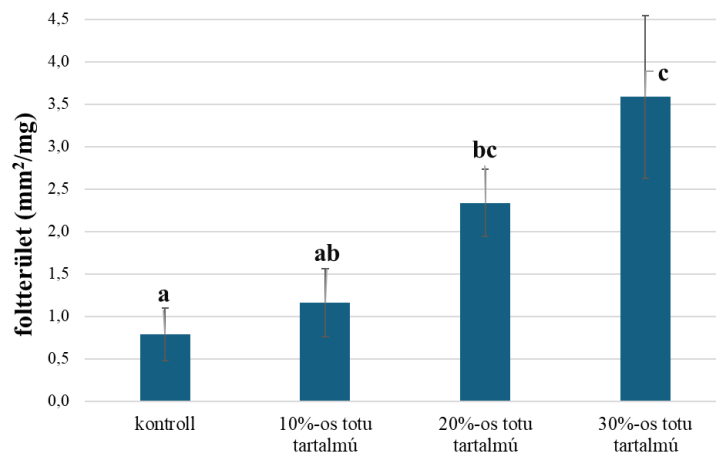
**24. ábra:** A hőkezelt minta vízakтивitás értékei a különböző Totu-tartalmú minták esetén. Az oszlopok feletti betűk (a) szignifikáns különbséget jelölnek ( $p < 0,05$ ) (Forrás: Saját munka)



#### 4.7. Vízkötő képesség meghatározása

A Grau–Hamm módszerrel végzett préselési próba eredményei láthatóak a 25. ábrán. A kontroll mintánál a hústömeghez viszonyított kicsepegett lé mennyisége körülbelül  $1 \text{ mm}^2/\text{mg}$  értéket tesz ki, míg a 10%-os ToTu tartalmú mintánál ez  $1,2 \text{ mm}^2/\text{mg}$  körül alakul. A 20%-os ToTu tartalmú mintánál már közel  $2,3 \text{ mm}^2/\text{mg}$  érték olvasható. A legmagasabb, 30%-os ToTu tartalmú mintánál pedig eléri a  $3,7 \text{ mm}^2/\text{mg}$  értéket. Ez jól mutatja, hogy a ToTu részarány növelésével csökken a víztartó képesség. A tojásfehérje önmagában is magasabb vízakтивitással rendelkezik, mint a sertéshús, amit méréseim is megerősítettek. A nagyobb vízakтивitás hozzájárulhat ahhoz, hogy a rendszerben több szabad víz legyen, amely nem kötődik szorosan a fehérjeháléhoz (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005).

**25. ábra:** A különböző Totu-tartalmú minták vízkötőképességét jelző folterület a minta tömegére vonatkoztatva. Az oszlopok feletti betűk (a, ab stb.) szignifikáns különbséget jelölnek ( $p < 0,05$ ) (Forrás: Saját munka)

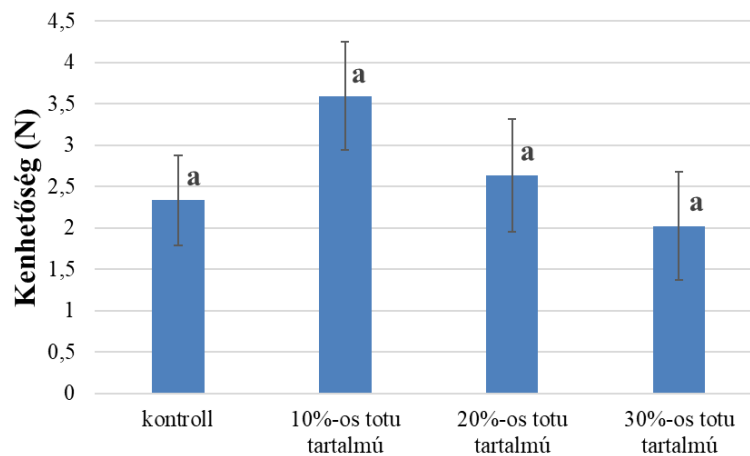


## 4.8. Állományvizsgálat

### 4.8.1. A húspép állományának vizsgálata

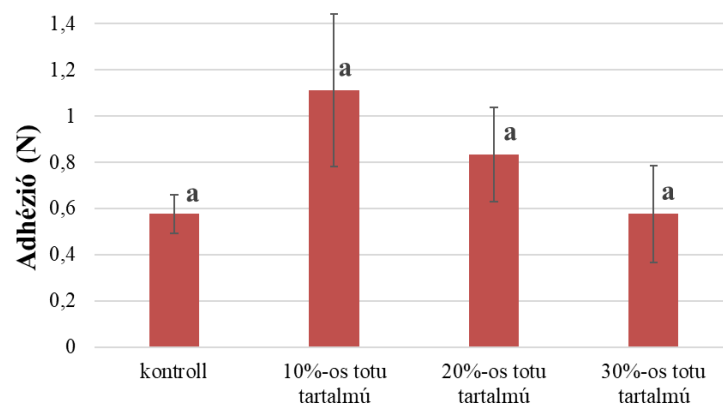
A kenhetőség azt jelzi számunkra, hogy mekkora erő kell a pép deformálásához: minél kisebb ez az erő, annál könnyebben kenhető a vizsgált minta. A 26. diagramon látható, hogy a kontroll minta „szilárdsága” kb. 2,5 N körüli. A 10%-os tojástartalmú pép esetén ez az érték kb. 3,5 N-ra emelkedik, ami azt mutatja, hogy ekkor a szerkezet erősebben ellenállt a mérőfej belenyomódásának, tehát nehezebben kenhető. A 20%-os minta értéke csökken, nagyjából a kontrollal megegyező, míg a 30%-os ToTu tartalmú pép még alacsonyabb, kb. 2 N körüli erőt ad. A 10%-os ToTu arány valószínűleg elősegítheti a fehérjeháló kialakulását, ami átmenetileg erősebb szerkezetet eredményezett, míg a magasabb arányoknál a tojásfehérje nagyobb vízakaktivitása és a szárazanyag csökkenése lazább, könnyebben kenhető állományt biztosított. Ezzel összhangba hozhatók a vízakaktivitás mérés eredményei (24. ábra): 10% Totu mennyiség felett változott meg a tendencia a pép esetében.

**26. ábra:** A különböző Totu-tartalmú nyers húspép minták kenhetőség eredményei. Az oszlopok feletti betűk (a) szignifikáns különbséget jelölnek ( $p < 0,05$ ) (Forrás: Saját munka)



Az adhézió (tapadás) eredményei is hasonló lefutásúak (27. ábra). A kontroll pép esetében a tapadási erő kb. 0,6 N körül alakul, majd a 10%-os ToTu tartalommal ez az érték kissé megugrik, megközelítette az 1,1 N-t, ami arra utal, hogy ekkor a pép erősebben tapadt a mérőfejhez. Bár fontos kiemelni, hogy néhány tizedes különbségéről beszélünk. A 20%-os ToTu tartalmú mintánál már csökken az adhézió három tizeddel, a 30%-os mintánál pedig visszaesett a kontrollhoz hasonló szintre. Az adhézió azt mutatja, mekkora erő szükséges ahhoz, hogy a mérőfej „elszakadjon” a mintától, tehát hogy mennyire tapadós. A 10%-os ToTu valószínűleg olyan fehérje–víz szerkezetet hozott létre, amely fokozta az adhézió, míg a magasabb ToTu arányoknál a nagyobb vízáktivitás kevésbé ragadós textúrát eredményezett.

