

SZAKDOLGOZAT

Pataky Luca

2022



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi kar
Élelmiszerkémia és Táplálkozástudományi Tanszék

Fehérjeporok aminosav összetételének vizsgálata

Pataky Luca

Budapest

2022

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Szak neve: BSc Élelmiszermérnöki
Táplálkozás-Élelmiszertechnológia szakirány

Szakedolgozat készítés helye: Táplálkozástudományi Tanszék

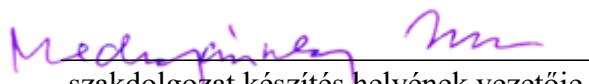
Hallgató: Pataky Luca

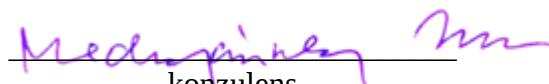
A szakedolgozat címe: Fehérjeporok aminosav összetételének vizsgálata

Konzulens: Mednyánszky Zsuzsanna

Külső konzulens esetén tanszéki felelős:

Beadás dátuma: 2022.11.09.


szakedolgozat készítés helyének vezetője
Mednyánszky Zsuzsanna


konzulens
Mednyánszky Zsuzsanna


Dr. Mednyánszky Zsuzsanna
Táplálkozás Élelmiszertechnológia szakirány felelős

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	2
2. A munka célja és módszertana	3
3. Irodalmi áttekintés	4
3.1 Fehérjék	4
3.1.1 Esszenciális aminosavak és azok fontossága	8
3.1.2 Fehérjék minősítése	9
3.2 Vérporok	11
3.2.1 Teljes vérpor (TVP)	13
3.2.2 Vérplazma por (VPP)	15
3.2.3 Hemoglobin por (HGBP)	15
3.3 Tojásporok	16
3.3.1 Tojás a gazdaságban	16
3.3.2 A tojásról röviden	16
3.3.3 Tojásfehérjéről röviden	17
3.3.4 Tojássárgájáról röviden	17
3.3.5 Teljes tojáspor (TTP)	19
3.3.6 Tojássárgája por (TSP)	20
3.3.7 Tojásfehérje por (TFP)	21
3.4 Tejsavó izolátum (WPI)	21
4. Anyagok és módszerek	24
4.1. A vizsgált minták a következők voltak:	24
4.2. Mintaelőkészítés fehérje aminosav összetételének meghatározásához	24
4.3. Aminosav-analízis	25
5. Kísérleti eredmények és értékelésük	26
5.1 A vérporok mérési eredményei	26
5.2 A tojásporok mérések eredményei	28
5.3 A tejsavó izolátum mérési eredménye	30
5.4 A minták összehasonlítása esszenciális aminosav értékük (EAA) alapján	32
6. Összefoglalás	35
7. Hivatkozások	37

1. Bevezetés

Míg 1960-ban a Föld népessége elérte a 3 milliárdot, addig 2020-ra ez a szám több, mint a két és félszeresére nőtt (ENSZ, World Population Prospect, 2022), közel 8 milliárdan élünk a bolygón. Ezt a rövid időn belül történő, ugrásszerűen megnövekvő népességszámot relatív túlnépesedésnek nevezzük. Ez a relatív túlnépesedés számos komoly problémát von maga után, köztük az egyik legfontosabb az élelmiszerhiány kialakulása.

Az étkezés nélkülözhetetlen az ember számára, hiszen a táplálkozásaink során visszük be a szervezetünkbe a számunkra nélkülözhetetlen tápanyagokat. A szervezetünknek a fehérjék, szénhidrátok, zsírok, vitaminok, ásványi sók, illetve a víz mind nélkülözhetetlen tápanyagnak számítanak, és a növekvő népességszám miatt előbb vagy utóbb ezek bevitele nehézséget fog jelenteni számunkra. Már ma is vannak olyan országok, ahol fennáll ez a probléma malnutríciót, mennyiségi és minőségi éhezést okozva. Tehát ennek megelőzése mihamarabb megoldást követel.

Miközben már jelenleg több helyen küzdenek az éhezéssel, a Föld lakosságának közel 11%-a, 800 millió ember éhezik (McGuire, 2015), az emberiség által előállított élelmiszerből 1,3 milliárd tonna megy kárba és ezzel együtt az összes erőforrás, ami a megtermeléséhez kellett. A veszteséget fehérjében kifejezve: 77 millió tonna emberi fogyasztásra is alkalmas fehérjéből mindössze 58 millió tonna kerül az asztalunkra (Steinfeld et al., 2006).

Vajon hogyan tudnánk ezt megelőzni? Milyen lehetőség lesz a jövőben elegendő élelmiszer és fehérje előállítására? Talán nem növelni kell az előállítást, nem új forrásokat kell keresnünk, hanem a veszteséget, pazarlást csökkenteni, a melléktermékeket megvizsgálni abból a szempontból, hogyan hasznosíthatjuk a bennük rejlő tápanyagokat akár a humán táplálkozásban, akár a takarmányozásban.

Dolgozatomban az élelmiszeriparban keletkező melléktermékek – állati vérporok, tejsavó – valamint tojásporok fehérjetartalmát vizsgáltam meg. Ezek a termékek állati eredetűek, tehát fehérjéjük teljes értékű. Aminosavösszetételük analízisével arra keresem a választ, hogy az egyes frakciók (hemoglobinpor, várp plazmapor, teljes vérpor, tejsavópor, valamint tojásfehérje- és sárgája porok) összetételük alapján mennyire felelnek meg az emberi szükségletnek esszenciális aminosav tartalmuk alapján, és a mért különbségek függvényében hogyan alkalmazhatók növényi fehérjeforrások komplettálására.

2. A munka célja és módszertana

Munkám célja különböző élelmiszeripari termékek (tojásfehérje- és sárgájapor) és melléktermékek (teljes vér-, hemoglobin-, vérplazmapor és tejsavó izolátum) aminosavtartalmának meghatározása volt annak megállapítására, hogy az egyes termékekben milyen mennyiségben és arányban vannak jelen az esszenciális aminosavak. Összehasonlítva a FAO/WHO referencia fehérje összetételével arra kerestem a választ, melyik termék lenne ideális teljes értékű fehérjeforrás, illetve mely termékeket lehetne felhasználni az élelmiszeriparban más élelmiszerek dúsításához vagy komplettálásához. A melléktermékek ez úton történő felhasználása egyrészt enyhítheti a fehérjehiányt, másrészt csökkentheti a hulladékok keletkezését és az ebből adódó környezeti terhelésüket.

3. Irodalmi áttekintés

3.1 Fehérjék

A fehérjék az élő sejtek legfontosabb alkotórészei, hiszen minden élő sejt tömény vizes fehérjeoldatnak tekinthető. Az anyag a fehérjék segítségével rendeződik élő rendszerekké, ezért a fehérjéknek a tápanyagok között is különleges jelentősége van. Kiemelt szerepüket a tudományos nevük, a protein szó jelentése is megerősíti. A protosz görög eredetű szó elsőt, legfontosabbat jelent. Földünkön élet, élő rendszer fehérjék nélkül még a legegyszerűbb formában sem létezhet, az életet fenntartani sem tudjuk fehérjét tartalmazó tápanyagok fogyasztása nélkül (Hajós, Zajkás, 2000)

A fehérjék nitrogén tartalmú szerves vegyületek, aminosavakból felépülő makromolekulák. Az aminosavak a fehérjében belül egymással kovalens kötással, peptidkötéssel kapcsolódnak. Az aminosavaknak a peptidkötéssel meghatározott sorrendjét a fehérjében belül primer szerkezetnek vagy szekvenciának nevezzük.

A fehérjéket általában alkotó húsz aminosav közül kilenc esszenciális: a lizin, leucin, izoleucin, metionin, fenilalanin, treonin, triptofán és a valin, csecsemőkorban még a hisztidin. Ezeket az emberi szervezet nem képes szintetizálni, ezért a táplálék útján kell a szervezetbe juttatnunk. Ha ezekből az aminosavakból akár csak egy is a szükségesnél kisebb mennyiségben van jelen, a fehérjék felépítése nem megy végbe tökéletesen a szervezetünkben. Azokat az aminosavakat, amelyek az igényekhez képest a legkisebb mennyiségben vannak jelen és meghatározzák a többi aminosavnak a beépülését, limitáló aminosavaknak nevezzük. A legtöbbször előforduló limitáló aminosavak közé sorolható a lizin, a metionin, a cisztein és a triptofán. A gabonafélék esetében a limitáló aminosav a lizin, a hüvelyesek esetében a metionin és cisztein, míg a kukorica esetében a triptofán és a lizin. Az élelmiszerfehérjék táplálkozás-élettani értékét nagymértékben befolyásolja az esszenciális aminosavak aránya.

A fehérjék az emberi szervezet 14-16 %-át alkotják, fontos élettani hatásuk van: sejtalkotók, sejtfelepítők, szerepet játszanak a víz megkötésében, a folyadék egyensúly biztosításában, a szervezet puffertolásában, az enzimyományokban, hormonális háztartás és az immunrendszer működésében, a növekedésben, és izmaink és vázfehérjéink felépítésében.

Az elfogyasztott táplálékfehérjét a tápcsatorna enzimek hidrolizálják, az így keletkező peptidek és aminosavak felszívódnak és a véráram a sejtekhez szállítja azokat. A sejtekben az aminosavakból új fehérjék szintetizálódnak. Az egyes élelmiszerfehérjék aminosav összetétele nem mindig felel meg annak az aránynak, amit a szervezet a fehérjék szintéziséhez igényelne. Az a táplálékfehérje, amelyben az esszenciális aminosavak aránya hasonló az emberi test fehérjéinek esszenciális aminosav-arányához, jobb minőségű és jobban hasznosul, amit azok az élelmiszerfehérjék, amelyek nem tartalmazzák valamennyi esszenciális aminosavat a kívánt arányban (Hajós, Zajkás, 2000).

Az élelmiszerek esetében éppen emiatt nem csak a fehérjék mennyiségére kell ügyelni, hanem a minőségére és az aminosav-összetételére is. Mivel szervezetünk nem raktározza a fehérjét, minden nap biztosítani kell a szükséges mennyiségű és minőségű bevittet.

A fehérjeszükséglet életkortól és nemtől is függően változik (WHO, 2007). A növekvő csecsemő fehérjeigénye testsúly kg-ra vonatkoztatva több, mint kétszerese a felnőtt szükségletének. Serdülő korban a testösszetétel különbsége (izom- és zsírszövet eltérő aránya) miatt a fiúk fehérjeszükséglete nagyobb, mint a lányoké (1. táblázat). Ezt a felnőtt korhoz képest nagyobb fehérjeigényt csak állati fehérjével tudjuk biztonsággal bevinni a gyermekek szervezetébe. A növényi fehérjék nem teljes értékűek. Az esszenciális aminosav szükséglet mennyiségét tekintve is nagyobb csecsemő- és gyermekkorban, mint felnőtt korban, ezért számukra a teljes értékű, könnyebben emészthető állati fehérje nélkülözhetetlen a megfelelő ellátás biztosításához. A növényi élelmiszerek rost- és antinurítív tartalmuk miatt nehezebben emészthető, nem teljes értékű fehérjeforrások.

