

Válasz Prof. Dr. Dublecz Károly opponensi véleményére

Szeretném hálásan megköszönni Professzor Úr rendkívül alapos, minden részletre kitérő bírálatát disszertációmról. Meggyőződésem, hogy a javaslatok és észrevételei sokat segítenek majd további munkám során.

Részletes válaszok a bírálatra:

Szerzőként igen nagy örömmel fogadtam, hogy Professzor Úr az állati szövetek triglicerid és foszfolipid frakcióinak zsírsavösszetéti változásaira irányuló munkát értékes alap kutatásként értékelte. Külön köszönöm, hogy a meglehetősen összetett „Anyagok és módszerek” fejezetet és az „Eredmények és értékelésük” fejezetet is megfelelően részletesnek ítélte Opponensem. Sajnálattal fogadtam azon észrevételt, mely szerint a zsírsav-metabolizmus vagy az intermedier metabolizmus terén feltüntetett angol szavak zavarók. Szándékom ezen kulcsszavak alkalmazásával az volt, hogy a mélyebb érdeklődést mutató olvasó megtalálhassa a leginkább releváns szakirodalmat.

Azon kritikai észrevételre, hogy az emberi és állati zsírsavanyagcserével kapcsolatos aspektusok keverednek csak azt válaszolhatom, hogy a meglehetősen sok fajra kiterjesztett irodalmi áttekintés egységes megírása okozta ezen félreértéseket. Ugyanakkor nem tudtam volna egy hal-madár- emlős vagy kőréteg-monogasztrikus-cökotróf fajokat is magába foglaló taxatív irodalmi áttekintést írni. A takarmány és a táplálék valóban nem szinonim értelmű szavak, bár humán esetben magam leginkább az élelmiszer szót használnám, így kérem Tisztelt Opponensem megértését a szavak együttes előfordulása okán. A 10. és 12. táblázat mértékegysége mindkét esetben a zsírsav metilészterek tömegszázalékos aránya; ezen táblázatokban ezt valóban nem tüntettem fel, figyelmetlenségből.

Tisztelt Opponensem javasolja a cím átgondolását, a háziállatok helyett a „különböző állatfajok” kifejezést tartja indokoltnak. Természetesen elfogadom ezen észrevételt, hiszen borz, jávorszarvas, vaddisznó és balkáni gerle is szerepelt a vizsgált fajok között, de döntő többségében mégiscsak háziállatokról szól a dolgozat. A cím megfogalmazásakor nemcsak ezt, hanem azt is figyelembe vettem, hogy az a IV. (Agrártudományok) Osztály, Állatnemesítési, -tenyésztési, Takarmányozási és Gyepgazdálkodási Tudományos Bizottsága számára elfogadható legyen, hiszen döntő mértékben ezen bizottság témaköréhez tartozó vizsgálatokat foglal magába a dolgozat.

Tisztelt Opponensem véleménye szerint az energiahiányos állapot tanulmányozása nem teljesen egyértelműen van megindokolva a Céltűzésekben, és a pulykákkal és brojlersirkékkel végzett kísérletekben már nem energiahiányos állapot kerül elemzésre, mely inkonzisztenciához vezet. A szerző is érezte ezt a bizonyos mértékű kétirányúságot, ezért kapta a fejezet az „Eltérő energetikai állapotok...” címet, az inkonzisztencia tompítása érdekében.

Szintén a Céltűzések fejezetben Tisztelt Opponensem kifogásolja a „szelektált baromfifajok” hiányos kifejezést. Valóban, itt intenzív növekedésre, hústermelésre irányuló szelekció lett volna a pontos megfogalmazás.

Ezzel szemben viszont kifejezetten örültem Opponensem azon megállapításának, mely szerint a különböző baromfifajok komparatív vizsgálata, a szöveti trigliceridek helyzetspecifikus zsírsavösszetéti elemzése és a takarmányeredetű lipidek beépülési dinamikája különböző hal fajokban újszerű és aktuális kutatási irány. Az elsőként említett témakört Husveth Professzor Úr is kifejezetten újnak ítélte meg.

Az Irodalmi áttekintés résszel kapcsolatos kritikai észrevételeket maradéktalanul elfogadom; sajnálom, hogy ez a meglehetősen munkaigényes fejezet végül mégiscsak tartalmaz kisebb hibákat, mint például a foszfatidok, a koleszterin és a duodenum esetében említett pontatlanságok. Sajnos abba a hibába estem, hogy átfogó lipid-anyagcsere összefoglalást mégsem sikerült makulátlanul írnom. Kife-

jezetten sajnálom, hogy a lipidek emésztése és anyagcseréje területén a faji sajátosságokra nem tértem ki részletesebben – épp ebben különböznek nagyon a dolgozatban ismertetett fajok.