**27. ábra:** A különböző Totu-tartalmú nyers húspép minták adhézió eredményei. Az oszlopok feletti betűk (a) szignifikáns különbséget jelölnek ( $p < 0,05$ ) (Forrás: Saját munka)

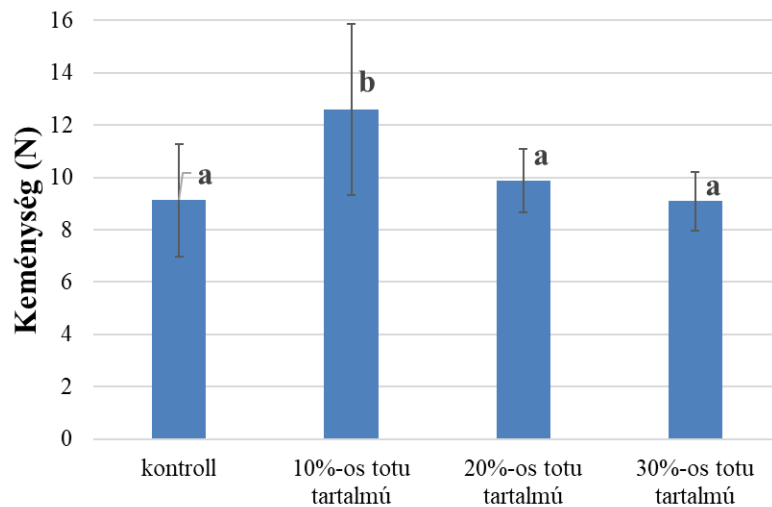


A különböző ToTu mennyiséggel készített nyers húspépek kenhetőség és adhézió átlagértékei között ugyan látható különbség, de az elvégzett statisztikai elemzés alapján ezek nem bizonyultak szignifikánsnak ( $p > 0,05$ ).

#### 4.8.2. A késztermék állományának vizsgálata

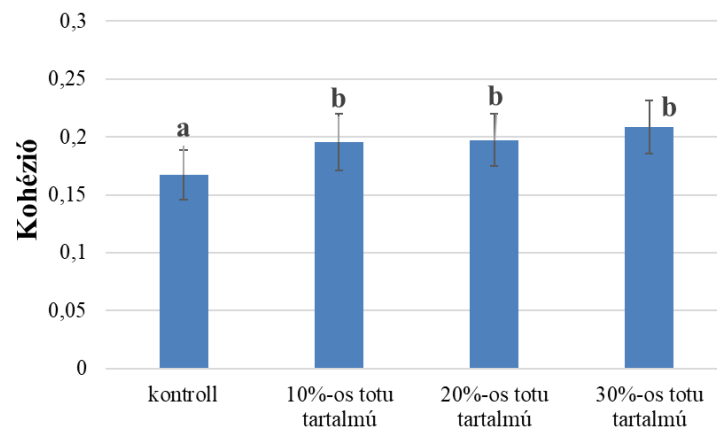
A hőkezelt, késztermék állománymérésénél először a keménységét vizsgáltam, itt a kontroll mintánál a 28. ábrán kb. 9 N körüli érték látható. A 10%-os ToTu tartalmú mintánál emelkedés következik be, majd a 20% és 30% ToTu-tartalmú minták esetében viszont visszaesés tapasztalható, a keménység közel visszatért a kontroll szintjére. Tehát a pép méréskor (4.8.1.) tapasztaltakkal teljesen egybevág. Mint korábban, itt is a Tukey HSD teszttel vizsgáltam a csoportok közötti különbséget. A kontroll, 20 és 30%-os tojástartalmú mintáknál nem tapasztalható szignifikáns különbség, de ezektől szignifikánsan eltér a 10%-os.

**28. ábra:** A keménység eredmények a különböző tojástartalmú hőkezelt minták esetén. Az oszlopok feletti betűk (a, b) szignifikáns különbséget jelölnek ( $p < 0,05$ ) (Forrás: Saját munka)



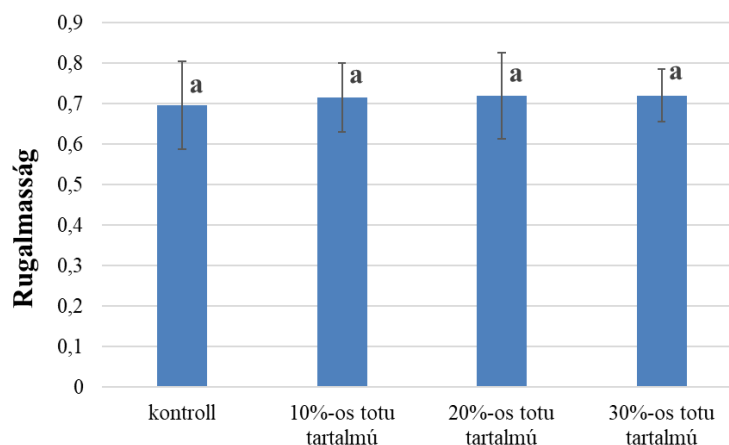
A kohézió értékei (29. ábra) a kontroll mintánál 0,16 körül alakultak, majd a ToTu részarány növelésével igen kis mértékben, de folyamatosan emelkedtek. A 10 és 20%-os ToTu tartalmú mintákban 0,19 körüli érték volt mérhető, míg a 30%-os ToTu tartalmú mintánál még néhány századdal több. Ez azt mutatja, hogy a tojásfehérje növekvő mennyisége fokozta a szerkezet összetapadását, stabilabb, homogénebb mátrix alakult ki. Mivel a tojásfehérje hőkezelés során jól gélképző, térhálót formáló fehérje, a magasabb arány egyre inkább összefogta a szerkezetet, így a kohézió fokozódott még akkor is, ha a keménység csökkent. Statisztikailag elemezve, kizárólag a kontroll tér el szignifikánsan a többi mintától.

**29. ábra:** A kohézió eredmények a különböző tojástartalmú hőkezelt minták esetén. Az oszlopok feletti betűk (a, b) szignifikáns különbséget jelölnek ( $p < 0,05$ ) (Forrás: Saját munka)



A 30. ábrán látható, hogy a rugalmasság esetében szinte elhanyagolható a változás, bár egy nagyon kissé növekvő lefutás tapasztalható. Minél nagyobb ez az érték, a minta egyre jobban visszanyeri az alakját az első nyomás után. Ez összefügg a kohézió változásával is, hiszen minél stabilabb és összetartóbb a szerkezet, annál könnyebben képes visszanyerni eredeti formáját.