Gyermekekben nagyobb mennyiségű fehérjére van szükség, mert fedeznie kell a nagy arányú növekedéshez szükséges mennyiséget. Ez a mérték 32-75 g/nap, mivel nem egyenletes a növekedés, ezért úgy kell megállapítani a fehérje adagot, hogy mindenkor elegendő álljon rendelkezésre (1. táblázat). Egy egészséges felnőtt számára a napi fehérje szükséglet ~ 0,8 g/testtömeg kg. Ez az érték elégséges lehet a szervezet fehérjeigényeinek a kielégítéséhez. Vegyes táplálkozás esetén azonban többféle szemponton is figyelembe kell venni: többek között a fehérjék emészthetőségét, a fehérje aminosav összetételét, az ételkészítés módját, a fehérjeforrással együtt fogyasztott ételeket a fiziológiás állapotot.

Az idő előrehaladtával változik a testösszetételünk, az élettani funkcióink is, továbbá az életmódunktól függően a fizikai aktivitásunk is csökkenni kezd. Ezzel együtt az elfogyasztott táplálék mennyisége is kevesebb lesz. Az idős szervezetben az emésztés

hatékonysága is romlik, kevesebb hozzáférhető aminosav és peptid szabadul fel az elfogyasztott fehérjéből, ezért célszerű nagyobb mennyiséget bevinni étkezéssel. Ügyelni kell az elégséges energiatartalomra is, mert ennek hiányában a szervezet a fehérjét használja energiaforrássul. Az ajánlott napi fehérjefogyasztás 1,2-1,5 g/ttkg/nap-ra módosul. Ez azt jelenti, hogy a teljes kalória bevitel 15-20%-át teszi ki a fehérje. A testtömeg kg-ra vonatkozó ajánlást felnőtt korban a 2. táblázat mutatja be.

1. táblázat: Biztonságos fehérjebevitel gyermekkorban (forrás: WHO Energy and Protein requirements, 2007)

Életkor (év)	Fehérje (g/ttkg)	Életkor (év)	Fehérje (g/ttkg)
0,25-0,5	1,86	LÁNYOK	
0,5-0,75	1,65	10-11	1,00
0,75-1	1,48	11-12	0,98
1-1,5	1,26	12-13	0,96
1,5-2	1,17	13-14	0,94
2-3	1,13	14-15	0,90
3-4	1,09	FIÚK	
4-5	1,06	10-11	0,99
5-6	1,02	11-12	0,98
6-7	1,01	12-13	1,00
7-8	1,01	13-14	0,97
8-9	1,01	14-15	0,96
9-10	0,99		

A nők fehérjeszükséglete a várandósság és a szoptatás időszakában szintén megnő. Biztosítani kell a magzat fejlődéséhez szükséges fehérjemennyiséget, majd pedig az anyatej protein tartalmát. Emiatt a terhesek fehérjeszükséglete 10 g/nap-pal több, mint a nem várandós állapotban. A szoptatási időszakban ez az érték az első hat hónapban naponta 20g többletfehérjét jelent, míg a hetedik hónaptól csökken 15 g-ra. (Fiegler, 2015)

2. táblázat: Biztonságos fehérjebevitel felnőtt nők és férfiak számára
testtömeg szerint (forrás: *WHO Energy and Protein requirements, 2007*)

Testtömeg (kg)	Fehérjemennyiség (g/kg/nap)
40	33
45	37
50	42
55	46
60	50
65	54
70	58
75	62
80	66

Ugyanakkor nem csak az optimális fehérjebevitelre kell ügyelnünk, hanem az azokat felépítő, azokból is az esszenciális aminosavak mennyiségére is, melyek szükségletét a 3. táblázatban foglaltam össze, különböző korcsoportokon belül. Ezek az adatok nem feltétlenül tekinthetők végleges értékeknek, mivel az aminosavak szükségletének a megállapítása még nem határozható meg pontosan.

3. táblázat: Aminosavak becsült szükséglete adott életkorban (forrás: *WHO Energy and Protein requirements, 2007*)

Aminosav	Csecsemő *3-4 hónapos* (mg/ttkg/nap)	Kisgyerek *2 éves* (mg/ttkg/nap)	Iskolás gyerek *10-12 éves* (mg/ttkg/nap)	Felnőtt (mg/ttkg/nap)
hisztidin	28	?	?	8-12
izoleucin	70	31	28-30	10
leucin	161	73	44-45	14
lizin	103	64	44-60	12
metionin+cisztin	58	27	22-27	13
fenilalanin+tirozin	125	69	22-27	14
treonin	87	37	28-35	7
triptofán	17	12,5	3,3-4	3,5
valin	93	38	25-33	10
Összesen:	742	352	216-261	84

3.1.1 Esszenciális aminosavak és azok fontossága

A treonin (Thr) a szerkezeti fehérjék fontos alkotó eleme, mint például a kollagéné és az elasztiné. A kollagén felelős a csontok rugalmasságáért, a porcszövetek-, és a sejtközüti tér felépítésében is szerepe van. Az elasztin a bőr rugalmasságát biztosítja. Továbbá fontos szerepet játszik a máj egészségében is (Art P., 2009). Ezt az esszenciális aminosavat húsfélék, tejtermékek, szója és olajos magvak fogyasztása során tudjuk a szervezetünkbe juttatni.

A valin (Val) szabályozó szerepet lát el a szervezet energia háztartásában, és stimulálja az izmok növekedését és azok regenerációját. Kiváló valin forrásnak minősülnek ugyancsak a különféle húsfélék, tejtermékek, szója, illetve a gomba is.

A metionin (Met) fontos szerepet játszik az anyagcserében. Szükséges a májunk megfelelő működéséhez, a méregtelenítéshez, továbbá a szövetek növekedéséhez, a cink és szelén felszívódásához, amelyek létfontosságúak az egészséghez. A metionin a különféle húsféléken kívül előfordul még vöröshagymában, fokhagymában és a lencsében is.

Az izoleucin (Ile) az izmok regenerálódásában játszik fontos szerepet, lebomlásával segít a szervezetünk izomszövetének energia pótlásában, valamint fontos az immunfunkció, hemoglobin termelés és az energiaszabályozás szempontjából is. Izoleucin forrásnak minősülnek a különböző húsok, tejtermékek, szója és az olajos magvak.

A leucin (Leu) kritikus a fehérjeszintézis és az izomregeneráció szempontjából, segít a vércukorszint szabályozásában, valamint serkenti a sebgyógyulást és növekedési hormont termel. Táplálkozás szempontjából kiváló leucin forrásnak számít a hal, különféle húsfélék, lencse, tojás, szója és az olajos magvak.

A fenil-alanin (Phe) a tirozin prekursora. Tirozinra van szükség számos neurotranszmitter (dopamin, epinefrin, norepinefrin), valamint pajzsmirigyhormon és melanin kialakulásához, ezért a fenil-alanin bevitele fontos a szervezet számára (Internet 1). Szerves szerepet játszik a fehérjék és enzimek szerkezetében és működésében, illetve más aminosavak előállításában is, az agyban az ingerületátvitelben és a pajzsmirigyünk hormontermelésében is egyaránt. Ennek hiányában kialakulhat depresszió, a kognitív funkciók rendellenessége, továbbá esetleges étvágytalanság és nehéz gondolkodás. Ahogy az eddig említett esszenciális aminosavaknál, úgy a fenil-alaninnál is a húsfélék, azon belül is a baromfi-, és marhahús, tejtermékek és egyes olajos magvak számítanak elsődleges forrásként.

A lizin (Lys) fontos szerepet játszik a kollagén kialakulásában és szövetek javításában. Alapvető szerepet játszik az energia fenntartásban, valamint az izomfehérjék, szövetek felépítésében és regenerálódásában. Ezért számít fontos aminosavnak a sporszerűségeket szenvedő emberek számára. Lizinre van szükség az antitest- és a csontképződéshez, továbbá hormonok és enzimek előállításához (Art P., 2009). Ugyancsak jelentős szerepet játszik a fehérjeszintézisben és a kalcium felszívódásában. Jó lizin forrásnak számítanak a vörshúsok, különféle halak, a tojás, tejtermékek, az élesztő és a krumpli. (Internet 2)

A hisztidint (His) használja a szervezetünk, hogy előállítson egy neurotranszmittert, a hisztamint, ami elengedhetetlen az immunválasz, emésztés, szexuális funkciók és az ébrenléti-alvás ciklusokhoz. Kritikus fontosságú a mielin-hüvely, az idegsejteket körülvevő védőgát fenntartása szempontjából is. Húsok, tejtermékek, tojás, olajos magvak, hüvelyesek fogyasztása során juthatunk hisztidinhez.

A triptofánt (Tyr) gyakran társítják az álomossághoz, a szerotonin neurotranszmitter prekursora, ami fontos szerepet játszik az étvágy, hangulat és az alvás szabályozásában. (Internet 2)

3.1.2 Fehérjék minősítése

Az emberi táplálkozást tekintve a tápanyagok az aminosavigény kielégítése szempontjából különböző értékűek. A fehérjék minőségi értékelésnek célja, hogy meghatározza, hogy az élelmiszerek fehérje tartalma elegendő-e az aminosav/nitrogén anyagcseréhez. A minősítés a fehérjék biológiai hasznosulását becsli a megemésztett felszívódott és kiválasztott tápanyagokból, vagyis abból, hogy az elfogyasztott fehérjék közül mennyi képes felszívódni, milyen mértékben használható fel szervezetet felépítő sejtek fehérjeszintéziséhez. A minőséget jellemző számok tehát a fehérjehasznosulás hatékonyságát jelzik. Ebből következően az ajánlott napi fehérjebevitelt is a minőségi értékmutatók alapján kell megállapítani. A fehérjék minőségi értékének meghatározására többféle jelzőszám is rendelkezésre áll, melyek értékeit a 4.táblázat mutatja különböző élelmiszerek esetében. A minősítésre a következő indexeket használják:

- Biológiai érték (BV: biological value): megmutatja, hogy a szervezet 100g táplálék fehérjéből hány g fehérjét tud hasznosítani, beépíteni a saját fehérjéi előállításához. Vonatkoztatási alapként a tojásfehérjét használják, melynek BV értéke 100.