Természetesen elfogadom azon pontosítási javaslatot, mely szerint az LDL elsősorban a perifériás szövetek irányába szállítja a koleszterint és az adszorpciója is ott történik. Ezen mondatot hibásan fogalmaztam meg a dolgozatban.

A 4.4.3. fejezet valóban inkább humán vonatkozású – mentségemre szolgál, hogy ezen fejezet megírásakor az alaposság okán a legmélyebben az emberi sajátosságokat tárták fel, ezért ezen forrásokra támaszkodtam. Igazán sajnálom azon pontatlanságot, mely a 4.8. fejezetben (32. oldal) az alapanyagcsere és a várható élettartam közötti összefüggésekre vonatkozó részben található. A két, egymásnak ellentmondó mondat közül – véleményem szerint – az a helyes, mely arról szól, hogy az alapanyagcsere és a várható élettartam összefügg. Ez azonban ténylegesen ma sem teljesen tisztázott kérdéskör.

Örömmel fogadtam, hogy az „Anyagok és módszerek” fejezetet Tisztelt Opponensem megfelelően alaposnak találta. Természetesen elfogadom azon észrevételt, hogy a pulykák esetében a BMR meghatározásra kár volt utalni, mert az ténylegesen nem került meghatározásra. E kérdéskörben sokat leveleztem *Hulbert Professzor Úrral (személyes közlés)*, aki szerint a pulykák BMR változása (a vázizomzat vonatkozásában) nagy valószínűséggel nem volt jelentős, mely a rendhagyó eredményekhez vezetett. Konkrét BMR mérés e területen tényleg nem történt.

Az 5.1.3.1. fejezetben $n=3/\text{faj}$ az elemszám. Elfogadva azt, hogy ez tényleg alacsony, szeretném hangsúlyozni, hogy a módszer ezen mintán is jól tesztelhető volt, és hogy annak költség- és manuális munkaigénye meglehetősen magas. A módszer három egyed esetében is 3×2 zsírsavanalízist jelent és egy köztes vékonyréteg-kromatográfiás elválasztást. Tekintettel a kedvező eredményekre, tisztelettel kérem Opponensem ezt az eredmény elfogadására. Tisztelt Opponensem említi, hogy a fajok közötti összehasonlítás nem áll stabil alapokon a takarmányok zsírsavprofiljának ismerete nélkül. Ez valóban igaz, de több faj esetében ez a meghatározás kivitelezhetetlen lett volna (pl. jávorszarvas, borz), más fajoknál viszont közelítő ismeretek álltak rendelkezésre a takarmány-összetételre vonatkozóan (pl. borz). A munka vitán felül teljesebb lett volna, ha a takarmány (vagy legalább a gyomortartalom) zsírsavprofilja ismert lehetett volna.

Tisztelt Opponensem említi, hogy az 5.1.4.1. fejezetben az afrikai harcsa filé vizsgálatokor a szöveges részben Weende-i analízist írtam, mely ténylegesen nyersfehérje, nyerszsír és nyershamu tartalom meghatározásra korlátozódott. Valóban túlzó teljes Weende-i analízisnek nevezni a vizsgálati kört, hiszen szárazanyag meghatározás tényleg nem történt, így NMKA sem számítható. Rosttartalom a hús okán nem is merülhetett fel. A megfelelő megfogalmazás valóban inkább az egzakt komponensekre szorítkozott volna.

A következő észrevételben Tisztelt Opponensem hiányolta az LDL meghatározását a tojótúrók mesterséges vedletése során, ahol az összkoleszterin, a HDL koleszterin és a vér triglicerid koncentrációját határoztuk meg a lipid-metabolitok közül. Elfogadva az a tényt, hogy a “két ellentétes irányba szállító lipoprotein” meghatározása teljesebbé tette volna az energiadeficit folyamat jellemzését, válaszom az, hogy az LDL frakció mérése analitikai nehézségekbe ütközött baromfi esetében. A humán gyakorlat sem egyszerű, ahol legtöbbször a Friedewald módszerrel, indirekt módon számítják az LDL koncentrációt. *Nauck és mtsai. (2002)* döntő módszerként az ultracentrifugálást is alkalmazó, direkt mérési módszertant javasolják, illetve elfogadják a Friedewald képletet ($\text{LDL koleszterin} = \text{összes koleszterin} - \text{HDL koleszterin} - \text{triglicerid}/5$). Tekintettel arra, hogy nem találtam arra vonatkozóan megerősítést, hogy ez a számítás baromfi esetében is megbízható, nem vállaltam annak kivitelezését, inkább csak közvetlen mérési eredményeket értelmeztem, LDL nélkül. Szeretném megjegyezni, hogy a legjobb tudásom szerint baromfiakban szinte kizárólag *Piotrowska és mtsai (2011)* alkalmazták a Friedewald képletet, akik viszont részben saját cikkünkre alapozták munkájukat és idézték is azt.