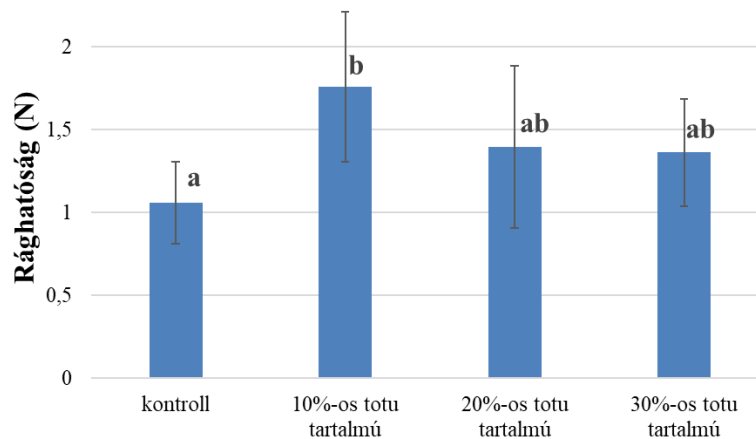
**30. ábra:** A rugalmasság eredmények a különböző tojástartalmú hőkezelt minták esetén. Az oszlopok feletti betűk (a) szignifikáns különbséget jelölnek ( $p < 0,05$ ) (Forrás: Saját munka)



A keménységhez hasonló lefutás látható a 31. ábrán. Ez logikus, hiszen a rághatóság a keménység, kohézió és rugalmasság szorzataként adódik, és így leginkább a keménység változását követi, amit a kohézió és a rugalmasság kissé módosít. A kontroll mintánál kb. 1,1 N érték mérhető, amely a 10%-os ToTu tartalmú mintánál, 1,8 N körüli értékre nő. A 20%, illetve 30%-os mintánál 1,3 N körüli értékre. A varianciaanalízis és post hoc teszt alapján a kontroll és

a 10% Totu tartalmú minták között mutatkozott szignifikáns különbség a rághatóság tekintetében. A 20% és 30% Totu tartalmú minták rághatóság értékei az kontroll és a 10% Totu tartalmú minták között helyezkedtek el.

**31. ábra:** A rághatóság eredmények a különböző tojástartalmú hőkezelt minták esetén. Az oszlopok feletti betűk (a, b stb.) szignifikáns különbséget jelölnek ( $p < 0,05$ ) (Forrás: Saját munka)



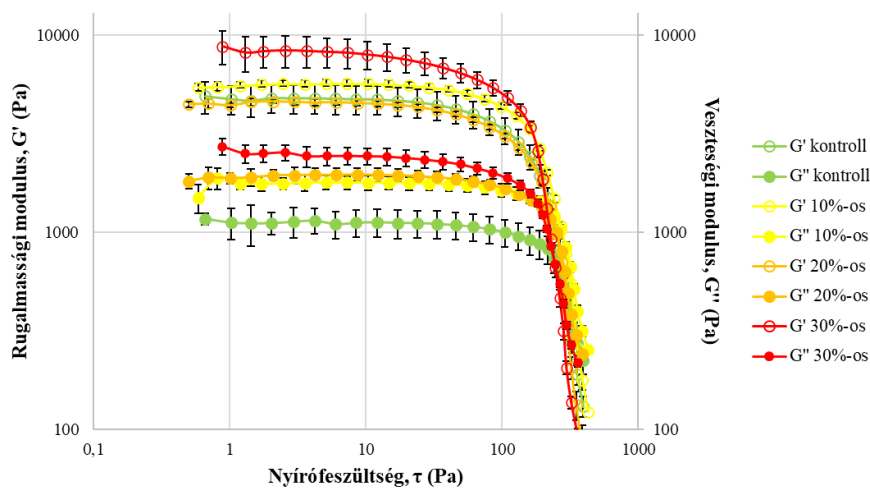
Egy állománymérésen belüli lefutás-eltérés abból adódik, hogy míg a keménység és rághatóság inkább a szárazanyag- és víztartalommal mutat szoros összefüggést, addig a kohézió és rugalmasság inkább a fehérje-fehérje kötések és a hálóképződés erősségét tükrözik.

#### 4.9. A pécek reológiai vizsgálata viszkoziméterrel

Az amplitúdósöprés során oszcillációs módban vizsgáltam a minták viszkoelasztikus tulajdonságait. A mérés kezdeti szakaszában a nyírófeszültség függvényében a rugalmas ( $G_0'$ ) és a veszteségi ( $G_0''$ ) modulus értékei olvashatók le a 32. ábrán, amelyek a minták nyugalmi állapotát jellemzik. A deformáció fokozódásával a rugalmassági modulus és veszteségi modulus értéke lassan csökkenni kezd. Mindegyik minta esetén a kezdetben kvázi szilárd anyagokról beszélhetünk, mivel a rugalmassági modulus értéke nagyobb, mint a veszteségi modulus. Az ábrán jól látszik, hogy a kontroll minta (zöld görbék) rendelkezik a legalacsonyabb modulusértékekkel, pontosabban veszteségi modulus értékkel. A rugalmassági modulusa a 20%-os mintáéval hasonló lefutású. Tehát a ToTu-mentes változat szerkezete kevésbé stabil,

gyengébben ellenálló a deformációval szemben. A 10% ToTu tartalmú minták esetében mind a  $G'$ , mind a  $G''$  a kontrolltól magasabb értékeket mutat, jelezve, hogy a ToTu beépülése stabilizálta és erősítette a szerkezetet. A 30%-os ToTu tartalom esetében a legnagyobbak a modulusok értékei a kezdetben, viszont növekvő nyírófeszültség hatására már jelentősebb csökkenés tapasztalható. Az LVE tartomány hamarabb lezárul ennél a mintánál, ami azt mutatja, hogy a túlzott tojástartalom rontja a szerkezet szilárdságát és kevésbé rugalmas. Az amplitúdót tekintve, kizárólag a 30%-os minta különbözik szignifikánsan a többi mintától.

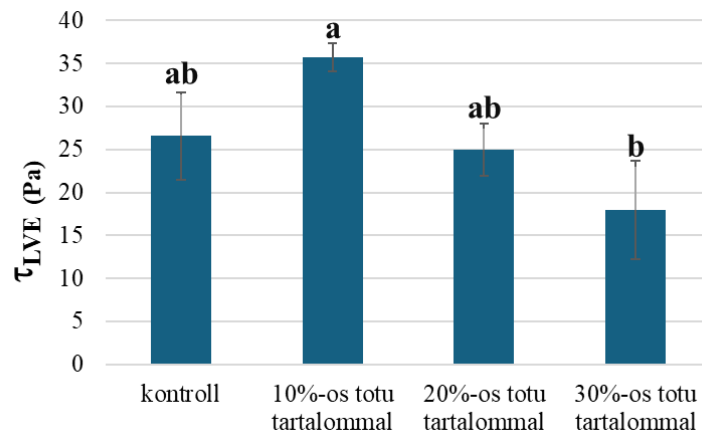
**32. ábra:** Amplitúdó söprés módszerével mért különböző tojástartalmú húspépek reogramjai (Forrás: Saját munka)