- **Nettó fehérjehasznosulás (NPU: net protein utilization):** hasonlóan a biológiai értékhez azt mutatja meg, hogy az elfogyasztott, megemésztett táplálék fehérjét a szervezet milyen arányban tudja hasznosítani. Minél kedvezőbb az elfogyasztott fehérje aminosav-összetétele, annál nagyobb része tartható vissza, azaz alakul át szöveti fehérjékké, és annál kisebb a vizelettel kiürített nitrogén mennyisége. Tehát a napi fehérjeszükséglet fedezésére a magasabb BV és NPU értékkel rendelkezőkből kevesebbet kell fogyasztani.
- **Fehérjehatékonysági hányados (PER: protein efficiency):** meghatározza azt a testtömeg-gyarapodást, melyet 1 g fehérje elfogyasztása okoz. (Csapó és Csapóné Kiss, 2002)

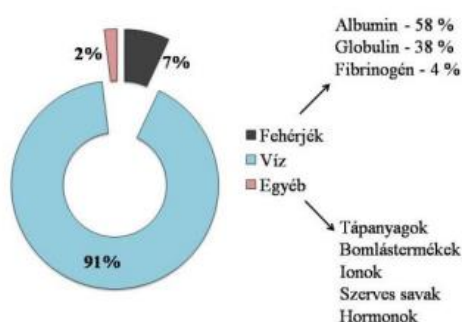
4. táblázat: Élelmiszerek táplálkozási értéke (forrás: Csapó és Csapóné Kiss, 2002 nyomán)

<u>Élelmiszerfehérje</u>	<u>Biológiai érték</u>	<u>PER-érték</u>	<u>NPU-érték</u>
Teljes tojás	100	3,8	94
Tehéntej	91	3,1	82
Marhahús	80	2,9	73
Rizs	59	2,0	57
Búza	54	1,5	41
Szójafehérje	74	2,1	61
Bab	49	1,4	39

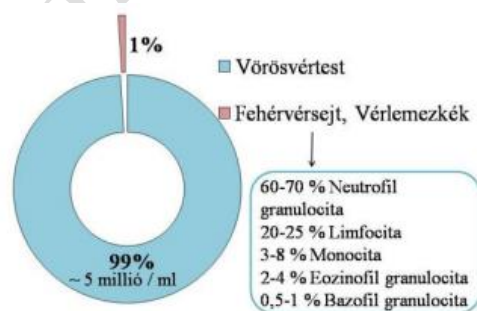
Az előzőekben felsorolt indexeken kívül a FAO/WHO által elfogadott és preferált módszer a fehérjék biológiai értékének megállapítására a fehérje emészthetőséggel (PD) korrigált aminosav érték (protein digestibility-corrected amino acid score, PDCAAS). A módszer lényege, hogy az adott fehérje limitáló esszenciális aminosav koncentrációját veti össze egy referencia minta (adott életkorra vonatkoztatott) megállapított aminosav koncentrációjának igényével. Az így kapott kémiai értéket korrigálni kell a vizsgált fehérje emészthetőségével. (Schaafsma, 2000)

3.2 Vérorok

A vér egy folyékony kötőszövet, ami sejtekből és sejtközötti állományból épül fel. A vér összetételének szempontjából a vérplazma az egész vér térfogatának 55%-át teszi ki, míg a maradék 45%-ot az alakos elemek alkotják. Az utóbbit összefoglaló néven hívjuk alakos sejteknek, mivel nem minden vérben keringő sejt számít teljes értékű sejtnek. Ha az alakos elemeket tovább vizsgáljuk és felbontjuk összetevőire, akkor megállapítható, hogy vörösvérsejteket (erythrocyták), fehérvérsejteket (leukociták) és vérlemezkéket (thrombocyták) tartalmaznak. Az alakos elemek túlnyomó részét, pontosabban 99%-át, a vörösvérsejtek alkotják, ezt a 2. ábra jól szemlélteti. A vérnek az a különlegessége, hogy a sejtközötti állománya folyékony halmazállapotú, ezt hívjuk vérplazmának, ami fehérjében gazdag. A vérplazma összetevői szempontjából 90%-a víz és a maradék 10%-a tartalmaz szerves molekulát és oldott ionokat (1. ábra). A vér elsődleges és legfontosabb feladata az oxigénszállítás. A jellegzetes vörös színét a vörösvérsejtekben lévő, vastartalmú hemoglobin adja. (Internet 3)



1. ábra: Vérplazma összetétele
(forrás: Tékus, 2016)



2. ábra: alakos elemek összetétele
(forrás: Tékus, 2016)

Az élelmiszerellátásban várhatóan az állati fehérjék előállításának, az állattenyésztés korlátozott mértéke, és ezzel a hústermelés csökkenése jelenti majd a legnagyobb problémát. A húsellátás fehérjehiányt okoz a táplálkozásban, amit orvosolnunk kell. A kutatás az alternatív fehérjeforrások irányába már régóta tart, a növényi és rovareredetű fehérjék, egysejtfehérjék humán táplálkozási jelentőségét és előállítását folyamatosan vizsgálják. Előmozdítja ezeket a kutatásokat a környezetvédelem is, hiszen az állattartás környezeti terhelése és részesedése a globális felmelegedésben, a takarmánytermesztés miatt kialakuló biodiverzitás csökkenésében vitathatatlan.

Ugyanakkor a még fennálló állattenyésztésből és -feldolgozásból származó hulladékok és melléktermékek kezelése és hasznosítása sem megoldott. A fehérjeforrás hiányának csökkentésére pedig jó megoldás lehet e melléktermékek felhasználása.

Évente körülbelül 1.2 milliárd sertést vágnak le világszerte, ebből 180 milliót az Európai Unióban, 103 milliót pedig az Egyesült Államokban. A levágott állatnak 3,9%-a vér és megközelítőleg 1,5 – 3 liter vért gyűjtenek össze egy sertés állat levágása során, tehát ez legalább 270.000-540.000 tonna sertés vér felhalmozódását jelenti csak Európában (Nowak et.al., 2006). Ugyan az Európai Unióban külön rendelet vonatkozik az állati eredetű élelmiszerek higiéniai szabályára (Európai Parlament és Tanács 853/2004), de ha el szeretnénk kerülni az állati melléktermékek pazarlásának veszélyét, a protokollokat be kell tartani. Ha ezeket a szabályokat nem tartják be az emberi fogyasztásra szánt vér begyűjtése során, akkor azt veszélyes hulladékként kell kezelni. A vágóhídra külön HACCP eljárás vonatkozik, ami 6 pontban írja le a követelményeket. Ha ezekből csak egy is hiányzik, akkor a vállalkozónak meg kell tennie a szükséges intézkedéseket, a hatósági állatorvos kihívását és kiküszöbölni a problémát a cél érdekében. Nem csak magára a vágóhídra vonatkoznak rendeletek, de az állat vágóhídra való szállítására is, magára a mellékterméknek a kinyerésére is. Fontos, hogy olyan eszközt használjanak, mely teljesen zárt rendszerű, mint például egy cső kés, amivel kiszivattyúzzák az állatból a vért és egyenesen egy tartályba vezetik. Sokszor jellemző, hogy a vér a csatornába, szennyvízbe is belekerül, ami káros és veszélyes a környezet szempontjából. Erre vonatkozik a Tanács irányelve (97/271/EGK), ami a települési szennyvíz kezeléséről szól. Ugyanis a vérnek a biológiai és kémiai oxigénigénye miatt, ha az belekerül a szennyvízbe, akkor annak ezen paraméterei túlléphetik a megengedett értékeket.

Magyarországon azonban emberi fogyasztásra szánt állati eredetű vér gyűjtése a körülmények miatt nem kivitelezhető, mivel hazánkban Nyugat-Európához viszonyítva, kis méretű vágóhidak találhatók. Itthon az ilyen célra alkalmas vágóhidak kialakítása nem megoldható. Egyrészt nagyon költségigényes, és mivel nagyon szűk a keresleti réteg, ezért hosszútávon is szinte biztos a vesztesége. Másrészt nagyon szigorú az Európai Parlament és Tanács által hozott rendelet, ami meghatározza a műszaki protokollt. Így a hazánkban lévő vágóhidak számára szinte elérhetetlen az olyan vágóhidak megépítése, amelyek higiéniai szempontból megfelelnek, teljes mértékben zárt rendszerben működnek, és a véralvadás kiküszöbölésére használt eszközök meglétét is biztosítani tudják. Magyarországon más, nem humán felhasználásra kerülő termékek előállításához használják az összegyűjtött vért. Az

emberi fogyasztásra szánt állati eredetű vérport importálják a hazai élelmiszeriparban. (Csurka, 2022)

3.2.1 Teljes vérpor (TVP)

A vért hagyományosan magas fehérjetartalmú összetevőként alkalmazták különböző területeken, mind emberi fogyasztásra és az állatok takarmányozására. Ez nemcsak gazdasági, hanem környezeti és táplálkozási előnyökhöz is vezethet. Azonban a vér fogyasztása egészségügyi és biztonsági kérdéseket vet fel a fogyasztókban, vásárlókban, ezzel is távol tartva magukat vértől vagy állati vérből származó összetevőt tartalmazó élelmiszerektől. Így a vágóhidak által előállított jelentős mennyiségű vér ellenére is a vér, mint élelmiszer összetevő nincs kellő-képen kihasználva.

A vér táplálkozási szempontból azért kiváló élelmiszer, mert magas a fehérje tartalma- és a vastartalma, melyek mind nélkülözhetetlenek az emberi szervezet számára. A szarvasmarha vér fehérje tartalma például 17,3%, lipid tartalma 0,23%, 0,07%-a szénhidrát és 0,62%-a az ásványi anyag tartalma. (Fidel et. al., 2012). Nagyon gyakori betegség a vashiány, melynek kiküszöbölésére megoldást jelenthet a vérpor vastartalma, hiszen szerves kötésben, a hemoglobin molekulából nagy hatékonysággal tud felszívódni (hem-vas) és hasznosulni az emberi szervezeten. A sertésvér vas tartalma 1 kg szárazanyagra vonatkoztatva 1,49 g, a marhavéré pedig 2,81g (Sorapukdee, S., Narunatsopanon, 2017)

5. táblázat: Marha- és sertésvér esszenciális aminosav tartalma a fehérje tartalom %-ában (forrás: Supaluk, Supawadee, 2017; Ockerman, Hansen 1999)

	Marhavér (teljes fehérjetartalomra vonatkoztatva)	Sertésvér (teljes fehérjetartalomra vonatkoztatva)
Izoleucin	0,9 %	1,1 %
Leucin	13,6 %	11,6 %
Lizin	9,7 %	8,6 %
Metionin	1,8 %	0,7 %
Fenil-alanin	8,0 %	5,7 %
Treonin	5,2 %	3,6 %

Triptofán	1,4 %	-
Valin	9,1 %	7,3 %
Hisztidin	5,6 %	5,8 %

Az 5. táblázat a marhavér és sertésvér esszenciális aminosav összetételét mutatja be a fehérjetartalom százalékban. Az arányokból jól látható, hogy magas a lizin tartalmuk, ami limitáló a gabona eredetű növényi fehérjék esetében. Mindkét vér nagy %-ban tartalmaz elágazó láncú leucint és valint, amelyek az izomfehérjék felépítésében nélkülözhetetlenek. A csecsemőkorban esszenciális hisztidin is háromszoros mennyiségben van jelen a referencia fehérjéhez (1,6%) képest. Kéntartalmú aminosav tartalmuk nem éri el a szükséges mennyiséget (2,3%), így hüvelyesek komplettálására nem alkalmasak. Tehát hasznos fehérjeforrás lehet az ember számára az állati vér a kiváló adottságai miatt (Sorapukdee, S., Narunatsopanon, 2017).