A nitrogéntartalmú metabolitok közül, ahogy azt Tisztelt Opponensem is említi, a húgysavat a fehérjefogyasztás indikátoraként értelmeztem. Elfogadom azt, hogy a takarmány fehérjetartalmának hasznosítható hányadára vonatkozik ez a megállapítás, melyet a dolgozatban nem említettem külön hangsúlyozva. Külön köszönöm azon segítő szándékú kiegészítést, mely szerint a testfehérjék (izomszövet) katabolizmusa is hozzájárulhatott a húgysav képződéséhez az energiadeficit állapot során.

A vérszérum 43. oldalon elemzett változásai közül tévesen állapítottam meg, hogy a vas és a kalcium koncentrációja nem változott; köszönöm Opponensem figyelmét. A megállapítás háttérében az állt, hogy bár ténylegesen kimutattam szignifikáns eltéréseket a mintavételi időpontokhoz tartozó átlagértékek között, azok esetében sem a koplalás ideje, sem a testsúly nem bizonyult igazolható hatású befolyásoló tényezőnek (42. oldal, 2. táblázat) a többtényezős varianciaanalízis során.

A növekedésben levő pulykák vérparamétereinek vizsgálatakor a fiatal madarakban egy korai triglicerid csúcsot tapasztaltunk, melynek okaként a szikzacskó tartalékainak felszívódását feltételeztük. Tisztelt Opponensem erre vonatkozóan azt kérdezi, mi okozhatta - a későbbi stagnálást követően - a 20 hetes pulykák vérében azután újfent szignifikánsan nagyobb triglicerid koncentrációt? Erre vonatkozóan azt a magyarázatot tudom adni, hogy a triglicerid koncentráció igen szorosan összefügg a táplálékkal felvett zsírok mennyiségével. Érdekes módon a többtényezős elemzés (kor, testsúly és ezek interakciója) során a kor esetében igazoltam szignifikáns hatást a triglicerid koncentrációra vonatkozóan. Megítélésem szerint a kor előrehaladtával fokozódó takarmányfelvétel és az ezzel egyidejűleg kialakuló alacsony fizikai aktivitás együttesen eredményezhette a trigliceridek (TG) utolsó időpontban mért magasabb koncentrációját. Bár a takarmányfogyasztást nem határoztam meg, *Turcotte (1999)* szerint a mozgás során igen jelentős lehet a keringő TG-ek felhasználása izommunkára, mely alátámasztja a feltételezésemet.

A 44. oldalon található, a HDL és összes koleszterin szint koncentrációváltozását bemutató szöveges rész Tisztelt Opponensem szerint ellentmond a 4. táblázatban bemutatott adatoknak. Megállapításom a koncentráció változásra vonatkozóan valóban nem egészen helyes, hiszen az nem pontosan követi a trigliceridek koncentráció változását, ám mindhárom lipid metabolit esetében csak a kor szignifikáns hatása befolyásolta a koncentráció értékeket. Helyesebb lett volna ezen összefüggést pontosan megfogalmaznom.

A pulykák vérének húgysav-koncentrációja a disszertáció szerint a tápok fehérjetartalmának megfelelően csökkent. Opponensem megállapítása szerint a 4. táblázat adatai szerint a fiatal, 3 napos állatok vérének húgysav-koncentrációja közel háromszorosa volt a későbbi időszakokban mért értékeknek, melynek okát nem tárgyaltam. A valós ok az lehet, hogy a szikból nemcsak lipidek, hanem jelentősebb mennyiségű, jól hasznosuló fehérje is felszívódhatott, mely a fiatal madarakban kifejezetten magas húgysav értékeket okozott. Ezen megállapítást *Wijten és mtsai. (2004)* eredményei is alátámasztják, akik szerint brojlercsirkékben a kelést követő 4. napig igen korlátozott a takarmányfelvétel, de az első két élethétben sem a takarmány fehérjetartalma határozza meg azt, hanem inkább a takarmány energiatartalma. További húgysavszintet fokozó faktor lehet az, hogy a gyenge termoregulációs képességgel rendelkező brojler csibék (*Nichelmann és Tzschentke, 2002*) és pulyka pipék (*Dietz és mtsai., 1997*) izommunkával (remegéssel) kompenzálják a hőszabályozás fejletlen állapotát a korai időszakban. (A húgysavat itt mint antioxidánst is kiemelttem, mely elsősorban szintén a szikból felszívódó telítetlen zsírsav hányaddal függhetett össze.)