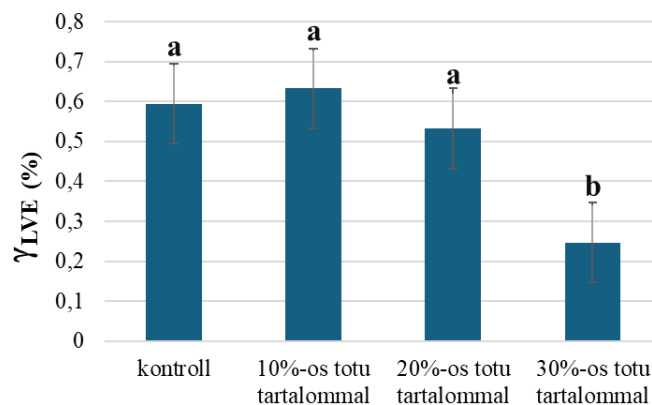
Azt a pontot, ahol a kiindulási értékhez képest 5%-os csökkenés tapasztalható ( $0,95 \cdot G_0'$ ), a lineáris viszkoelasztikus tartomány (LVE) végének tekintjük. Ezen határérték alatt a minta szerkezete még nem károsodik visszafordíthatatlanul, tehát a deformáló erő megszűnése után közel eredeti állapotába képes visszatérni. A minta szilárdságát és „erősségét” ebben a pontban a nyírófeszültség ( $\tau_{LVE}$ ) és amplitúdó ( $\gamma_{LVE}$ ) jellemzi. A 33-34. ábrán az látható, hogy a 10%-os tojástartalmú minta mutatta a legjobb szerkezeti stabilitást, míg a kontroll és a ToTu-tartalom növelésével egyre gyengébb a prád. Ez azt jelzi, hogy a 10%-os bekeverés mellett a minta képes volt a legnagyobb deformáló erőt elviselni anélkül, hogy maradandóan sérült volna, és itt mutatkozott meg a legjobb rugalmasság is. A kedvező eredmények összefüggésbe hozhatók azzal, hogy ebben az esetben a fehérjeháló valószínűleg optimálisan kötötte meg a vizet. Továbbá a korábban kapott vízakaktivitás eredmények is egybevágóak az itt tapasztaltakkal. Ezzel szemben a 30%-os minta túlterhelt fehérjerendszere már kevésbé volt képes a vizet megtartani, ezért hamarabb felbomlott. A pép SMS állománymérésénél kapott kenhetőségi és adhéziós

eredmények nagyon hasonló lefutást mutattak, vagyis a reológiai vizsgálatok és az állománymérések egymást kiegészítve mutatják, hogy az optimális ToTu-beépítés 10% körül van.

**33. ábra:** A különböző Totu-tartalmú húspép nyírófeszültség eredményei az LVE tartományban. Az oszlopok feletti betűk (a, b stb.) szignifikáns különbséget jelölnek ( $p < 0,05$ ) (Forrás: Saját munka)



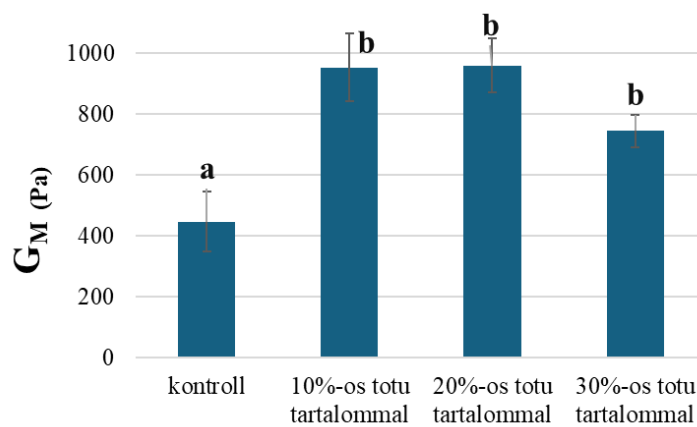
**34. ábra:** A különböző Totu-tartalmú húspép amplitúdó eredmények az LVE tartományban. Az oszlopok feletti betűk (a, b) szignifikáns különbséget jelölnek ( $p < 0,05$ ) (Forrás: Saját munka)



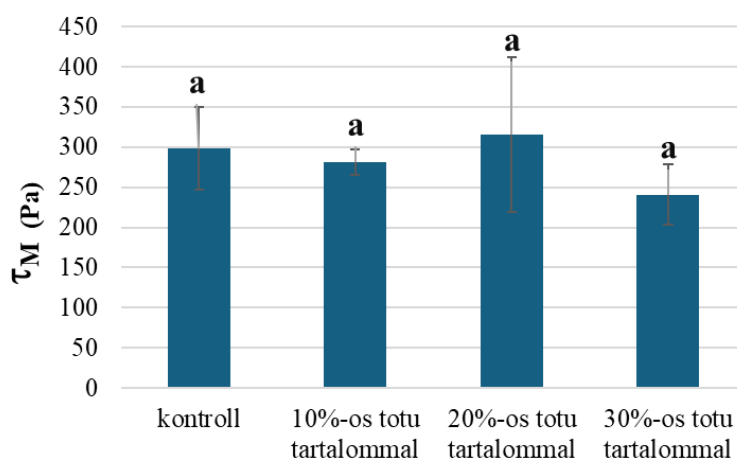
Az LVE határon ( $\tau_{LVE}$ ) túl a modulusoknál jelentős csökkenés látható, majd a  $G'$  és  $G''$  görbék metszik egymást. Ez a pont ( $G_M$ ) a rendszer folyáshatáraként értelmezhető (35. ábra), amely után az anyag már nem viszkoelasztikus szilárdként, hanem inkább viszkoelasztikus folyadékként viselkedik. Az ehhez tartozó nyírófeszültséget ( $\tau_M$ ) szintén fontos paraméter (36. ábra). A  $G_M$  értékek alapján a kontroll minta mutatta a leggyengébb stabilitást, míg a 10 és 20%-os ToTu-tartalmú minták jelentősen magasabb értékeket adtak, ami erősebb fehérjeháló

kialakulására utal. A 30%-os minta köztes eredményt mutatott: erősebb volt a kontrollnál, de gyengébb, mint a 10–20%-os változatok. A  $\tau_M$  értékek között nem volt szignifikáns különbség, ami azt jelzi, hogy bár a ToTu befolyásolta a szerkezet erősségét és stabilitását, a végső szerkezetroncsoló hatás hasonló nyírófeszültségnél következett be minden mintánál. Ez azt támasztja alá, hogy a ToTu leginkább a stabilitást és a szerkezet ellenálló képességét javította, de a végső átmenet szilárdból folyékony viselkedésbe nem változott lényegesen.

