

Opponensi vélemény Dr. Szabó András „Háziállatok szöveti lipidjeinek zsírsav-összetéti elemzése eltérő élettani állapotokban” címmel készített MTA doktori értekezéséről

A dolgozat különböző állatfajokkal végzett kísérletek eredményeit mutatja be, amelyek keretében elsősorban a különböző tényezők (genetika, takarmányozás, energetikai státusz, életkor stb.) állatok zsírsavanyagcseréjére, zsírsav metabolizmusára gyakorolt hatását vizsgálták. A témaválasztás mindenképpen aktuálisnak tekinthető, hiszen a gazdasági állatok termékeinek zsírsavprofilja táplálkozás-élettani szempontból is meghatározó jelentőségű. Emellett az állati szövetek triglicerid és foszfolipid frakcióinak zsírsavösszetétel változása, annak dinamikája értékes alapkutatási témának tekinthető.

A dolgozat a mellékletekkel együtt 157 oldal terjedelmű, amelyből a 26 oldalas irodalmi áttekintés fejezetet talán lehetett volna rövidíteni. A többi fejezet terjedelme arányos. Mind az „Anyagok és módszerek”, mind pedig az „Eredmények és értékelésük” fejezet kellő részletességgel mutatja be a kísérletek, mintavételezések, a laboratóriumi és analitikai vizsgálatok körülményeit.

A szöveges részek általában könnyen értelmezhetők, bár a dolgozat tartalmaz helyesírási, stiláris és mondat szerkesztési hibákat. A szerkesztéssel kapcsolatban a legzavaróbb az olvasó számára a dolgozat egészére jellemző zárójeles angol nyelvű kifejezés magyarázatok szerepeltetése, mint például fehérje felhasználási arány (channaling); extracelluláris megjelenés (leakage); túlzott adagolás (dietary overload); részleges kiváltás (partial replacement) stb. Emellett a szövegben többször találkozhatunk idegen kifejezésekkel akkor is, amikor azoknak adott a magyar nyelvű megfelelője (uptake, bilayer, release, turnover, tápanyagok interkonverziója stb.).

Nem csupán stiláris hibának tekinthető, hogy a dolgozatban gyakran keverednek a zsírsavanyagcserével kapcsolatban a humán és az állatokkal kapcsolatos aspektusok. Már a bevezetőben olvashatunk az állati jólét mellett az életminőségről, amely kifejezést az állatok esetében nehéz értelmezni. Emellett a szövegben gyakorlatilag szinonimaként történik a „takarmány” és a „táplálék” kifejezések használata. A táblázatok néhány esetben nem tartalmaznak mértékegységet (10. és 12. táblázat). A zsírsavak szerepeltetése a szöveges részekben nem minden tekintetben következetes. Több ízben szerepel, másutt nem a zsírsav nevek mellett a szénatomszáma és telítettségre vonatkozó rövidítés.

A szerző törekedett a nagy számú mérési adatokból a legfontosabb tendenciákra, változásokra fókuszálni. Ez az esetek többségében sikeres volt. Az eredmények interpretálásakor azonban néhány esetben találkozhatunk olyan megállapításokkal, amelyek nincsenek összhangban a táblázatokban található trendekkel, a statisztikai elemzés eredményeivel.

Rátérve a dolgozat tartalmi részeinek bírálatára szerencsés lett volna a dolgozat címét módosítani. Miután a dolgozatban számos állatfaj szöveti mintáinak analizésére került sor (többek között fácán, szarvas, borz stb.) a címben a „háziállatok” kifejezés használata nem szerencsés. Helyesebb lett volna a „különböző állatfajok” szerepeltetése.

Az elvégzett kutatások célkitűzéseit jelölt négy pontban csoportosítja. Első olvasatra nem teljesen egyértelmű, hogy miért is választották kutatási célként az intenzív termelésű baromfifajok energiahiányos állapotának tanulmányozását akkor, amikor ezek az

állatcsoportok ritkán kerülnek energiahányos állapotba. Itt a célkitűzés megfogalmazásakor is jobb lett volna egyértelműen a tojótyúkók kényszervedletése során alkalmazott éheztetés zsírsavanyagcserére vonatkozó hatásaira koncentrálni. A későbbiekben azután kiderül, hogy a pulykákkal és broilercsirkékkel végzett kísérletekben nem az energiahányos állapotot, hanem az életkorból adódó változásokat vizsgálták. Fentiek miatt a dolgozat ezen fejezete nem konzisztens.

A célkitűzésben „szelektált baromfifajokról” esik szó. Ez a kifejezés nem egészen fedi le a gyorsan növekvő, intenzív fehérjeszintézisre képes broilercsirkét és BUT pulykát. A szelekció ugyanis számos egyéb paraméterre is irányulhat az intenzív növekedésen túl.

A különböző egyéb baromfifajok összehasonlító vizsgálata a szöveti trigliceridek helyzetspecifikus zsírsavösszetétel elemzése és a takarmány eredetű lipidek beépülési dinamikája különböző hal fajokban újszerű és aktuális kutatási irány.

Ahogy a bevezetőben már utalás történt rá, a dolgozat „Irodalmi áttekintés” részét lehetett volna rövidebben, célratörőbben összeállítani. A fejezetben találhatók túl általános, az elvégzett kutatásokhoz szorosan nem kapcsolódó, néhol tankönyv ízű részek. Ilyen résznek tekinthető az 5. oldalon a lipidek csoportosítása vagy a zsírsavak szerkezetének ismertetése. A fejezet tartalmaz néhány elírást, pontatlanságot. Erre példa a 4. oldalon a 4.1.1. fejezetben szereplő mondat „A neutrális lipidek területén tett következő nagy felfedezés.....fűződik, aki 1758-ban epekőből vont ki koleszterint” mondat, a hatodik oldalon a foszfolipidek zsírsavösszetételének meghatározása kapcsán a glicerin 1-es és 3-as pozícióin található zsírsavak említése vagy a 15 oldalon található megállapítás, miszerint „a lipidek abszorpciója elsődlegesen a duodénumban történik”.