A plazma nátriumtartalmának növekedése az életkor előrehaladtával a dolgozat szerint a test szárazanyag tartalmának változásával párhuzamosan növekszik. Tisztelt Opponensem kérdezi, milyen élettani összefüggés áll a test szárazanyag tartalma és a vérplazma Na-koncentrációja között? Válaszom erre vonatkozóan az, hogy jól ismert jelenség a korosodás és a szöveti víztartalom ezzel párhuzamos csökkenése. A hipernatrémia kóros vagy fiziológiás (esetleg szubklinikai) formája közvetlen

kapcsolatban áll a test víztartalmának csökkenésével, mely sok esetben extrarenális formában valósul meg. *Thrall (2004)* szerint a korosodás és a hipertónia ezen jelenség két leggyakoribb oka.

Tisztelt Opponensem azon véleményét, mely szerint a csirkék vérében az intenzívebb kezdeti növekedési szakasszal összefüggő membránszintézis nagyobb koleszterin szükséglete lehet a magyarázat a megfigyelt változásra (nevezetesen az összes koleszterin koncentráció csökkenésére) elfogadom (6.1.1.3. fejezet). Azt azonban továbbra is fenntartom, hogy a fokozott zsíretetés több kísérletben is emelte a vér koleszterin koncentrációját vagy legalábbis diszlipidémiát okozott (*Whittow, 2000*), így tisztelettel kérem ezen megállapítás elfogadását. Természetesen elfogadom, hogy az LDL koncentráció meghatározása tovább növelte volna a vizsgálat eredményességét.

Tisztelt Opponensem felveti, hogy a pulykáktól eltérően a brojlerok vérében nem változott a nátrium ion koncentrációja az életkorral összefüggésben, melyet nem magyaráztam meg a dolgozatban. Ezen interspecifikus eltérés okaként megítélésem szerint az élettani fejlettségben fennálló eltérések állhatnak. A házityúk és a pulyka esetében a maximális várható élettartam ismereteim szerint 10 és 12 év. Ezzel szemben az öt és a 20 hét, mint vágási életkor eltérő élettani „érettséget”, fejlettséget jelent, azaz a 20 hetes pulykák kissé korosabbnak számítanak, mint az öthetes brojlerok.

A vérplazma K tartalma brojlerokban (6.1.1.3. fejezet) kismértékű növekedést mutatott, amely növekedés a 4. héten érte el a maximális szintet. A változás a dolgozat szerint a sejtmembrán sérülésekkel és ebből adódóan a K extracelluláris térbe jutásával állhat összefüggésben. Opponensem kérdezi, hogy mi okozhatta a brojler csirkéknél a sejtmembrán károsodást és ez a jelenség miért nem jelentkezett az ugyancsak intenzíven növekvő pulykáknál? Válaszom a kérdésre megegyezik a fentiekkel, melyek szerint a 20 hetes pulyka, ha nem is nevezhető kifejlett korúnak, élettani szempontból idősebb, mint a négyhetes brojler. Az 5. táblázat K szintekre vonatkozó szignifikancia jelzései – ahogy azt Opponensem észrevette – nem mindenütt helyesek, a 4. heti átlagnál „a” helyett „b” kitevő lett volna a helyes.

A 6.1.2. fejezet a tojótyúkokon végzett éheztetés (mesterséges vedletés) máj és szív eltérő lipid-frakcióinak zsírsavösszetételére gyakorolt hatását mutatja be. Megállapítottuk, hogy az emlőskökhöz hasonlóan, éheztetés hatására a tyúkokban is elsősorban a palmitinsav koncentrációja csökken a májban. Energiahiányos állapotban a madarak is ezt a zsírsavat használják fel elsőként energiaforrásként. Opponensem felhívja a figyelmet arra, hogy a hosszú szénláncú, többszörösen telítetlen zsírsavak arányának változására vonatkozó megállapításokat kellő mértéktartással kell kezelni, miután a 6. táblázat adatai alapján a különbségek nem voltak szignifikánsak. Ezen javaslatot maradéktalanul elfogadom.

A 6.1.2. fejezetre vonatkozó pozitív véleményalkotást köszönettel fogadtam.