**35. ábra:** A különböző tojástartalmú prádok esetén mért két modulus ( $G'$ ,  $G''$ ) metszéspontjai. Az oszlopok feletti betűk (a, b) szignifikáns különbséget jelölnek ( $p < 0,05$ ) (Forrás: Saját munka)



**36. ábra:** A különböző tojástartalmú prádok esetén mért két modulus metszéspontjához tartozó nyírófeszültség értékek. Az oszlopok feletti betűk (a) szignifikáns különbséget jelölnek ( $p < 0,05$ ) (Forrás: Saját munka)



#### 4.10. Érzékszervi minősítés

A 37. ábrán, a bírálat eredményeit áttekintve megállapítható, hogy az 5 tagú skálán értékelve, egyik termékre sem adtak hármasnál rosszabb pontot a bírálók átlagosan. Természetesen egyesével adtak, sőt az adatsoromban látható is néhány szempontra 1-2-es értékelés. Tehát a skála „kedveltebb” felében helyezkedik el mindegyik minta, mindegyik szempontja, amely egy pozitív visszacsatolás a termékről. A szín eredményeket áttekintve látható, hogy a bírálók észrevettek különbséget a minták között. Sőt, az is szembetűnő, hogy a kereskedelmi forgalomban kapható vörösárukhoz legjobban hasonlító minta (kontroll) a megfelelő színű, az az elvárás nekik. Ezt pontozták legjobbra. Valószínű, mivel nem tartalmaz tojásterméket, ami világosabbá teszi a húskészítményt. Majd fokozatosan egyre rosszabbra értékelték a tojástartalom növekedésével, tehát a termék „fehéredésével”. Azonban látható, hogy a legnagyobb, 30% ToTu tartalmazó mintát jobbnak vélték, mint a 20%-os mintát. Valószínű ez csak annak köszönhető, hogy nem tudtak különbséget tenni köztük. Mind laikus bíráló végezte a vizsgálatot. A három tojástartalmú mintát (szín tekintetében) a fogyasztók olyannyira nem tudták megkülönböztetni, hogy a varianciaanalízis vizsgálattal nem tapasztalható szignifikáns különbség a húskészítmények között. A kontroll minta szignifikánsan különbözik ezektől a szín tekintetében.

A különböző termékek illatában nagyon kis érzékelt különbség látható a diagramon. Valószínű a hozzáadott ToTu semleges illata nem befolyásol. Tehát a legnagyobb, 30% ToTu hozzáadásával készült mintára sem adtak jelentősen más pontot, mint a kontroll mintára. Bár nagyon kis csökkenő tendencia látható, a kontroll minta kapta itt is a legjobb pontszámot. Mindössze 0,15 ponttal többet, mint a legnagyobb tojástartalmú termék. A bírálat végén szerepelt egy kérdés, ahol a bíráló leírhatja a véleményét szöveges formában. Informatív lehet számomra, hogy mit tapasztalt a bíráló, mi fogta meg legjobban. Kihangsúlyozták, hogy az illatában nem éreznek különbséget. Statisztikai vizsgálatok sem mutatnak szignifikáns különbséget a minták között.

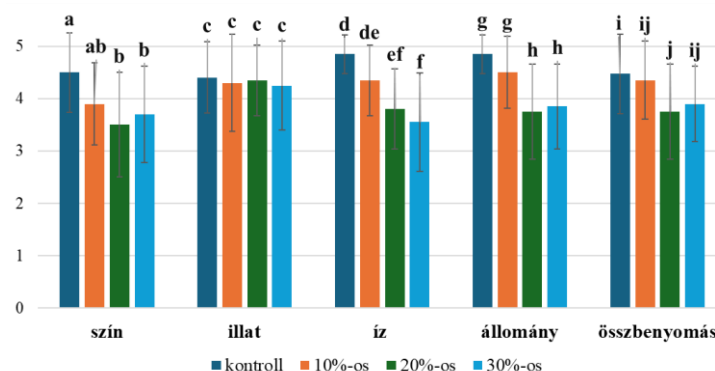
Az íz pontszámokban már jelentősebb eltérések láthatók. Meglepően fokozatosan csökken a pontszám a ToTu mennyiséggel fordított arányosságban. A kontroll minta pontszámának 73%-ára pontozták a 30% ToTu tartalommal rendelkező mintát – a pontszám háromnegyedét kapta a legnagyobb tojástartalmú. Tehát kiértékelődött a ToTu jellegzetes íze, amelytől sok bíráló idegenkedett. Természetesen ezen vizsgálat során még nem volt fő célom a megfelelő íz

kialakítása, de a későbbiekben fontos lehet próbálkozni különböző összetevőkkel, amelyek segítik a tojástermék jellegzetes ízének elfedését. Több bíráló írta a megjegyzés ponthoz, hogy meglepően hús ízű a készítmény. Természetesen a kereskedelmi forgalomban kapható vörösáruk tartalmaznak egyéb összetevőket is, mint pl. ízfokozók vagy egyéb adalékanyagok. Ezek képesek elfedni a hús valódi ízét. A Tukey HSD vizsgálat alapján kimondható, hogy nincs szignifikáns különbség a kontroll és 10%-os között, a 10 és a 20%-os között és a 20 és 30%-os minta között. A három csoport egymástól viszont szignifikánsan eltér.

Az állományvizsgálat eredményei is a színhez hasonlóan alakultak: a kontroll minta kapta a legnagyobb pontszámot, és meglepően itt is a 20%-os kapta a legkisebbet. Ez esetben is érződött a ToTu hatása, amelyet különböző állománykialakítókkal valószínű lehet javítani. Az egyre csökkenő víztartó képesség is egy visszacsatolás erre, hogy a hozzáadott tojásfehérje megváltoztatja a termék struktúráját, más állománya lesz a terméknek. Valószínű a nagyobb léeresztés, nedvesebb érzet volt idegen a fogyasztóknak. A kontroll és 10%-os tojásfehérje-tartalmú, illetve a 20 és 30%-os tojásfehérje-tartalmú vörösáruk között nem tapasztalható szignifikáns különbség, de a két csoport szignifikánsan eltér egymástól.

A minták összenyomása az egyes tulajdonságok pontszámaival hasonló lefutás jellemzi. A kontroll mintát pontozták legjobbnak, de nincsenek nagyon jelentős pontszámkülönbségek. Az összenyomásban legkevesebb pontot kapó minta is 3,75 pontot kapott. A kontroll szignifikánsan nagyobb pontszámot kapott a fogyasztóktól, mint a 20%-os tojásfehérje-tartalmú minta.

**37. ábra:** Az érzékszervi pontokat jelző oszlopdiagram a különböző Totu-tartalmú késztermékek esetén. Az oszlopok feletti betűk (a, b stb.) szignifikáns különbséget jelölnek ( $p < 0,05$ ) (Forrás: Saját munka)



## 5. Következtetések és javaslatok

A vizsgálatok eredményei alapján megállapítható, hogy a rögs ToTu alkalmazása vörösárukban alapvetően megfelelő lehetőség a részleges húspótlásra. A tápérték, a szín és az állományvizsgálatok azt mutatták, hogy a tojásfehérje-alapú komponens beépítése nem gyakorol jelentős hatást a termék minőségét jelző említett tulajdonságra, sőt több paraméterben közel azonos szintet ért el, mint a kontroll, Totu nélkül készített minták. Az érzékszervi vizsgálatok során a rögs ToTu-val készült termék bizonyult a legközelebbinek a hagyományos vörösárukhoz. Ugyanakkor fontos kiemelni, hogy míg a szakirodalomban a tojásfehérje jó vízkötő tulajdonságairól olvashatunk, az általam végzett mérések ezt nem minden esetben támasztották alá. Ennek egyik lehetséges oka, hogy a rögs ToTu már részben kicsapatott, hőkezelt tojásfehérjéből készül, így bizonyos funkcionális tulajdonságai mérséklődhetnek a friss tojásfehérjéhez képest. A vizsgálatok során az is kiderült, hogy a 10%-os ToTu-tartalommal készült minta mutatta a legjobb vízmegkötő képességet: több mérés is alátámasztotta, hogy ebben az esetben egy optimális szerkezet alakult ki, amely kedvezően hatott a termék textúrájára. Ezt (10%-os tojástartalom) a receptúrát ajánlom mindenképpen a későbbi fejlesztésre.