6. táblázat: Teljes vérpor aminosav tartalma (forrás: Csurka, 2021)

Aminosav	Teljes Vérpor	
	Aminosavtartalom (g/kg) teljes vérpor tömegére vonatkoztatva	100 g vérpor által biztosított aminosav szükséglet 70 kg-os felnőtt ember számára
Triptofán	7,9	282,14 %
Metionin	8,8	83,81 %
Lizin	71,3	339,52 %
Valin	53,7	295,05 %
Treonin	38,9	370,48 %
Hisztidin	7	100,00 %
Izoleucin	36,4	260,00 %
Leucin	64,5	236,26 %
Fenilalanin	38,5	220,00 %

A vér felhasználása porított termékként valósul meg. A vérpor előállításának gyártástechnológiája a porlasztva szárítás. Ez több okból kifolyólag is előnyös, ugyanis a kiszáritott állapotban lévő vér már nem romlékony, tehát mikrobiológiai szempontból sokkal biztonságosabb, mint a folyékony halmazállapotú, friss vér. Ugyanakkor ezek az értékes tápanyagok a porított termékben is jelen vannak koncentrált formában, így ezeket nagyon sokoldalúan és kreatívan lehet használni a különböző élelmiszerek dúsításához. Az 6. táblázatban látható a teljes vérpor aminosav tartalma (g/kg), valamint egy elméleti kalkuláció arra vonatkoztatva, hogy a 100 g vérpor fogyasztása hány %-ban biztosítaná a felnőtt ember aminosav szükségletét.

3.2.2 Vérplazma por (VPP)

A vérplazma 91%-a víz, 7%-a fehérje és a maradék 2%-ban pedig egyéb tápanyagok találhatók (1. ábra). A vérplazmát először is szeparálják a teljes vérből, ezt a folyamatot centrifugálással végzik, majd a vérplazma port porlasztva szárítás útján állítják elő. A vérplazma nemcsak kiváló fehérjeforrás is lehet, hanem olyan technológiai tulajdonságokkal is rendelkezik, ami megfelelő állomány kialakítását biztosítja az élelmiszerekben. Kiváló emulgeáló- és habzószert, valamint jó gélesedő tulajdonsággal is rendelkezik. Emiatt értékes összetevőnek számít az élelmiszeriparban és étrendkiegészítők előállításánál. A frakcionált plazmafehérjék, mint például a fibrinogén, immunglobulin és a szérum albumin hozzáadható az élelmiszerekhez és különböző takarmányokhoz ezen értékes tulajdonságai miatt. A plazmafehérjék keresztkötések létrehozására képesek, például téstákhoz adagolva, mellyel nem csak a tészta állagát javítják, de egyben növelik a fehérjetartalmukat is. (Fidel et. al., 2012)

3.2.3 Hemoglobin por (HGBP)

A sűrűvér-frakciót, a hemoglobin frakciót az élelmiszeriparban nem sok területen alkalmazzák. Ennek elsősorban az érzékszervi tulajdonságok megváltoztatásában kifejtett hatása az oka: a hem tartalma miatt, sötétvörös, majdnem fekete színt ad az élelmiszereknek másrészt mivel magas a vastartalma, erős vas ízt produkál. Hőkezelés során a vastartalomnak köszönhetően szinte teljesen fekete színű lesz, korlátozott használata élelmiszerek

dúsításában, a kellemetlen íz és idegen szín kialakítása miatt. Állati takarmányozásra használják csak, pedig kiváló vasforrás lenne az ember számára. (Fidel et. al.,2012)

3.3 Tojásporok

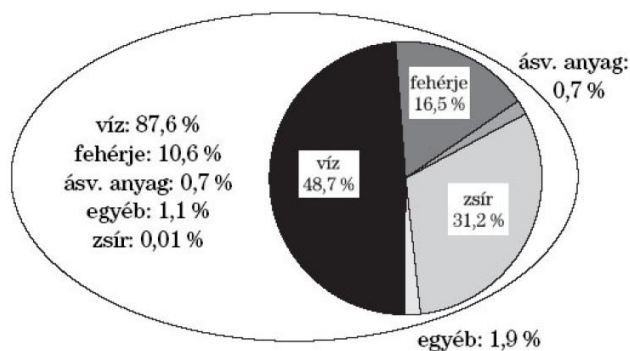
3.3.1 Tojás a gazdaságban

A tojásiipart tekintve a tojástermelés és fogyasztás az elmúlt évtizedben növekedett a világban, európai viszonylatban tekintve stabil maradt. A termelési rendszer azonban fejlődni kezdett Európában is. Ez egyrészt a fogyasztók igényével, másrészt az állatok jólétével és az Európai Unió által hozott jóléti rendelet végrehajtásával hozható összefüggésbe. Az állati jóléti törvényt 2012-ben hozták létre, melyben megtiltották a baromfi ketrecben való tartását (Magdelaine, 2011). Az európai tojásiipar jövőjét tehát az állati jólétre, a környezetvédelemre és az egészségügyi követelményekre vonatkozó szabályzások fogják meghatározni. Szempont lesz a takarmány árának- és a fogyasztók preferenciáinak a változása is.

Kína messze a legnagyobb tojás termelő ország a világban, a világ tojástermelésének a 37%-át adja, második helyen az Európai Unió áll, majd ezt követi az Egyesült Államok. Minden évben legalább 2,4%-kal nőtt a tojástermelés az elmúlt 10 év során (FAO, 2013).

3.3.2 A tojáról röviden

A tojás a benne lévő vitaminok, ásványi anyagok, továbbá a magas tápértéke miatt élettani szempontból igen jelentős élelmiszer. Tápanyag összetétele ideális az emberek számára, ennek köszönhetően kiemelt szerepet tölt be az emberek mindennapi táplálkozásában. A tojók takarmányozása nem befolyásolja különösebben az összetételét, kivétel ez alól az ásványi anyagok és a vitaminok tartalma. A tojás közel háromnegyedét víz alkotja, a maradék szárazanyag 96%-a pedig szerves vegyület, azaz fehérje, zsír, minimális mennyiségű szénhidrát (3. ábra). (Légrády, 2001)



3. ábra: Tojás tápanyagtartalma (forrás: Légrády, 2001)

3.3.3 Tojásfehérjéről röviden

A tojásfehérje körülöleli a sárgáját, méghozzá 3 rétegben. A középső rétegnek sűrű jellege van, mivel itt a fehérjemolekulák fonal szerűen rendeződnek el. Az ezt körülölő másik két réteg hígabb halmazállapotú, nyúlós és ragacsos, ez annak tudható be, hogy ezek a rétegek kevesebb rosttartalommal bírnak. A tojásfehérje tápanyagösszetétel szempontjából tartalmazza a teljes fehérjemennyiség 54%-át. A fehérje rész egyszerű-, és összetett fehérjéből áll. Az előbbi tartalmazza az ovalbumint, konalbumint és az ovoglobulint. Míg az utóbbiban található meg a nyálkás hatású ovomucin, ami a jégzsinórt alkotja, az ovomukoid és a glikoproteidek, aminek köszönhetően alakulnak ki a tojásfehérjében a hígabb és sűrűbb rétegek. (Légrády 2001)

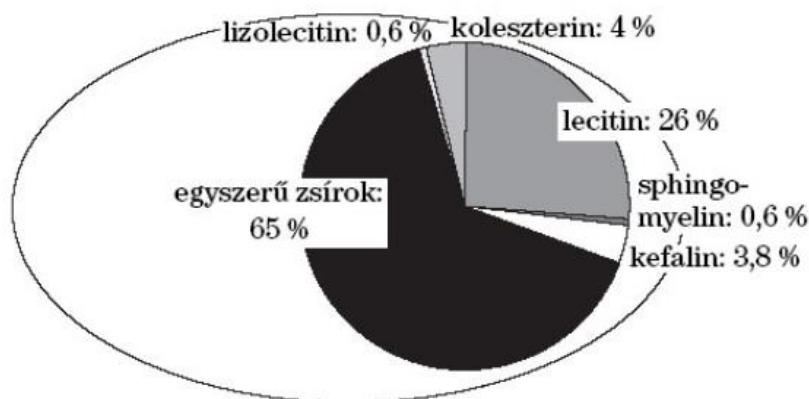
A fehérjét kiválóan és kreatívan lehet alkalmazni az élelmiszeriparban, hiszen nagyon jó funkcionális tulajdonságokkal rendelkezik. Ezek közé a tulajdonságok közé lehet sorolni a gélesedési, habzó és emulgeáló tulajdonságát. A gélesedés tulajdonságát számos élelmiszerben alkalmazzák, például desszertekben és pudingokban. A habzó hatás fontos elem az olyan élelmiszerek előállításában, mint a sütemények, kenyerek és habcsók. A tojásfehérje emulgeálószerként történő alkalmazása korlátozott, éppen ezért megvizsgálták a különféle technikákat és módszereket ezen fehérjék emulgeáló képességének javítására. (Saeed, 2022)

3.3.4 Tojássárgájáról röviden

A tojássárgája az egész tojás körülbelül 28-29%-át teszi ki, amit egy vékony szikhártya vesz körbe, ennek vastagsága 0.5 mm (Yan et. al., 2021). A tojás feltörése során láthatjuk, hogy

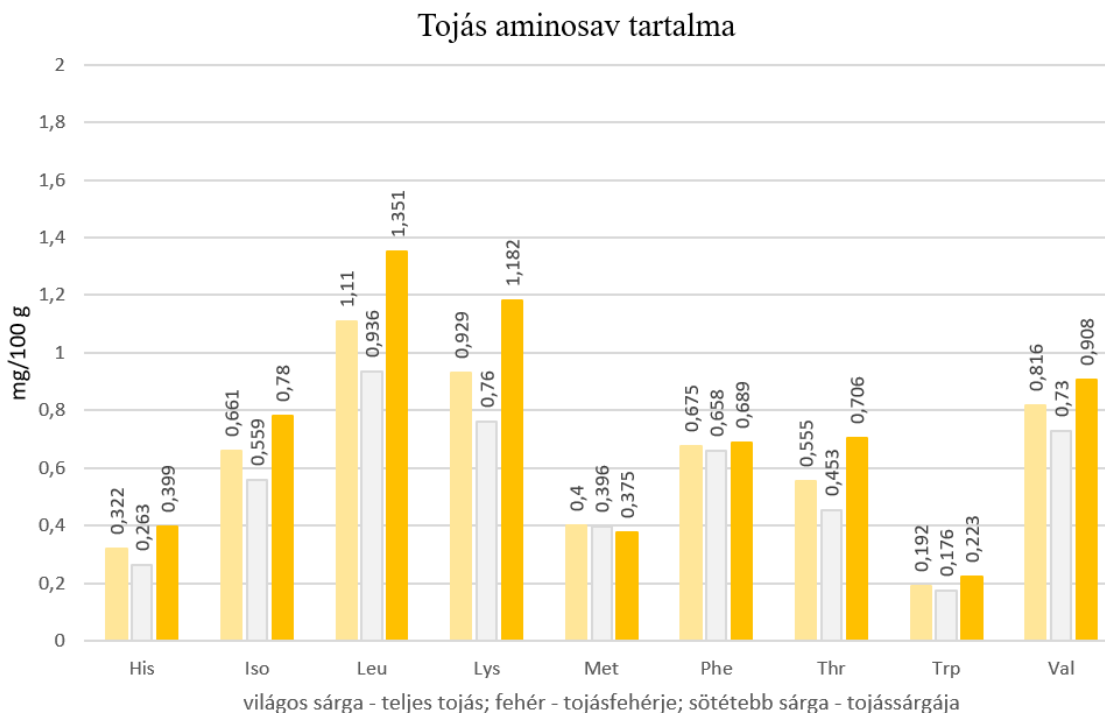
a sárgája egyben van és nem folyik szét, ez ennek a rugalmas szikhártyának köszönhető, de ennek állapotát befolyásolja, hogy mennyire idős a tojás. Mivel a tojásfehérje közel zsírmentes, elenyésző a zsírtartalma, ezért ki lehet jelteni, hogy a tojás zsírtartalmának a 100%-át a tojássárgája adja (3. ábra), ami a tojássárgájának a 31%-a. Fehérjetartalma közel 17%, a víztartalma 49% és maradék 3% pedig ásványi anyagokból és egyéb összetevőkből tevődik össze (4. ábra). (Légrády, 2001)

A tojássárgája tehát kevesebb vizet tartalmaz, mint a fehérje része, azonban kalóriaértéke hatszor nagyobb. Sok olyan vegyületet tartalmaz, ami nem glicerid jellegű lipid, például a koleszterin, továbbá lecitin is található benne. A nagy biológiai értékén a benne oldott formában lévő A- és D- vitamin növel. Az egésznek a jellegzetes színét a benne lévő xantofil, zeaxantin, karotin, kriptoxantin, ovoflavin, protoporfirin és a kapszantin adja. De ezt befolyásolja a tojó takarmányozása, kora, a hibrid fajtája és az éghajlat is.