A pulykák mellizom membránlipid zsírsavösszetételének változása kapcsán a 62. oldalon megállapításra kerül, hogy az irodalmi adatokkal ellentétben az idősebb pulykák mellizom foszfolipid frakciója több n3-as és kevesebb n6-os zsírsavat tartalmaz. Tisztelt Opponensem véleménye szerint az etetett tápok ezt az eredményt alapvetően befolyásolhatták. Megítélésem szerint a membránlipidekbe is beépülnek a takarmány zsírsavai; ezen túlmenően is elfogadom a fejezetre vonatkozó megállapítást, mely szerint az n3-as és n6-os zsírsavak arányváltozásáról tett megállapítást módosítani szükséges. Ezen módosítás során feltétlenül szeretnék kitérni azon, a disszertációban nem említett tényre, hogy a pulyka vázizomzatának anyagcsere intenzitása igen nagy valószínűséggel szinte konstans lehetett a vizsgált időszakban (*Hulbert, személyes közlés*). Nagy valószínűséggel tehát valóban nem a testméret, hanem szinte tisztán a takarmány hatását (EPA, DHA) sikerült „detektálni”.

A következő pontban elfogadom a DHA és az LNA esetében tett pontosítást, bár annyi kiegészítést tennék, hogy a hibásnak tűnő megállapítás nem a 10. táblázat, hanem kifejezetten a 20. ábra alapján történt. Tisztelt Opponensem kérdezi, hogy a foszfolipidek anyagcsere intenzitással párhuzamosan emelkedő DHA szintjét mi okozhatja pulyka esetében? Válaszom az, hogy ez a megállapítás a 6.1.2.2.

fejezet alapján nem igaz az ontogenezis alatt, legalábbis pulykában és vázizomban nem. Ez a válaszom a következő kérdésre is, mely szerint, a fenti indoklás alapján is, éppen a fiatalabb állományoknál kellett volna nagyobb DHA értéket kapni.

Tisztelt Opponensem kifogásolja, hogy a 12. táblázat adatainak interpretációjakor megállapítom, hogy irodalmi adatokkal ellentétes eredmény az, hogy a pulyka mellizom triglicerid zsírsavprofilját a takarmány zsírsavösszetétele csupán kis mértékben befolyásolja. Ezen állításom önmagában értelmezve valóban téves, de szeretném hangsúlyozni, hogy a többtényezős elemzés során csupán öt egyedi zsírsav arányváltozása esetében volt szignifikáns a takarmánytípus hatása, másrészt a pulykamell nyerszsír, azon belül pedig triglicerid tartalma eredendően igen alacsony. Természetesen az egyes mintavételi időpontokhoz tartozó csoportátlagok között jelentősebb az eltérés.

A baromfifajok szívizom membránlipid zsírsavprofiljának összehasonlításakor (6.1.2.3. fejezet), ahogy azt Tisztelt Opponensem jelezte, nem egyértelműen elkülöníthető a takarmány és az egyéb faktorok hatása a zsírsavprofilra. Az észrevétel jogos ugyan, de valójában nem volt lehetséges vadon élő fajok takarmányából mintát venni, másrészt a zsírsavprofil vonatkozásában nem kifejezettek az eltérések pl. egy brojler és egy pulykatakarmanly esetében. Ennek megfelelően a ca. tízszeres eltérés a fűj és a pulyka között DHA esetében nagy valószínűséggel nem a takarmánynak tulajdonítható. Annak pontos mértékét, hogy a takarmány és a testtömeg milyen mértékben alakítja a miokardiális foszfatidok zsírsavprofilját, nem tudok egészen pontos választ adni, de bizonyos az, hogy a foszfatidokra a takarmány kisebb hatással van, mint a trigliceridekre.