A jövőre nézve javasolható a receptúrák további finomhangolása, különösen a ToTu arányának változtatásával, illetve más feldolgozott tojásfehérje-formák kipróbálásával. Emellett célszerű lenne a mérések nagyobb mintaszámmal való megismétlése, valamint ipari körülmények közötti validálása is, hogy pontosabb képet kapjunk a technológiai alkalmazhatóságról. A fogyasztói vizsgálatok kiterjesztése szintén indokolt, hiszen a végső piaci siker nagymértékben a vásárlói elfogadottságon múlik. A rögs ToTu beépítése a vörösárukba ígéretes, de nem problémamentes alternatíva.

## 6. Összefoglalás

Dolgozatomban a vörösáruk részleges húspótlásának lehetőségét vizsgáltam rögzös ToTu alkalmazásával. A kutatás kiindulópontja a fenntartható fehérjeforrások iránti növekvő igény volt: az állati eredetű fehérjék előállítására jelentős környezeti terheléssel jár, ezért egyre nagyobb szükség van alternatívákra, amelyek egyszerre biztosítják a megfelelő tápértéket és technológiai tulajdonságokat. A tojásfehérje-alapú ToTu ebben kedvező alapanyagként bizonyult, hiszen hazai forrásból elérhető, jól ismert és egészségtudatos étrendekbe is illeszthető.

A vizsgálatok során több paraméterben a rögzös ToTu-val készült vörösáruk közel azonos értékeket mutattak a kontroll mintákhoz képest. Az állomány- és érzékszervi vizsgálatok alapján a termék jól megőrizte a vörösárukra jellemző tulajdonságokat, és a 10%-os ToTu-tartalomnál több mérés is kedvezőbb eredményt adott, jelezve, hogy ekkor egy optimális szerkezet alakult ki. Ugyanakkor a vízmegkötő képesség terén nem minden esetben mutatkozott az a pozitív hatás, amelyet a szakirodalom alapján várni lehetett.

A dolgozat eredményei arra utalnak, hogy a ToTu beépítése reális lehetőséget jelenthet a húsrészarány mérséklésére anélkül, hogy a végtermék élvezeti értéke jelentősen csökkenne. Ez a megközelítés nem csak táplálkozás-élettani, hanem környezeti szempontból is előremutató: a húsfogyasztás részleges kiváltása hozzájárulhat az ökológiai lábnyom csökkentéséhez és a fenntarthatóbb élelmiszeriparhoz. A tojásfehérje-alapú hibrid termékek így hidat képezhetnek a hagyományos húskészítmények és a teljesen alternatív fehérjeforrások között, támogatva a tudatosabb fogyasztói választásokat és a jövő fenntartható fehérjestratégiáit.

- Abeyrathne, E. D. N. S., Lee, H. Y., & Ahn, D. U. (2013). Egg white proteins and their potential use in food processing or as nutraceutical and pharmaceutical agents—A review. *Poultry Science*, *92*(12), 3292–3299. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03391>
- Acton, J. C., Ziegler, G. R., & Burge, D. L. (1983). Functionality of muscle constituents in the processing of comminuted meat products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *18*(2), 99–121. <https://doi.org/10.1080/10408398209527360>
- Allowances, N. R. C. (US) S. on the T. E. of the R. D. (1989). Protein and Amino Acids. In *Recommended Dietary Allowances: 10th Edition*. National Academies Press (US). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK234922/>
- Anupama, & Ravindra, P. (2000). Value-added food: Single cell protein. *Biotechnology Advances*, *18*(6), 459–479. [https://doi.org/10.1016/S0734-9750\(00\)00045-8](https://doi.org/10.1016/S0734-9750(00)00045-8)
- Arnold van Huis, Joost Van Itterbeeck, Harmke Klunder, Esther Mertens, Afton Halloran, Giulia Muir, & Paul Vantomme. (2013). *Edible insects: Future prospects for food and feed security*. FAO.
- Ayuso, R. (2011). Update on the Diagnosis and Treatment of Shellfish Allergy. *Current Allergy and Asthma Reports*, *11*(4), 309–316. <https://doi.org/10.1007/s11882-011-0198-3>
- Barbara, K., & Manon, S. (2022). *Mapping the European Soy Supply Chain. Embedded Soy in Animal Products Consumed in the EU27+UK*.
- Baune, M.-C., Broucke, K., Ebert, S., Gibis, M., Weiss, J., Enneking, U., Profeta, A., Terjung, N., & Heinz, V. (2023). Meat hybrids—An assessment of sensorial aspects, consumer acceptance, and nutritional properties. *Frontiers in Nutrition*, *10*, 1101479. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1101479>
- Boland, M. J., Rae, A. N., Vereijken, J. M., Meuwissen, M. P. M., Fischer, A. R. H., van Boekel, M. A. J. S., Rutherford, S. M., Gruppen, H., Moughan, P. J., & Hendriks, W. H. (2013). The future supply of animal-derived protein for human consumption. *Trends in Food Science & Technology*, *29*(1), 62–73. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.07.002>
- Bouvard, V., Loomis, D., Guyton, K. Z., Grosse, Y., Ghissassi, F. E., Benbrahim-Tallaa, L., Guha, N., Mattock, H., & Straif, K. (2015). Carcinogenicity of consumption of red and processed meat. *The Lancet Oncology*, *16*(16), 1599–1600. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(15\)00444-1](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(15)00444-1)
- Capriovus Kft. (é. n.). *ToTu Rögös tojásfehérje készítmény | capriovus*. Elérés 2025. augusztus 1., forrás <https://capriovus.eu/totu-turo-tojasfeherjebol-100-g/>
- Carhuancho-Colca, K. P., Silva-Paz, R. J., Elías-Peñañiel, C., Salvá-Ruiz, B. K., & Encina-Zelada, C. R. (2024). Comparison of Vegetarian Sausages: Proximal Composition, Instrumental Texture, Rapid Descriptive Sensory Method and Overall Consumer Liking. *Foods*, *13*(11), 1733. <https://doi.org/10.3390/foods13111733>
- Chan, J. T. Y., Omana, D. A., & Betti, M. (2011). Functional and rheological properties of proteins in frozen turkey breast meat with different ultimate pH. *Poultry Science*, *90*(5), 1112–1123. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01185>

Ciqual. (2025). <https://ciqual.anses.fr/>

Codex Alimentarius Hungaricus. (2019). *A Magyar Élelmiszerkönyv 1-3/13-1 számú előírása a húskészítményekről és egyes előkészített húsokról*, 12. Melléklet a 152/2009. (XI. 12.) FVM rendelethez. [https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/0/2b/a2000/ME%201-3\\_13-1%20-%2020190923-notifik%C3%A1lt.pdf](https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/0/2b/a2000/ME%201-3_13-1%20-%2020190923-notifik%C3%A1lt.pdf)

Curtain, F., & Grafenauer, S. (2019). Plant-Based Meat Substitutes in the Flexitarian Age: An Audit of Products on Supermarket Shelves. *Nutrients*, 11(11), 2603. <https://doi.org/10.3390/nu11112603>

Damodaran, S., & Arora, A. (2013). Off-Flavor Precursors in Soy Protein Isolate and Novel Strategies for their Removal. *Annual Review of Food Science and Technology*, 4(Volume 4, 2013), 327–346. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-030212-182650>

Damodaran, S., Parkin, K. L., & Fennema, O. R. (2008). Amino Acids, Peptides, and Proteins. In *Fennema's Food Chemistry* (4. kiad., o. 217–329). CRC Press.