4. ábra: Tojássárgájának zsírösszetétele (forrás: Légrády, 2001)

Az esszenciális aminosavakból közül a lizin- és leucin a tojássárgájában több, míg metionin szempontjából a tojásfehérje produkál többletet (5. ábra). A sárgájában a fehérjék többsége zsírokhoz kapcsolódik, aminek kétharmadát a zsírt tartalmazó, kevésbé sűrű LDL adja, a nagy sűrűségű HDL 20%-a zsír, a foszfovitinhez kapcsolódik a tojás foszfortartalmának a 80%-a (Yan et. al.,2021).



5. ábra: Tojás aminosav tartalma g/100 g-ban kifejezve (saját ábra; adatok: Internet 4)

A fehérjék legnagyobb részét lipoprotein formájában az LDL alkotja, ez azért is fontos, mert ez biztosítja a tojássárgájának az emulgeáló és gélképző tulajdonságát (Yan et. al., 2021). A sárgája tartalmazza a tojás összes zsírt, ez körülbelül 6 g-nak felel meg. A teljes össz zsír tömege közel állandó, azonban összetételének arányát már nagyban befolyásolja a tojók takarmányozása. A takarmány fajtájával szabályozható a tojás telítetlen- és többszörösen telítetlen zsírtartalmának aránya, ami a tojásban lévő zsírok minőségének, illetve az esszenciális zsírsavösszetételének javulásához vezethet (Légrády, 2001). A funkcionális tulajdonságok közül a gélesedés a legfontosabb tulajdonsága a sárgájának. Ezen tulajdonsága szorosan kapcsolódik a magas fehérjetartalomhoz, ez és a lipid tartalom minősül a gélképződés anyagi alapjának. Ugyanakkor mivel magas a lecitin tartalma, ezért kiváló emulgeálószer is egyben. (Légrády, 2001)

3.3.5 Teljes tojáspor (TTP)

A tojásporok gyártástechnológiája a porlasztva szárítás. A folyamatot 220 °C-on végzik 5%-os nedvességtartalom mellett, majd a kész terméket papír- vagy polietilén zsákokba csomagolják.

Fontos megjegyezni, hogy nem mindegyik tojás alkalmas arra, hogy tojáspor készüljön belőle. Különböző feltételeknek kell megfelelniük a tojásoknak és az olyan üzemeknek, amiben tojáspor gyártása zajlik. Nem szabad, hogy repedezett legyen a felhasználni kívánt tojás, csak akkor szabad feltörni, ha már teljesen száraz és tiszta. Ügyelni kell a szennyeződések minimalizálására. Centrifugálás nem alkalmazható a tojás tartalmának kinyerésére. Ügyelni kell a tojás minél korábban történő feldolgozására is.

A tojás feltörése fertőtlenítés után történhet, majd ezt követi a tojás szétválasztása, ha indokolt. (853/2004/EK)

Egy kg teljes tojáspor kb. 88-90 db tojás szárazanyagtartalmának felel meg (Internet 5)

3.3.6 Tojássárgája por (TSP)

1 kg tojássárgája por előállításához körülbelül 120-140 tojássárgájának a porlasztva szárítása szükséges. Ennek használata nagyon előnyös az édesipari termékek, pékáruk, öntetek, levesek előállításában (Internet 5).

7. táblázat: Capriovus Kft. tojásporainak átlagos tápértéke (forrás: Internet 5)

100g termékben	Tojássárgája por	Tojásfehérje por	Teljes tojáspor
Energia	3200 kJ/770 kcal	2050 kJ/480 kcal	2156 kJ/518 kcal
Zsír	55,0 g	0 g	36,9 g
- amelyből telített zsírsavak	18,0 g	0 g	11,3 g
Szénhidrát	4,6 g	6,0 g	3,0 g
- amelyből cukrok	1,4 g	4,0 g	1,6 g
Rost	0 g	0 g	0 g
Fehérje	30,0 g	83,0 g	44,8 g
Só	0,27 g	3,8 g	1,27 g

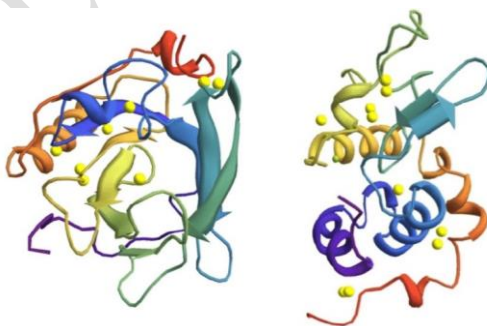
3.3.7 Tojásfehérje por (TFP)

1 kg tojásfehérje porhoz megközelítőleg 240-260 tojásfehérjének a porlasztva szárítása szükséges. Ennek használata szintén előnyös az édesipari termékek előállításához, valamint a húsiparban a húskészítmények gyártása során is előszeretettel alkalmazzák. (Internet 5)

Nagyon előnyös lenne a sportolók számára, ha ezzel ki tudnák egészíteni a táplálkozásukat, hiszen a tojásfehérje por 0 g zsírtartalma elemére 83 g fehérjét tartalmaz 100 g-ban (7. táblázat).

3.4 Tejsavó izolátum (WPI)

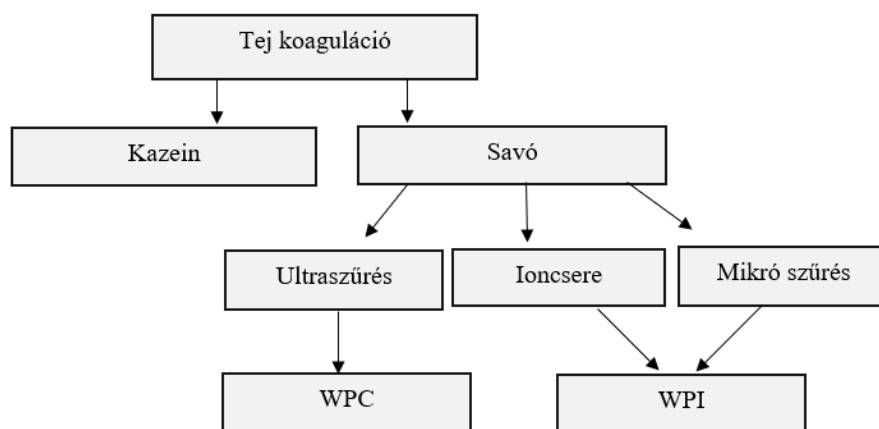
Az állati tejet két fő összetevőre lehet bontani, vízre és szárazanyagra, amelyek aránya jelentősen függ az állat fajától és annak takarmányozásától. Az utóbbi összetevőt tovább tudjuk bontani tejszírra, tejcukorra, tejfehérjére és vitaminokra. Ezek közül a tejfehérjének egyik alkotóeleme a savófehérje, másik pedig a kazein. A savó a tehéntejet alkotó fehérje 20%-át teszi ki, míg a kazein a teljes fehérjetartalom 80%-át képezi. A két fő savófehérje frakció a β -laktoglobulin és az α -laktalbumin. A savófehérjék globuláris fehérjét alkotnak, tehát gömb alakúak (6. ábra), hőre pedig kifejezetten érzékenyek és a denaturálódás során a szerkezetük felbomlik. Ez a denaturálódás kb. 80°C-on kezdődik és egy darabig még visszafordítható, ugyanakkor a hőkezelés táplálkozás szempontjából nem káros.



6. ábra: β -laktoglobulin (balra), α -laktalbumin (jobbra)
(forrás: Internet 6)

A savófehérjék olyan egyedi fehérjék csoportja vagy frakciója, ami sajtkészítés során elválík a kazeintől. Ezeket a frakciókat különböző koncentrációkba tisztítják a végső összetételtől függően és a termék laktóz, ásványi anyagok, immunglobulinok és zsírok tartalmában változhat. A savófehérje leggyakoribb formái, amit a magas fehérjetartalmú szeletekben,

italokban és kiegészítőkben használnak az izolátum (WPI: **W**hey **P**rotein **I**solate) és a koncentrátum (WPC: **W**hey **P**rotein **C**oncentrate).



7. ábra: különféle savófehérjék gyártástechnológiája
(saját ábra; forrás: Minj, Anand, 2020)

A WPI a legjobb minőségű savófehérje készítmény, éppen ezért általában a legdrágább is, mivel nagyon fejlett szűrést igényel, hogy megszabadítsák a zsíroktól és a szénhidrátoktól. Így a tejsavó izolátumnak a legmagasabb a fehérje tartalma a különféle savófehérje termékek közül (8. táblázat). A tejsavó izolátum nagyon hamar felszívódik a szervezetünkben, ez az előbb említett komoly szűrési folyamatnak köszönhető, ellentétben a tejsavó koncentrátummal, ami egy kevésbé szűrt táplálék kiegészítő, annak a szervezetben való felszívódási ideje hosszabb (7. ábra). A WPC a leggyakoribb és leggyazdaságosabb formája a savófehérjének, ez a kedvező árának köszönhető. Előszeretettel használják fehérje italokban, szeletekben, de akár pékárukban, desszertekben és egyéb élelmiszerekben. (Gangurde, 2011)

8. táblázat: WPI és WPC összehasonlítása 100 kalóriának megfelelő mennyiségben (forrás: Internet 7)

szempontok	Tejsavó izolátum (WPI)	Tejsavó koncentrátum (WPC)
fehérje	23 g	18 g
szénhidrát	1 g	3,5 g
zsír	0 g	1,5 g
laktóz	közel 1 g	közel 3,5 g
feldolgozás	több	kevesebb
költségek	magasabb ár	alacsonyabb ár

A savófehérje kiváló minőségű és teljes értékű fehérjeforrás, gazdag aminosav profillal rendelkezik, mivel tartalmazza az esszenciális aminosavat, köztük az elágazó láncú aminosavakat is (BCAA: **B**ran**C**hained **A**mino **A**cid), melyeknek fontos szerepük van a szövetnövekedésben és -regenerálásban egyaránt. Az EAA-k és a BCAA-k magasabb koncentrációban vannak jelen a savófehérjében, mint más típusú fehérjékben, például a szójában, húsban, gabonában, valamint hatékonyabban hasznosulnak és szívódnak fel a szervezetben. A savófehérjék fontos előnyei közé sorolható a krónikus fáradtság tüneteinek csökkentése és az immunrendszer erősítése. (Gangurde, 2011)

9.táblázat: Különböző fehérjeforrások összehasonlítása (forrás: Gangurde, 2011)

Fehérje típus	Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score (PDCAAS)	Amino Acid (AA)	Protein Efficiency (PER)	Biological Value (BV)	Protein Digestibility (PD) %
savófehérje	1,00	1,14	3,2	100	99
teljes tojás	1,00	1,21	3,8	88-100	98
kazein	1,00	1,00	2,5	80	99
szója koncentrátum	1,00	0,99	2,2	74	95
marhahús	0,92	0,94	2,9	80	98
gabona	0,25	0,47	-	54	91

A savófehérjék könnyen emészthetőek, és kiváló anyagcsere hatékonysággal rendelkeznek, így a savófehérje magasabb BV-t képez a marhahúsnál is (9. táblázat). Ezek a termékek minősülnek a legjobb fehérjeforrásnak a magas fehérjetartalmuk miatt, illetve tartalmazzák a legnagyobb százalékban a BCAA-kat. A BCAA-k elősegítik a fehérjeszintézist, illetve az izom növekedését is, ami fontos az izomépítésben és az izom megtartásában.