Egy következő kísérletben (6.1.2.4. fejezet) eltérő madárfajok tüdő, vese, máj és agy foszfolipid zsírsavprofil allometrikus összehasonlításakor azt állapítottam meg, hogy az allometrikus összefüggéseket még „a zsírsavprofilra szignifikáns hatást gyakorló takarmányeredetű zsírsavak sem fedték el”. Tisztelt Opponensem joggal kifogásolja az idézett megfogalmazást. Valóban az lett volna a helyes, ha konklúzióként azt állapítom meg, hogy „a zsírsavprofilok a testsúly, a faj és a takarmány kölcsönhatás eredményeképpen alakultak”, emellett azonban allometrikus változásokat mutattak az agy kivételével a vizsgált szervek foszfatidjaiban. Tisztelt Opponensem hiányolja jelen fejezetből a testsúly-faj-takarmány kölcsönhatások elemzését, mely végső soron jobban megmutatta volna, mely tényező alakítja ki az allometrikus zsírsavprofil a szervezetben. Ennek megítélésem szerint technikai akadály van, hiszen minden faj más (de ismert zsírsavösszetételű) takarmányt fogyasztott. Ennek okán a faj és a takarmány is minden esetben eltér, mely a statisztikai elemzést nehezen értelmezhetővé teszi. A nyolc faj takarmányfelvétele nem volt meghatározható, miután azok döntő arányban vad fajok voltak. Ennek ellenére örömmel fogadtam a javaslatot, és a továbbiakban törekedni fogok „takarmányozástani szemlélettel” dolgozni. Fontosnak tartok annyi kiegészítést tenni, hogy kvázi véletlenszerűen összegyűjtött mintán, gyakorlatilag ismert, de random takarmányösszetétel mellett valóban mi igazoltuk először a vese, a máj és a tüdő foszfolipidekben az allometrikus megoszlást, mely nagy valószínűséggel általános összefüggés lehet. Válaszom a tüdő, a mosott tüdő és a tubuláris tüdő surfactant esetében feltett analóg kérdésre is hasonló, annyi további információval, hogy itt már nem struktúrális, hanem szekretált foszfatidok elemzése történt meg.

A szöveti trigliceridek részletes elemzésére irányuló munka során (5.1.3.1. fejezet) fajok elkülönítésének lehetőségét vizsgáltam. Tisztelt Opponensem kérdezi, hogyan ítélem meg faji sajátosság és az adott állatfajhoz köthető zsírsavanyagcserére vonatkozó sajátosságok szerepét a végső triglicerid szerkezet kialakításában. Válaszomban nem kívánom kikerülni a takarmány komoly befolyásoló hatását, de megítélésem szerint ezen munkában, mely szintén több, vadon élő fajra is kiterjedt, a két hatás nem választható szét. A vadon élő fajok zsírszövetét leegyszerűsítve úgy kezeltem, hogy az *ab ovo* adott. Nyilvánvaló, hogy a teljes triglicerid zsírsavprofil erősen takarmányfüggő, de pl. sertés esetében a jellegzetes zsírsav-megoszlás (a triglicerid molekulában) még akkor is megfigyelhető, ha a takarmány zsírmentes (*Brockerhoff és Ackman, 1967*). Az idézett szerzők szerint a 2-monogliceridek „formájának” megőrzése monogasztrikusokban közel teljes. A kérődzők ezzel szemben a bendő reduk-

tív hatása miatt fokozott mértékben telítik a többszörösen telítetlen zsírsavakat, ezen esetben tehát a takarmány és a depózsír trigliceridek molekuláris felépítése indirekt vagy esetleg gyengébb összefüggésben áll. Megítélésem szerint a depózsírt a faj, a takarmány, de ezen felül annak funkciója, nevezetesen az energiatárolás is determinálja. Éppen ezért meglehetősen alacsony annak telítetlensége. Utalva a madaraknál említett véletlenszerű mintagyűjtésre, ez az 5.1.3.1. fejezetre „kifejezetten igaz” volt. Ennek ellenére igazolni lehetett olyan univerzális szabályosságokat (pl. a szimmetrikus és aszimmetrikus savak acilezési rendjét), mely erősen arra utal, hogy a triglicerid molekula kialakítása meghatározott szabályokat követ.

Az 5.1.3.2. fejezet célkitűzése a magyar nagyfehér hússertés és a mangalica zsírszövetek triglicerid molekulaszervezetében fennálló, esetleges eltérések jellemzése volt. Tisztelt Opponensem kérdezi, mit értek pontosan azon, hogy „a sertésre jellemző triglicerid profil a „májon túl” alakul ki”? Itt sajnálatos módon pongyola megfogalmazással azt szerettem volna hangsúlyozni (a 105. oldalon), hogy az *sn*-2 helyzetre jellemző hosszúláncú, takarmányeredetű zsírsav a májban, illetve a lipoproteinek anyagforgalmán keresztül azt követően már nem áll fenn, azaz a máj lehet az a szerv, ahol a központi helyzetbeli palmitinsav acilezés megtörténik. A megfogalmazás valóban pontosítást igényel.