Day, L. (2013). Proteins from land plants – Potential resources for human nutrition and food security. *Trends in Food Science & Technology*, 32(1), 25–42. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.05.005>

Dekkers, B. L., Boom, R. M., & van der Goot, A. J. (2018). Structuring processes for meat analogues. *Trends in Food Science & Technology*, 81, 25–36. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.08.011>

Dióspatonyi, I. (2017). *A húsfeldolgozás technológiája*. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem. <http://chemonet.hu/hun/food/technol/husipar/husipar.html>

EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). (2010). Scientific Opinion on lactose thresholds in lactose intolerance and galactosaemia. *EFSA Journal*, 8(9), 1777. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1777>

EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). (2012). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for protein. *EFSA Journal*, 10(2), 2557. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2557>

EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA), Turck, D., Bresson, J.-L., Burlingame, B., Dean, T., Fairweather-Tait, S., Heinonen, M., Hirsch-Ernst, K. I., Mangelsdorf, I., McArdle, H. J., Naska, A., Nowicka, G., Pentieva, K., Sanz, Y., Siani, A., Sjödin, A., Stern, M., Tomé, D., Van Loveren, H., ... Neuhäuser-Berthold, M. (2017). Dietary Reference Values for riboflavin. *EFSA Journal*, 15(8), e04919. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4919>

EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA), Turck, D., Castenmiller, J., De Henauw, S., Hirsch-Ernst, K. I., Kearney, J., Maciuk, A., Mangelsdorf, I., McArdle, H. J., Naska, A., Pelaez, C., Pentieva, K., Siani, A., Thies, F., Tsbabouri, S., Vinceti, M., Cubadda, F., Frenzel, T., Heinonen, M., ... Knutsen, H. K. (2021). Safety of dried yellow mealworm (*Tenebrio molitor* larva) as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. *EFSA Journal*, 19(1), e06343. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6343>

- Feiner, G. (Szerk.). (2006a). Meat Products Handbook. In *Meat Products Handbook*. Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-1-84569-050-2.50048-4>
- Feiner, G. (2006b). *Meat Products Handbook: Practical Science and Technology*. Elsevier.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (Szerk.). (2013). *Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO expert consultation, 31 March-2 April, 2011, Auckland, New Zealand*. FAO Expert Consultation on Protein Quality Evaluation in Human Nutrition, Rome. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fox, P. F., McSweeney, P. L. H., Cogan, T. M., & Guinee, T. P. (2004). *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology: General Aspects*. Academic Press.
- Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S. M., & Toulmin, C. (2010). Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science*, *327*(5967), 812–818. <https://doi.org/10.1126/science.1185383>
- Grasso, S., & Jaworska, S. (2020). Part Meat and Part Plant: Are Hybrid Meat Products Fad or Future? *Foods*, *9*(12), 1888. <https://doi.org/10.3390/foods9121888>
- Grasso, S., Rondoni, A., Bari, R., Smith, R., & Mansilla, N. (2022). Effect of information on consumers' sensory evaluation of beef, plant-based and hybrid beef burgers. *Food Quality and Preference*, *96*, 104417. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2021.104417>
- Grau, R., & Hamm, R. (1953). Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Muskel. *Naturwissenschaften*, *40*(1), 29–30. <https://doi.org/10.1007/BF00595734>
- Høst, A. (2002). Frequency of cow's milk allergy in childhood. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, *89*(6, Supplement), 33–37. [https://doi.org/10.1016/S1081-1206\(10\)62120-5](https://doi.org/10.1016/S1081-1206(10)62120-5)
- Huff-Lonergan, E., & Lonergan, S. M. (2005). Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science*, *71*(1), 194–204. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.04.022>
- Ibrahim, H. R., Higashiguchi, S., Juneja, L. R., Kim, M., & Yamamoto, T. (1996). A Structural Phase of Heat-Denatured Lysozyme with Novel Antimicrobial Action. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *44*(6), 1416–1423. <https://doi.org/10.1021/jf9507147>
- Inguglia, E. S., Song, Z., Kerry, J. P., O'Sullivan, M. G., & Hamill, R. M. (2023). Addressing Clean Label Trends in Commercial Meat Processing: Strategies, Challenges and Insights from Consumer Perspectives. *Foods*, *12*(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/foods12102062>
- Klaus von Grebmer, Jill Bernstein, Miriam Wiemers, Laura Reiner, Marilena Bachmeier, Asja Hanano, Réiseal Ní Chéilleachair, Connell Foley, Tim Sheehan, Seth Gitter, Grace Larocque, Heidi Fritschel, & Concern Worldwide & Welthungerhilfe. (2023). *2023 Global Hunger Index: The Power of Youth in Shaping Food Systems*.

- Kneafsey, M., Venn, L., Schmutz, U., Balasz, B., Trenchard, L., Eyden-Wood, T., Bos, E., Sutton, G., & Blackett, M. (2013). *Short Food Supply Chains and Local Food Systems in the EU. A State of Play of their Socio-Economic Characteristics*. JRC Publications Repository. <https://doi.org/10.2791/88784>
- Li-Chan, E., & Nikai, S. (1989). Biochemical Basis for the Properties of Egg White. *Crit. Rev. Poultry Biol.*, 2, 21–58.
- Liu, K. (2012). *Soybeans: Chemistry, Technology, and Utilization*. Springer.
- Lukács, G. (1982). *Színmérés*. Műszaki Könyvkiadó.
- Mariam Shakeel. (2023, március 28). *Difference between Oil in water (O/W) and Water in Oil (W/O)*. <https://www.vizorsun.com/difference-between-oil-in-water-o-w-and-water-in-oil-w-o/>
- Michel, F., Hartmann, C., & Siegrist, M. (2021). Consumers' associations, perceptions and acceptance of meat and plant-based meat alternatives. *Food Quality and Preference*, 87, 104063. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.104063>
- Mihalkó J. (2021). A párizsi-fogyasztási és -vásárlási szokások felmérése. *Jelenkori Társadalmi és Gazdasági Folyamatok*, 16(1–2), Article 1–2. <https://doi.org/10.14232/jtgf.2021.1-2.19-31>
- Millward, D. J. (1999). The nutritional value of plant-based diets in relation to human amino acid and protein requirements. *Proceedings of the Nutrition Society*, 58(2), 249–260. <https://doi.org/10.1017/S0029665199000348>
- Mine, Y. (1995). Recent advances in the understanding of egg white protein functionality. *Trends in Food Science & Technology*, 6(7), 225–226. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(00\)89083-4](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(00)89083-4)
- Mudau, M., & Adebo, O. A. (2024). Three dimensional (3D)-printed foods: A review of recent advances in their ingredients, printing techniques, food printers, post-processing methods, consumer acceptance and safety. *Journal of Food Process Engineering*, 47(5), e14621. <https://doi.org/10.1111/jfpe.14621>
- Newton, G. L., Booram, C. V., Barker, R. W., & Hale, O. M. (1977). Dried *Hermetia Illucens* Larvae Meal as a Supplement for Swine. *Journal of Animal Science*, 44(3), 395–400. <https://doi.org/10.2527/jas1977.443395x>
- Nutrition Division. (1991). *Protein quality evaluation*. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/t0501e>
- Onwezen, M. C., Bouwman, E. P., Reinders, M. J., & Dagevos, H. (2021). A systematic review on consumer acceptance of alternative proteins: Pulses, algae, insects, plant-based meat alternatives, and cultured meat. *Appetite*, 159, 105058. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.105058>
- Oonincx, D. G. A. B., & de Boer, I. J. M. (2012). Environmental Impact of the Production of Mealworms as a Protein Source for Humans – A Life Cycle Assessment. *PLoS ONE*, 7(12), e51145. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051145>