4. Anyagok és módszerek

4.1. A vizsgált minták a következők voltak:

- tojásfehérje por
- tojássárgája por
- teljes tojáspor
- teljes vérpor
- hemoglobin por
- vérplazma por
- tejsavó izolátum

4.2. Mintaelőkészítés fehérje aminosav összetételének meghatározásához

A minták mérése 3 párhuzamban történt. A mintát homogenizáltam, majd 0,3-0,4 g fehérjének megfelelő mennyiséget bemértem a mintákból analitikai pontosságú mérlegen egy 12 cm³-es hidrolizáló csőbe. 10 cm³ mennyiségű, 6 M HCl oldatot adagoltam hozzá, nitrogénnel történő átbuborékoltság után lezártam a hidrolizáló csöveket egy teflonbetétes kupakkal. Ezt követően 24 órán keresztül, 110 °C-on hidrolizáltattam a mintáimat egy száraz blokktermosztátban. A termosztálási idő letelte után megvártam, míg a mintáim szobahőmérsékletűre hűlnek, majd semlegesítettem az oldatokat 10 cm³ 4 M NaOH-val. Ezt követően egy 25 cm³-es normál lombikba maradéktalanul átmostan desztillált víz alkalmazásával a mintáimat, amit jelre töltöttem. Ez alatt fokozott figyelemmel kellett kezelni az eszközöket a hőtermelődéssel miatt. A minta alapos homogenizálását követően redős szűrőn keresztül átszűrtem az oldatokat és ezt követően egy 0,22 µm-es fecskendőszűrővel egy második szűrést is elvégeztem a megfelelő tisztaság elérése érdekében. A mintákat további 10-szeres hígításban mértem. A savas hidrolízisnek köszönhetően a triptofán ezzel a módszerrel nem volt meghatározható, mivel annak indolcsoportja savas közegben elbomlik.

A fent meghatározott módszerrel előkészített mintákat a felhasználásig fagyasztoóban tároltam.

4.3. Aminosav-analízis

Az aminosav-analízist folyadék kromatográfiás módszerrel végeztem el, melyhez egy AAA 400 típusú (Ignos Kft., Csehország) Automatikus Aminosav Analizátort használtam. Az elválasztás során gradiens elúciót alkalmaztam, melyhez a gyártó által megadott összetételű lítium-citrát alapú puffereket használtam. A készülék paramétereit a 10. táblázat foglalja össze.

10. táblázat: AAA 400 típusú Analizátor paramétereit

Mintaadagoló	A mintát perisztaltikus pumpa szívja fel. Mintatérfogat: 100 µl Mintatartó tárcsa: 25 x 1,5 ml
Puffer	Li ⁺ -citrát puffer rendszer
Eluens	Áramlási sebessége: 0,25 cm ³ /min
Pumpák	Anyaga: saválló acél Állítható szállítás: 0,01-10 ml/min Legnagyobb nyomás: 40 Mpa
Oszlop	Üvegoszlop Oszlopméret: 200 x 3,7 mm Oszlophőmérséklet: 45 °C és 65 °C között Kationcserélő gyanta típusa: OSTION LG ANB
Reaktor	Reaktorhőmérséklet: 121 °C
Reagens	ninhidrin Áramlási sebessége: 0,25 cm ³ /min
Detektor	Kétsatornás fotométer: 440 – 570 nm Küvetta térfogata: 5µl
Analízis idő	200 min
Kimutatási határ	0,5 µmol/dm ³

A mérés eredményeképpen kapott kromatogrammok kiértékelését egy CHROMULAN V 0.82 (PIKRON, Csehország) nevű program alkalmazásával végeztem el, ami µg/g mértékegységben számolta ki az adatokat.

5. Kísérleti eredmények és értékelésük

A mintáim aminosav összetételének mérése során 18 fehérje építő aminosav, ezen belül 8 esszenciális aminosav detektálása történt meg. Az aminosavak azonosítása a standard sorozat mérése után a retenciós idők és az eluálódási sorrend szerint történt. A mennyiségi meghatározás a standardok mennyiségével történő összehasonlítás és a mintaelőkészítés paraméterei alapján történt.

5.1 A vérporok mérési eredményei

11. táblázat: A vizsgált vérporok átlagos tápértéke (forrás: Csurka és mtsai, 2022)

Átlagos tápérték 100g mintában	Vérplazma por (VVP)	Hemoglobin por (HGBP)	Teljes vérpor (TVP)
Energia	246 kJ/298 kcal	1571 kJ/370 kcal	1577 kJ/372 kcal
Fehérje	70 g	92 g	87 g
Szénhidrát	0 g	0 g	0,4 g
-amelyből cukrok	0 g	0 g	0,4 g
Zsír	2 g	0,2 g	0,2 g
-amelyből telített zsírsavak	0,5 g	0,02 g	0,05 g
Só	15 g	2,5 g	4,6 g

A 11. táblázat a vizsgált vérporok összetételét mutatja be. A vérplazma és a hemoglobin por a holland Sonac Burgum B.V. gyártó termékei, a teljes vérpor a hazai Solvent Kereskedőház Zrt. terméke volt.

Aminosavak mg/g	Vérplazma por (VVP)	Hemoglobin por (HGBP)	Teljes vérpor (TVP)
Aszparaginsav	105,26	94,57	64,24
Treonin	31,66	48,82	58,84
Szerin	41,31	50,12	44,89
Glutaminsav	92,01	86,61	113,03
Prolin	21,20	26,39	32,35
Glicin	51,24	50,17	25,59
Alanin	67,41	76,90	29,10

Valin	53,12	62,01	31,87
Cisztein	3,28	1,78	5,13
Metionin	4,82	7,51	15,95
Cisztationin	14,12	5,09	12,87
Izoleucin	9,57	9,37	10,56
Leucin	126,07	137,11	64,53
Tirozin	17,03	21,25	25,14
Fenilalanin	53,02	62,61	29,77
Lizin	69,24	80,28	53,41
Hisztidin	65,56	61,59	17,66
Arginin	36,46	35,03	36,81
Σ	862,38	914,22	667,74
%	86,24 (87%)	91,42 (92%)	66,77 (70%)

A 12. táblázatban a különböző vérporok által mérést eredményező mérési eredményét foglaltam össze. A zöld színnel jelzettek az esszenciális aminosavak. A mért összes aminosav tartalom megfelel a forgalmazó által deklarált fehérjetartalomnak (11. táblázat). A vérplazma por és a hemoglobin por esetében deklarált nagyobb fehérje mennyiség a nitrogén tartalom alapján történő meghatározás következménye (egyéb komponensek N tartalma miatt nagyobb a nyersfehérje). A teljes vérpor esetében kapott különbség a mérések (aminosav ill. fehérje) hibáiból eredhet. Az aminosavak mérése három párhuzamos mintaelőkészítést követően történt, az eredmények a 3 mérés átlagai. Összehasonlítva a három por összes esszenciális aminosav tartalmát, a hemoglobin por produkálta a legnagyobb értéket (13. táblázat).

13. táblázat: A minták aminosav tartalmának összehasonlítása a FAO/WHO referencia fehérjével (mg/g protein)

Esszenciális aminosavak	Referencia minta	Vérplazma por	Hemoglobin por	Teljes vérpor
Hisztidin	16	26,44	67,37	76,05
Izoleucin	30	15,81	10,25	11,10
Leucin	61	96,64	149,97	146,25
Lizin	48	79,99	87,81	80,32
Metionin + cisztein	23	31,57	10,16	9,40
Fenilalanin + tirozin	41	82,22	91,73	81,25
Treonin	25	82,13	50,12	36,73
Valin	40	47,73	67,83	61,63
Summa	284,00	462,54	535,25	502,75

A 13. táblázatban összehasonlítottam a porított mintáim esszenciális aminosav tartalmát a FAO/WHO felnőttekre vonatkozó referencia értékekkel (WHO/FAO/UNU, 2007). Ehhez a minták *mg/g minta* aminosav értékeit átszámoltam *mg/g fehérje* mennyiségre. A referencia fehérjéhez képest kisebb mennyiségben jelen lévő aminosavak a limitáló aminosavak, melyeket pirossal jelöltem a táblázatban. Mindhárom por esetében az **izoleucin** mennyisége elmarad a referencia mintához képest. Ezt az aminosavat az izmok használják legnagyobb arányban a szervezetben. Az izomsejtek regenerálódásához, a sejtek növekedéséhez azonban a leucinra van nagyobb szüksége a szervezetnek, melyet mindhárom vérfrakció por nagy feleslegben tartalmaz. A hiányzó izoleucin komplettálását azonban ez nem oldja meg, tehát a humán táplálkozásban történő felhasználás esetében az izoleucin pótlását más forrásból biztosítani kell.

A hemoglobin por **metionin+cisztein** tartalma is elmarad az emberi szervezet számára ideális összetételhez képest. A vérplazma por ezekből az aminosavakból elégséges mennyiséget tartalmaz, azonban nem olyan nagy mennyiséget, ami a teljes vérpor ugyanezen aminosavjait komplettálná. Így ez a két vérfrakció nem tekinthető teljes értékű fehérje forrásnak.

Lizin tartalmuk viszont 1,7-1,8-szerese a szükségesnek. A lizin a gabonafélék limitáló aminosavja, ezért péksütemények, tésztafélék komplettálására alkalmazhatóak lehetnek a vérporok.

5.2 A tojásporok mérések eredményei

14. táblázat: A vizsgált tojásporok átlagos tápértéke (gyártó: Capriovus, 2020)

Átlagos tápérték 100g mintában	Tojásfehérje por (TFP)	Tojássárgája por (TSP)	Teljes tojáspor (TTP)
Energia	2050 kJ/480 kcal	3200 kJ/770 kcal	2510 kJ/600 kcal
Fehérje	83,0 g	30,0 g	45,0 g
Szénhidrát	6,0 g	4,6 g	3,0 g
-amelyből cukrok	4,0 g	1,4 g	1,6 g
Zsír	0 g	55,0 g	38,0 g
-amelyből telített zsírsavak	0 g	48,0 g	11,6 g
Só	3,8 g	0,27 g	1,27 g

A 14. táblázatban a gyártó által deklarált összetételi értékek szerepelnek (Capriovus, 2020). A minták aminosav összetételét a 15. táblázatban mutatom be.