A dolgozat 6.1.4. számú fejezetében a ragadozó és növényevő halak szöveteinek zsírsavprofilját vizsgáltuk a haltápok növényi olajokkal történő kiegészítését követően. Tisztelt Opponensem kérdezi, mi okozhatta azt, hogy 5%-ban etetett lenolaj már 3 hét elteltével, a szójaolaj és a halolaj viszont csupán 6 hét után javította szignifikánsan az afrikai harcsa kontrollcsoporthoz viszonyított súlygyarapodását. A lenolaj telítetlenségi indexe volt a legmagasabb, ezért magam is azt vártam, hogy a drasztikus n3 zsírsavetetés és az erős telítetlenség pro-oxidánsként ronthatja a testsúly gyarapodását. Egzakt válaszom a kérdésre sajnos nincsen, de feltételezhetően általunk nem meghatározott antioxidáns jelenléte lehetett (egy) olyan tényező, mely ezirányban hathatott. Sajnos egészen pontosan nem tudom magyarázni ezen jelenséget, és a dolgozatban is olyan irodalomra hivatkoztam (*Ng és mtsai., 2003*), ahol a csökkenő n3 etetés fokozta a gyarapodást. További magyarázat lehet a dolgozat 112. oldalán található megállapítás, mely szerint az n3 zsírsavak a 3. hétre vonatkozóan fokozták a filé vízártó képességét. Fontos még annyi kiegészítést tenni, hogy a napi testsúlygyarapodás a teljes vizsgálati periódusra (42 nap) vonatkozóan nem tért el a három csoport között.

A 6.1.4.1. fejezet esetében Tisztelt Opponensem felhívja a figyelmet arra, hogy zsírsavprofilok közül a filé összes n3-as zsírsav részarányát csak a halolajos és a szójaolajos kezelések növelték meg. Ezzel szemben a lenolaj n3-as zsírsav részaránya többszöröse volt a szójaolajénak. A jelenség hátterében megítélésem szerint az áll, hogy a ragadozó halak elongációs és deszaturációs képessége elmarad a növényevő halakétól, melyet a dolgozatban részletesen elemeztem (*Agaba és mtsai., 2005*). A 114. oldalon található, zsírsavprofilra vonatkozó észrevétel, mely szerint a növényi olajjal kiegészített tápok EPA, DPA és DHA tartalma a halolajat tartalmazó alaptápból származhatott megítélésem szerint helyes, de nem megfelelően megfogalmazott mondat. Látszólagos ellentmondás áll fenn a 6. melléklet adataival, melyekben az alaptáp domináns zsírsavai az olajsav és a linolsav voltak. Ez így igaz, de a többszörösen telítetlen, hosszúláncú (C20<) zsírsavak általában nagyon alacsony részarányt képviselnek a növényi olajokban, így ezek forrása leginkább az alaptáp halolaja lehetett. A fentiekre vonatkozó kérdést tett fel Husvéth Professzor Úr is, válaszként a százalékos megoszlások torzító hatását is megemlítem, mely szintén befolyásolhatta a megfigyelt, furcsa adatokat. Azzal természetesen egyetérték, hogy nem értelmezhető teljesen tisztán az egyes növényi olajok hatása, mert az alaptáp minden esetben tartalmazott halolajat is, de ezt azonos mértékben. A 34. táblázatban a csoportok összevetésére alkalmazott „jelrendszer” meglehetősen összetett, de a bírálatban említett pontosításra szoruló tételket sajnos nem találtam meg. Ugyanezen fejezetben Tisztelt Opponensem kifogásolja a növekedési ütem esetében tett megállapításomat, mely szerint azt a növényi olajok nem befolyásolták hátrányosan. Tényleg nem növekedési ütemről van szó, ugyanakkor a jelentős szórás miatt a 33. táblázatban bemutatott végső testsúly adatok valóban nem különböztek a három takarmányozási csoportban. A „részleges kiváltás” kifejezés valóban nem a legjobb megfogalmazás, mert az csak a tisztán halolajat

tartalmazó kiegészített, kísérleti takarmánnyal szembeállítva volna igaz. Ezen vizsgálatban valójában egyszerű olajkiegészítés is írható a részleges helyettesítés helyett.

A Nílusi tilápiával végzett kísérletben (6.1.4.2. fejezet) az alaptáp zsírsavprofilja teljes egészében megegyezett a harcsával végzett kísérlet alaptápjának zsírsavösszetételével. Ennek a magyarázata az, hogy ugyanazon alaptápot alkalmaztuk a két vizsgálatban. Sajnálatos tény, hogy a tilápián végzett vizsgálat és annak publikálása között hat év telt el. Valójában az afrikai harcsa és a tilápia vizsgálatok egymást követték. Az alacsony csoportonként állatlétszám pusztán anyagi megfontolás kérdése volt. Az összes mintaszám így is az 5.1.4.2. fejezben ismertetett adat volt ($n = 3$ kezelés $\times$ 4 időpont $\times$ 6 hal $\times$ 2 ivar $\times$ 3 szerv; gonádok esetében csak 3-3 halból, ivaronként). Arra vonatkozóan, hogy a mért és a kihígulási modellel becsült adatok között miért épp a szójaolajos táp esetén, éppen a filé és a máj foszfolipid frakció zsírsavösszetételének és telítetlenségi indexének esetében volt a legszorosabb az összefüggés azt válaszolnám, hogy a szójaolaj etetés során a telítetlenségi index a „halolajos alapállapothoz” viszonyítva folyamatos csökkenést mutatott, míg a többi táp esetében először csökkenő, majd emelkedő tendencia volt megfigyelhető. Megítélésem szerint ez a lineáris jellegű változás állhat a megfigyelt jelenség hátterében.