- Parodi, A., Leip, A., De Boer, I. J. M., Slegers, P. M., Ziegler, F., Temme, E. H. M., Herrero, M., Tuomisto, H., Valin, H., Van Middelaar, C. E., Van Loon, J. J. A., & Van Zanten, H. H. E. (2018). The potential of future foods for sustainable and healthy diets. *Nature Sustainability*, *1*(12), 782–789. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0189-7>
- Post, M. J., Levenberg, S., Kaplan, D. L., Genovese, N., Fu, J., Bryant, C. J., Negowetti, N., Verzijden, K., & Moutsatsou, P. (2020). Scientific, sustainability and regulatory challenges of cultured meat. *Nature Food*, *1*(7), 403–415. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-0112-z>
- Profeta, A., Baune, M.-C., Smetana, S., Broucke, K., Van Royen, G., Weiss, J., Heinz, V., & Terjung, N. (2021). Discrete Choice Analysis of Consumer Preferences for Meathybrids—Findings from Germany and Belgium. *Foods*, *10*(1), 71. <https://doi.org/10.3390/foods10010071>
- Regulation (EU) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council of 25 October 2011, Pub. L. No. L 304, 18 (2011). <https://doi.org/10.5040/9781509909568>
- Reshab Majumder & Saptadip Miatur. (2024). Mycoprotein: Production and nutritional aspects: a review. *Sustainable Food Technology*, *2*(1), 81–91. <https://doi.org/10.1039/d3fb00169e>
- Riaz, M. N. (2005). *Soy Protein Applications in Food*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420037951>
- Ritchie, H., Rosado, P., & Roser, M. (2022). Environmental Impacts of Food Production. *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>
- Roser, M. (2024). Why is improving agricultural productivity crucial to ending global hunger and protecting the world’s wildlife? *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/agricultural-productivity-crucial>
- Sokra, I., Somaly, S., Soukea, S., & Sarun, H. (2025). *Effects of Different Packaging Methods on the Storage Quality and Shelf Life of Pork Loin*. *1*(2), 71–82. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/4AB5X>
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T. D., Nations, F. and A. O. of the U., Castel, V., & Haan, C. de. (2006). *Livestock’s Long Shadow: Environmental Issues and Options*. Food & Agriculture Org.
- Stephens, N., Di Silvio, L., Dunsford, I., Ellis, M., Glencross, A., & Sexton, A. (2018). Bringing cultured meat to market: Technical, socio-political, and regulatory challenges in cellular agriculture. *Trends in Food Science & Technology*, *78*, 155–166. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.04.010>
- Stone, A. K., Karalash, A., Tyler, R. T., Warkentin, T. D., & Nickerson, M. T. (2015). Functional attributes of pea protein isolates prepared using different extraction methods and cultivars. *Food Research International*, *76*, 31–38. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.11.017>

- Tornberg, E. (2005). Effects of heat on meat proteins – Implications on structure and quality of meat products. *Meat Science*, 70(3), 494–495. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.11.021>
- Umano, K., Hagi, Y., Shoji, A., & Shibamoto, T. (1990). Volatile compounds formed from cooked whole egg, egg yolk, and egg white. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38(2), 461–464. <https://doi.org/10.1021/jf00092a028>
- United Nations. (2019). *World Population Prospects 2019: Highlights*. UN. <https://doi.org/10.18356/13bf5476-en>
- USDA. (2019). *Egg, white, raw, fresh—Nutrients—SR Legacy | USDA FoodData Central*. <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/172183/nutrients>
- Verbeke, W. (2015). Profiling consumers who are ready to adopt insects as a meat substitute in a Western society. *Food Quality and Preference*, 39, 147–155. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.07.008>
- Wang, Y., Zhai, Z., Yu, X., & Li, D. (2025). The Effects of Ultra-High Pressure Combined with Egg White Protein on the Gel Physical Properties of Reduced-Salt Shrimp Surimi. *Foods*, 14(12), 2144. <https://doi.org/10.3390/foods14122144>
- WHO/FAO/UNU. (2007). *Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition: Report of a Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation*. World Health Organization.
- Wisser, D., Grogan, D. S., Lanzoni, L., Tempio, G., Cinardi, G., Prusevich, A., & Glidden, S. (2024). Water Use in Livestock Agri-Food Systems and Its Contribution to Local Water Scarcity: A Spatially Distributed Global Analysis. *Water*, 16(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/w16121681>
- Xiong, Y. L. (1997). Structure-function relationships of muscle proteins. In *Food Proteins and their Applications* (1st Edition, o. 341–392). <https://doi.org/10.1201/9780203755617>
- Yada, R. Y. (2004). *Proteins in Food Processing*. Woodhead Publishing.

## 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 diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Takács Bálint  
A Hallgató Neptun kódja: H5NRQ1  
A dolgozat címe: Tojásfehérje alkalmazhatóságának vizsgálata húskészítményben  
A megjelenés éve: 2025  
A konzulens intézetének neve: Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Állatitermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat 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: 2025. október 30.



Hallgató aláírása

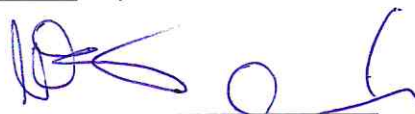
## NYILATKOZAT

Takács Bálint (név) (hallgató Neptun azonosítója: H5NRQ1) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom<sup>1</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>\*2</sup>

Kelt: 2025 év október hó 29. nap



belső konzulens

---

<sup>1</sup> A megfelelő aláhúzendó.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendó.

# Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

## 1. Általános adatok

Hallgató neve:	Takács Bálint
Neptun-kódja:	H5NRQ1
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input type="checkbox"/> BSc/BA <input checked="" type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb: .....
Tantárgy neve/kódja*:	Diplomadolgozat
A munka címe:	TOJÁSFEHÉRJE ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA HÚSKÉSZÍTMÉNYBEN

\* 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)
szakirodalom fordítása	ChatGPT (OpenAI, GPT-4.1)	2.3. A tojásfehérje komplex tulajdonságai
szakirodalom fordítása, rövidítése	ChatGPT (OpenAI, GPT-4.1)	2.7. A húskészítmények jövője

### 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. október 26.

*Tibor Baliz*

.....  
Hallgató aláírása

*[Handwritten signature]*

.....  
Konzulens/Témavezető aláírása