15. táblázat: A különböző tojáspor fajták aminosav összetétele (mg/g minta)

Aminosavak mg/g	Tojásfehérje por (TFP)	Tojássárgája por (TSP)	Teljes tojáspor (TTP)
Aszparaginsav	82,68	29,65	45,78
Treonin	48,24	15,76	25,19
Szerin	58,88	21,74	31,15
Glutaminsav	132,03	45,08	71,27
Prolin	19,26	8,51	8,85
Glicin	40,82	8,75	20,97
Alanin	49,59	18,16	29,66
Valin	45,03	11,86	21,45
Cisztein	3,14	2,67	3,06
Metionin	30,80	3,50	11,84
Cisztationin	26,67	8,60	20,10
Izoleucin	41,41	14,41	22,58
Leucin	76,29	28,51	39,87
Tirozin	32,61	12,93	16,40
Fenilalanin	42,89	13,55	24,16
Lizin	50,49	21,72	29,86
Hisztidin	20,08	6,87	9,78
Arginin	48,48	20,65	27,40
Σ	849,38	292,94	459,37
%	84,94 (83%)	29,29 (30%)	45,94 (45%)
összes esszenciális aminosav mg/g	355,23	116,18	184,73

A mért összes aminosav értékek megfelelnek a gyártó által deklarált fehérje tartalomnak.

A táblázatban zöld háttérrel az esszenciális aminosavakat emeltem ki. Mindhárom fehérjepor teljes értékű fehérje, legnagyobb összes esszenciális aminosav tartalommal a tojásfehérje por rendelkezik (355,23 mg/g minta), ami a minta fehérje tartalmának 42 %-a. Ezt követi a teljes tojáspor (184,73 mg/g minta), a fehérje tartalom 40 %-a esszenciális aminosav. A tojássárgája por 116,18 mg esszenciális aminosavat tartalmaz 1 g porban, ez a fehérje tartalom 39,6 %-a. A tojásporok ebből a szempontból tehát azonosnak tekinthetők.

A FAO/WHO referencia fehérjével történő összehasonlítás céljából a mg/g minta értékeket átszámoltam mg/g protein értékekre. Ezeket az értékeket a 16. táblázat tartalmazza.

16. táblázat: A minták aminosav tartalmának összehasonlítása a FAO/WHO referencia fehérjével (mg/g protein)

Esszenciális aminosavak	Referencia minta	Tojásfehérje por	Tojássárgája por	Teljes tojáspor
Hisztidin	16	23,64	23,44	21,31
Izoleucin	30	48,75	49,18	49,20
Leucin	61	89,82	97,34	86,86
Lizin	48	59,44	74,16	65,05
Metionin + cisztein	23	39,96	21,08	32,47
Fenilalanin + triozin	41	88,88	90,42	88,36
Treonin	25	56,80	53,81	54,88
Valin	40	53,01	40,48	46,73
Summa	284,00	460,31	449,90	444,87

A piros színnel jelölt metionin+cisztein érték (21,08 mg/g) a tojássárgája por esetében elmarad a referencia proteinben jelzett 23 mg/g-tól, bár a különbség nem jelentős. A hiányt jobban szemlélteti, ha kiszámoljuk az esszenciális aminosav értékeket (EAA). Ezt a három különböző eredetű fehérjeporra vonatkozóan a 5.4. fejezetben mutatom be.

5.3 A tejsavó izolátum mérési eredménye

17. táblázat: A tejsavó izolátum átlagos tápértéke (gyártó: Buda Family Kft, 2020)

Átlagos tápérték 100g mintában	Tejsavó izolátum (WPI)
Energia	1596 kJ/381 kcal
Fehérje	91,7 g
Szénhidrát	1 g
-amelyből cukrok	1 g
Zsír	1,16 g
-amelyből telített zsírsavak	0,54 g
Só	0 g

A 17. táblázatban a gyártó (Buda Family Kft) által deklarált összetételi értékeket mutatom be. A 18. táblázat a hidrolizált tejsavó por aminosav összetételét tartalmazza mg/g minta értékekben.

18. táblázat: A tejsavó izolátum aminosav összetétele (mg/g minta)

Aminosavak mg/g	Tejsavó izolátum (WPI)
Aszparaginsav	92,16
Treonin	58,51
Szerin	42,64
Glutaminsav	173,44
Prolin	46,95
Glicin	18,34
Alanin	46,73
Valin	44,78
Cisztein	23,91
Metionin	20,65
Cisztationin	2,17
Izoleucin	47,12
Leucin	89,12
Tirozin	26,08
Fenilalanin	29,34
Lizin	107,37
Hisztidin	15,38
Arginin	26,09
Σ	910,77
%	91,08 (92%)
összes esszenciális aminosav	412,27

A mért összes aminosav érték megfelel a gyártó által deklarált fehérje tartalomnak. A táblázatban zöld háttérrel az esszenciális aminosavakat emeltem ki. Az esszenciális aminosav tartalom a fehérje 45 %-a tejsavó porban.

19. táblázat: A minták aminosav tartalmának összehasonlítása a FAO/WHO referencia fehérjével (mg/g protein)

Esszenciális aminosavak	Referencia minta	Tejsavó izolátum
Hisztidin	16	16,88
Izoleucin	30	51,32
Leucin	61	97,06
Lizin	48	116,94
Metionin + cisztein	23	48,53
Fenilalanin + triozin	41	60,36
Treonin	25	63,72

Valin	40	48,77
Summa	284,00	503,58

A tejsavó por teljes értékű állati fehérje, mivel valamennyi benne található esszenciális aminosav meghaladja a referencia fehérje mg/g esszenciális aminosav tartalmát.

5.4 A minták összehasonlítása esszenciális aminosav értékük (EAA) alapján

Minden minta esetében kiszámoltam az esszenciális aminosav értékeket. Ez az érték a minták mg/g protein egységben megadott minden egyes esszenciális aminosav mennyiségét viszonyítja a FAO/WHO referencia fehérje azonos esszenciális aminosavjához. A referencia fehérje életkorra vonatkoztatva meghatározott összetételű protein, mely az adott korban a szükségletek fedezésére elegendő, optimális aminosav tartalommal rendelkezik. Mintáimat a felnőtt korra összeállított referencia fehérjével vettem össze. Ennek összefoglalója a 20-21. táblázat.

20. táblázat: A vérporok EAA értékei

Esszenciális as. mg/g protein	Referencia minta	Vérplazma por EAA	Hemoglobinpor EAA	Teljes Vérpor EAA
Hisztidin	16	1,65	4,21	4,75
Izoleucin	30	0,53	0,34	0,37
Leucin	61	1,58	2,46	2,40
Lizin	48	1,67	1,83	1,67
Metionin és cisztein	23	1,37	0,44	0,41
Fenilalanin és tirozin	41	2,01	2,24	1,98
Treonin	25	3,29	2,00	1,47
Valin	40	1,19	1,70	1,00

Az EAA értékek szemléletesebben bemutatják a felnőtt ember szükségletei szerinti megfelelőségét a fehérjeporoknak. A 20. táblázat adataiból egyértelműen látható, hogy a vérporok, bár állati eredetű fehérjék, nem tekinthetők teljes értékűnek, hiszen a teljes vérpor

és a hemoglobinpórt metionin és cisztein értéke csak 0,41 – 0,44, tehát a szükséglet kevesebb, mint felét tartalmazza a többi aminosavhoz képest. Mindhárom készítmény hiányos izoleucinban.

21. táblázat: A tojás- és tejporok EAA értékei

Esszenciális as. mg/g protein	Referencia minta	Tojásfehérje Por EAA	Tojássárgája Por EAA	Teljes Tojás Por EAA	Tejsavó Izolátum EAA
Hisztidin	16	1,48	1,46	1,33	1,06
Izoleucin	30	1,63	1,64	1,64	1,71
Leucin	61	1,47	1,60	1,42	1,59
Lizin	48	1,24	1,54	1,36	2,44
Metionin és cisztein	23	1,74	0,92	1,41	2,11
Fenilalanin és tirozin	41	2,17	2,21	2,16	1,47
Treonin	25	2,27	2,15	2,20	2,55
Valin	40	1,33	1,01	1,17	1,22

A 21.táblázat adataiból látható, hogy a tojásporok közül a tojássárgája por kéntartalmú aminosavakból hiányos. Az 1 alatti PDCAAS érték jelzi, hogy a tojássárgája por formájában bevitt fehérje csak 92 %-ban tud hasznosulni.

A tejsavó izolátum teljes értékű fehérje. Minden EAA értéke 1 feletti. Kimagaslóan nagy a lizinre (2,44) és a kéntartalmú aminosavakra vonatkozó aminosav értéke (2,11). Ez azt jelenti, hogy komplettálásra is kiválóan alkalmas. Mind a gabonafélékből készült élelmiszerek lizin tartalmát, mind a hüvelyesek metionin és cisztein hiányát képes kiegészíteni. Ezért fehérjekiegészítésnek felhasználása nagyon sokrétű lehet.

A tojásporok lizinre kalkulált EAA értékei alapján megállapítható, hogy a tojássárgája (1,54) tudja legbiztosabban komplettálni például tézstafélék esetében a termék fehérjeösszetételét. A tojásfehérje ugyanakkor a hüvelyesekből készült ételek kiegészítésére megfelelőbb, mivel metionin+ciszteinre kalkulált EAA értéke ennek a legnagyobb a három készítmény közül: 1,74.

A fehérjeporok felhasználásának egyik területe a sport-táplálékkiegészítők gyártása. A sportolók számára különösen fontos, hogy teljes értékű fehérjét, vagy éppen célzott aminosav összetételű kiegészítőket fogyaszthassanak. Népszerű termékek az elágazó aminosavakat tartalmazó porok (BCAA), melyek leucin, izoleucin és valin összetételűek. E három aminosav izomfehérje építő szerepe jól ismert a sport táplálkozásban. Nem csak mennyiségileg fontos a napi bevitelről gondoskodni, hanem arányuk is meghatározott a fehérjeépítés optimalizálása szempontjából: 2 egység leucin mellett 1-1 izoleucin és valin jelenléte szükséges a kellő mértékű hasznosuláshoz. A vizsgált porok Le:Ile:Val arányát is megvizsgáltuk. A könnyebb átláthatóság miatt a leucin tartalmat megfeleztük, így az ideális arány 1:1 a Leucin: Izoleucin és Leucin: Valin párokban (22. táblázat). A táblázat értékeiből látható, hogy tojás- és tejsavó porok közelítik meg az ideális arányt a három aminosav szempontjából. A vérporok Leucin: Izoleucin aránya eltorzul a magas leucin tartalom miatt. Az izomépítésre szánt táplálékkiegészítők alapanyagául tehát a tojásból és tejsavóból készített porok ajánlhatók.