Ugyanezen fejezetben pontatlanul fogalmaztam; valóban csak a 4. hétig emelkedett szignifikáns mértékben a máj malondialdehid koncentrációja (a filére ez nem volt igaz), ellenben a szignifikancia jelölésekben említett hibát nem találtam meg. Arra a kérdésre, hogy a lenolaj miért nem módosította a máj antioxidáns státusát és miért nem változott a kezelések hatására a malondialdehid koncentráció a halfilében azt válaszolom, hogy elképzelhető lehetett természetes antioxidáns a takarmányban, bár ezt nem határoztuk meg. Valószínűsítem viszont ezt a hatást, hiszen két egészen eltérő szervben is ugyanazt a (védő) hatást tapasztaltuk.

Tisztelt Opponensem támogató összegzését köszönettel vettem. A disszertációban bemutatott vizsgálatokban fellelt pontatlanságok valószínűleg annak tulajdoníthatók, hogy ezek a közvetlen posztdoktori időszak diverz és „nagy tömeget adó” kísérletei voltak. Végezetül hálásan köszönöm Opponensemnek értekezésem gyors és kifejezetten alapos bírálatát, mélyen elgondolkodtató kérdéseit, tanácsait és különösen azt, hogy disszertációmát alkalmasnak ítélte a nyilvános vitára bocsátásra.

Kaposvár, 2014. december 8.

Dr. Szabó András

Hivatkozások

- Agaba, M.K., Tocher, D.R., Zheng, X., Dickson, C.A., Dick, J.R., Teale, A.J. (2005): Cloning and functional characterisation of polyunsaturated fatty acid elongases of marine and freshwater teleost fish. *Comp. Biochem. Physiol. B.* 142: 342-352.
- Brockerhoff, H., Ackmann, R.G. (1967): Positional distribution of isomers of monoenoic fatty acids in animal glycerolipids. *J. Lipid Res.* 8: 661-666.
- Dietz, M. W., van Mourik, S., Toien, O., Koolmees, P. A., Tersteeg-Zijderveld, M. H. G. (1997): Participation of breast and leg muscles in shivering thermogenesis in young turkeys and guinea fowl. *J. Comp. Physiol.* 167: 451–460.
- Friedewald, W.T., Levy, R.I., Fredrickson, D.S. (1972): Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin. Chem.* 18: 499-502.
- Nauck, M, Warnick, G.R., Rifai, N. (2002): Methods for measurement of LDL-cholesterol: a critical assessment of direct measurement by homogeneous assays versus calculation. *Clin Chem.* 48(2): 236-254.
- Ng, W.K., Phaik-Kin, L., Peng-Lim, B. (2003): Dietary lipid and palm oil source affects growth, fatty acid composition and muscle α -tocopherol concentration of African catfish, *Clarias gariepinus*. *Aquaculture.* 215: 229-243.
- Nichelmann, M., Tzscentke, B. (2002): Ontogeny of thermoregulation in precocial birds, *Comp. Biochem. Physiol. A.* 131: 290-317.
- Piotrowska, A., Burlikowska, K., Szymeczko, R. (2011): Changes in blood chemistry in broiler chickens during the fattening period. *Folia Biol.* 59(3-4): 183-187.
- Thrall, M.A. (2004): *Veterinary haematology and clinical chemistry.* Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, USA.
- Turcotte, L.P. (1999): Role of fats in exercise. Types and quality. *Clin. Sports Med.* 18(3): 485-498. Review.
- Whittow, C.G. (2000): *Sturkie's Avian Physiology.* Academic Press, San Diego, CA, USA.
- Wijtten, P.J.A., Lemme, A., Langhout, D.J. (2004): Effects of different dietary ideal protein levels on male and female broiler performance during different phases of life: Single phase effects, carryover effects and interactions between phases. *Poultry Science.* 83: 2005-2015.