22. táblázat: A fehérje porok elágazó láncú aminosav tartalma és azok aránya (mg/g protein)

mg/g fehérje	Leucin	Leucin/2	Izoleucin	Valin	1 Leu:1 Ile	1 Leu:1 Val
Vérplazma por	96,64	48,32	15,81	47,73	3,06	1,01
Teljes vérpor	146,25	73,13	11,10	61,63	6,59	1,19
Hemoglobinpor	149,97	74,99	10,25	67,83	7,32	1,11
Teljes tojáspor	86,86	43,43	49,20	46,73	0,88	0,93
Tojásfehérjepor	89,82	44,91	48,75	53,01	0,92	0,85
Tojássárgája	97,34	48,67	49,18	40,48	0,99	1,20
Tejsavó izolátum	97,06	48,53	51,32	48,77	0,95	1,00

6. Összefoglalás

Napjainkban fokozottan kiemelt téma a Föld túlnépesedése és az abból következő problémák súlyossága, továbbá ezen problémák megoldásának keresése. A 20. században a Föld népessége elérte a 3 milliárd főt (1960), az ezt követő 62 évben ez a szám több mint két és félszeresére nőtt, közel 8 milliárd ember él ma a Földön. A drasztikus népességnövekedésből fakadó problémák egyike a kialakuló élelmiszerhiány. A növekvő szükséglet előállítása nagyobb földterület, növekvő termelést von maga után, ami a keletkező hulladékok, veszteségek mennyiségének növekedésével is jár. A malnutríció kialakulásának megakadályozására alternatív fehérjeforrásokat kell keresni. Az élelmiszertermelés melléktermékei is forrásul szolgálhatnak: a vér frakciói, a tejsavó kiváló fehérje források lehetnek, felhasználásukkal egyben a hulladék csökkentése is elérhető.

Munkám célja az volt, hogy megállapítsam, milyen mértékben lehet beilleszteni a mindennapi étkezésünkbe olyan élelmiszeripari termékeket, melléktermékeket - amik mivel állati eredetűek így teljes értékű fehérjeforrásnak számítanak - melyek kielégítik a szervezetünk fehérjeszükségleteit. Ennek megvalósításához hét mintám aminosav analízisét végeztem el, köztük a teljes vérpor, hemoglobinszuszpenzió, vérplazma por és tejsavó izolátum, melyek az élelmiszeriparban egyes termékek előállítása során keletkező melléktermékeknek számítanak. Valamint teljes tojás-, tojásfehérje- és tojássárgája por aminosav-összetételét vizsgáltam. A vizsgált négy melléktermék azért is fontos, mert a belőlük kinyert értékes tápanyagok mellett a pazarlást és a veszteségek csökkenését is eredményezné hosszútávon.

A minták fehérje tartalmának aminosav analízisét ioncserélő kromatográfiával végeztem el. A kapott eredményeimet a WHO/FAO referencia értékeivel hasonlítottam össze, ezáltal megállapítottam, hogy mely minták lennének alkalmasak az élelmiszeriparban más élelmiszerek dúsítására vagy komplementálására.

A vérporok közül a vérplazma por lenne a legalkalmasabb élelmiszerek dúsítására, komplementálására. Az aminosav analízis eredményeiből megállapítható, hogy a teljes vér- és a hemoglobinszuszpenzió nem számítanak teljes értékű fehérjeforrásnak, mivel az esszenciális aminosavak közül a metionin+cisztein illetve az izoleucin tartalmuk elmarad a referencia értékhez képest. A vérplazma por csak az izoleucinból tartalmaz kevesebbet, így annak a forrását más élelmiszerekből kell biztosítani. A vérporok közül mindegyik magas lizin tartalommal rendelkezik, emiatt lennének kiválóak a péksütemények és tésztafélék

dúsításához, hiszen a gabonafélékben a lizin a limitáló aminosav, azaz ebből az esszenciális aminosavból tartalmazzák a legkevesebbet a referencia fehérje összetételéhez képest.

A tojásporok mindegyike teljesértékű fehérjeforrásnak minősül. A tojássárgája pornak a legmagasabb a lizin tartalma (74,16 mg/g protein) a három tojáspor közül, így kiváló a tésztafélék komplettálásához, a tojásfehérje pedig a hüvelyeseket tudná megfelelően kiegészíteni a szükséglethez képest több mint 1,7-szeres metionin+cisztein tartalmával.

A tejsavó izolátum felhasználása magas EAA értékeinek köszönhetően igazán sokrétű lehet, hiszen mindegyik esszenciális aminosav 1 feletti EAA értéket produkált. Így teljes értékű fehérjeként élelmiszerek dúsítására, az egyes esszenciális aminosavak tekintetében pedig komplettálásra is kiválóan alkalmas. Kimagaslóan nagy a lizinre (2,44) és a kén tartalmú aminosavakra vonatkozó aminosav értéke (2,11), tehát mind a gabonafélékből készült élelmiszerek lizin tartalmát, mind a hüvelyesek metionin és cisztein hiányát képes kiegészíteni.

A fehérjeporok nagyon népszerű termékek a sportolók körében. Különösen nagy kereslet mutatkozik az elágazó láncú aminosavakat tartalmazó (BCAA) porok iránt, amelyek leucin, izoleucin és valin tartalmú termékek. Ez a három esszenciális aminosav az izomfehérjék építésében fontos szerepet játszik, de nemcsak a szervezetbe bevitt napi mennyiségük a fontos, hanem az arányuk is (Leu:Ileu:Val=2:1:1). A méréseim során megállapítottam, hogy ebből a szempontból a legmegfelelőbb fehérjeforrásnak a tejsavó izolátum és a tojásporok bizonyulnak. Ennek megfelelően az izomépítésre szánt fehérjeporok előállításához vagy dúsításához a tejsavó izolátum és a különféle tojásporok volnának kiválóak és szolgálnának jól a táplálékkiegészítők alapjául.

7. Hivatkozások

- (1) Art Presser, Pharm D. (2009): Literature Education Series On Dietary Supplements
- (2) Csapó, Csapóné Kiss (2002): Tej és tejtermékek a táplálkozásban. Mezőgazda Kiadó, ISBN 963—9358-68-1
- (3) Csurka T, Tóth A, Friedrich L F, Páztorné Huszár, K (2022): Comparison of products made of meat batter with different quality and quantity of blood products based on their techno-functional attributes. JOURNAL OF HYGIENIC ENGINEERING AND DESIGN 1857-8489, 39 (Food Production and Processing (12)) pp. 160-168
- (4) Csurka T. (2021): A vér felhasználása a humán táplálkozásban. Előadás anyag. MATE 2021.
- (5) Európai Parlament és Tanács (853/2004), 2004: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2004R0853:20110311:HU:PDF>
- (6) Európai Parlament és Tanács (91/271/EGK), 1991: <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:31991L0271&from=H>
[U](#)
- (7) FAO, (2013): Poultry Development Review, ISBN 978-92-5-108067-2
- (8) Fidel T., Aristoy, M.-C., Mora, L., & Reig, M. (2012): Innovations in value-addition of edible meat by-products. *Meat Science*, 92(3): 290–296.
- (9) Fiegler M. (2015): Élelmiszer-tudományi ismeretek. TÁMOP-4.1.1.C-13/1/KONV-2014-0001, ISBN 978 963 226 561 2
- (10) Gangurde, H., Patil, P., Chordiya, M., & Baste, N. (2011): Whey protein. *Scholars' Research Journal*, 1(2): 69.
- (11) Hajós Gy. Zajkás G. (2000): A táplálkozás egészségkönyve. Kossuth Kiadó, 54-70.
- (12) Légrády P (2001): *Tojás, táplálkozás, egészség*. Budapest: E.P.E. Kft.: Maecenas.
- (13) Magdelaine P. (2011): Perspectives and challenges for the EU egg sector. ITAVI and Véronique Gonnier CNPO, France

- (14) McGuire, S (2015): World Health Organization. Comprehensive Implementation Plan on Maternal, Infant, and Young Child Nutrition. Geneva, Switzerland, 2014. *Advanced Nutrition*, 6(1): 134–135.
doi: [10.3945/an.114.007781](https://doi.org/10.3945/an.114.007781)
- (15) Minj, S., & Anand, S. 2020. Whey Proteins and Its Derivatives: Bioactivity, Functionality, and Current Applications. *Dairy*, 1(3): 233–258.
- (16) Nowak, B., & Von Mueffling, T. 2006. Porcine Blood Cell Concentrates for Food Products: Hygiene, Composition, and Preservation. *Journal of Food Protection*, 69(9): 2183–2192.
- (17) Ockerman, H. W., & Hansen, C. L. n.d. (1988): *Animal By-product Processing & Utilization*
- (18) Protein and amino acid requirements in human nutrition: Report of a joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation; [Geneva, 9 - 16 April 2007]
- (19) Saeed M., Fahim, H., Amirabadi, S., & Rashidinejad, A. (2022): An overview of the functional properties of egg white proteins and their application in the food industry. *Food Hydrocolloids*, 135: 108183.
- (20) Schaafsma, G. (2000). The Protein Digestibility–Corrected Amino Acid Score. *The American Society for Nutritional Sciences*, 130 no. 7 1865S-1867S.
- (21) Sorapukdee, S., & Narunatsopanon, S. (2017) Comparative Study on Compositions and Functional Properties of Porcine, Chicken and Duck Blood. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 37(2): 228–241.
- (22) Steinfeld H., Pierre G., Tom W., Vincent C., Mauricio R., Cees H. (2006): *Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options*, p. 270.
- (23) Tékus É. (2016): *A humán nyál és a vér összetételének változása terhelések hatására*, PhD dolgozat
- (24) World Population Prospects 2022: *Summary of Results*. n.d., 52.
- (25) Yan Z., Feng, F., Yang, Y., Xiong, C., Xu, M., et al. (2021): Gelation behavior of egg yolk under physical and chemical induction: A review. *Food Chemistry*, 355: 129569.

Internet 1: <https://www.gdx.net/core/support-guides/Amino-Acids-Support-Guide.pdf>

Internet 2: <https://www.healthline.com/nutrition/essential-amino-acids#how-many-are-there>

Internet 3: <https://phys.bio.u-szeged.hu/DT/szervezetan/ch06s03.html>

Internet 4: <https://www.incredibleegg.org/professionals/manufacturers/technical-resources/nutrient-composition-tables>

Internet 5: <https://capriovus.eu/feldolgozott-tojastermek/>

Internet 6: https://www.researchgate.net/figure/Tertiary-structure-of-a-b-lactoglobulin-and-b-a-lactalbumin-52-Figures-are-created_fig2_282210498

Internet 7: https://www.healthline.com/nutrition/whey-protein-isolate-vs-concentrate#TOC_TITLE_HDR_3

1. ábra, 2. ábra: Tekus Éva PhD dolgozat, 2016

3. ábra, 4. ábra: Tojáskönyv, Dr. Légrády Péter, 2001

6. ábra: Internet 6

dolgozat

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Pataky Luca (név) (hallgató Neptun azonosítója: C5GSMV) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfólió¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: 2022 év november hó 9 nap



Belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendó.

³ A megfelelő aláhúzendó.

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió⁴ nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Pataky Luca
A Hallgató Neptun kódja: C5GSMV
A dolgozat címe: Fehérjeporok aminosav összetételének vizsgálata
A megjelenés éve: 2022
A konzulens tanszék neve: Táplálkozástudományi Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

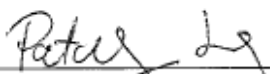
Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

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 mindenkori szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

Kelt: Budapest, 2022. év november hó 9. nap


Hallgató aláírása