Az irodalmi áttekintés részben néha utalás történik a saját kutatásokra, kissé keveredik az irodalmi áttekintés a saját vizsgálatokkal. Ebben a fejezetben gyakran találkozhatunk az emberre és az állatokra vonatkozó hivatkozásokkal, ami nem negatívum, hiszen a célkitűzéseket részben a táplálkozás-élettani aspektusok motiválták, másrészt minden részletre kiterjedően nem áll rendelkezésre a különböző állatfajokra vonatkozó információ. A lipidek emésztése, transzportja esetében azonban szerencsés lett volna a különböző állatfajok sajátosságaira is kitérni.

Pontosításra szorul a 18. oldalon a 4.2.6.2. fejezetben a lipoprotein metabolizmus tárgyalásakor az a megállapítás, hogy az „LDL lipoproteinek megkötése leginkább a májbeli receptorokon történik...”. Az LDL elsősorban a perifériás szövetek irányába szállítja a koleszterint és a megkötése is nagyrészt ezen szövetek receptorain keresztül történik.

A fejezet 23. oldalán a 4.4.3-as fejezetben a zsírsavak szelektív oxidációja kapcsán olyan humán vonatkozású információkkal találkozhatunk, amelyek az emberben az edzés hatására bekövetkező zsírsavfelhasználás preferenciája vonatkoznak és nem igazán tekinthetők relevánsnak az elvégzett kutatások szempontjából.

A 4.8. fejezetben a 32. oldalon nehezen értelmezhető a testsúly, az alapanyagcsere és a várható élettartam közötti összefüggésekre vonatkozó rész. Egy mondatban megállapítja, hogy a BMR és a várható élettartam között direkt összefüggés nem áll fenn, a következő mondatban pedig arra tesz utalást, hogy a két paraméter között mégis lehet kapcsolat.

Az „Anyagok és módszerek” fejezetben alaposan és aprólékosan kerülnek rögzítésre az elvégzett kísérletek és mérések körülményei, paraméterei. Ahogyan a bevezető részben arra már utalás történt az energetikai státus hatását vizsgáló kísérletek igazán csak a tojtyúk vedletésére vonatkoztak. A fejezet címéhez nem kapcsolódik a másik két fajjal végzett kísérlet.

A pulykákkal lefolytatott kísérlet körülményeinek ismertetésekor újfent rögzítésre kerül a kísérlet célja, nevezetesen annak vizsgálata, hogy a pulykák növekedése során a testsúlynövekedés és feltételezhetően a BMR változása okoz-e eltéréseket a mellhús szövetek sejtmembrán lipid zsírsavösszetételében. A MBR feltételezhető változásának hatását véleményem szerint nem indokolt a hatások között említeni, miután a jelölt erre irányuló konkrét méréseket nem végzett.

Az 5.1.3.1. részben található fajspecifikus tulajdonságok trigliceridek molekulaszervezetére gyakorolt hatásának vizsgálati módszertana. A fajonként 3 egyed használata a bőralatti zsírminták zsírsavösszetételének összehasonlításakor kevésnek tűnik. A fajok közötti összehasonlítás eredményeinek értékelését az is torzította, hogy nem volt ismeretes a levágásra került állatok takarmányainak zsírsavprofilja. A dolgozat későbbi részeiben többször tesz említést a szerző a takarmány zsírok lipoproteinek és trigliceridek zsírsavösszetételt módosító hatásáról.

Az 5.1.4.1. fejezetben az afrikai harcsa filé vizsgálatok a szöveges részben Weende-i analízist említi a szerző. Itt célszerű lett volna pontosítani, hogy csupán nyersfehérje, nyerszsír és nyershamu meghatározásra került sor.

Az eredmények fejezet első része a tojtyúkok mesterséges vedletése, az éheztetés különböző vérparaméterekre gyakorolt hatásával összefüggő eredményeket tartalmazza. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a vérszérum lipidek vonatkozásában az éhezés előrehaladtával a triglicerid frakció jelentős mértékben csökkent, a HDL koleszterin szint pedig ezzel párhuzamosan folyamatosan nőtt. A HDL:összes koleszterin arány a takarmánymegvonás első 6 napjában emelkedett, majd elérte a maximális szintet. Kérdésként merül fel, hogy a vér LDL koleszterin szintjének mérésére miért nem került sor? A két ellentétes irányba szállító lipoprotein koncentrációjának változása teljesebbé tehetné volna az éhező tojtyúkokban lejátszódó zsíranycsere-folyamatok megismerését.

A vérplazma húgysavszintje nem változott érdemben. A szerző több ízben említi a dolgozatban, hogy a húgysav a madarak fehérjefogyasztásának egyik indikátora. Ez a megállapítás annyiban módosításra szorul, hogy a húgysav szint a plazmában és a vizeletben nem elsősorban a fehérjefelvétellel, hanem a fehérje hasznosulásával arányosan változik. Jelen kísérletben a testszövetek folyamatos lebontása és az aminosavak dezaminálása, majd energiaforrásként történő felhasználása jelenthette a folyamatosan képződő húgysav forrását.

A vérszérum kalcium és vas koncentrációjának változása esetében szerző a 43. oldalon a szöveges részben egyértelmű csökkenésről ír mindkét ásványi anyag esetében, szignifikáns különbségek nélkül. A 2. táblázat adatai ugyanakkor szignifikáns különbségeket mutatnak a mért átlagok között.

A különböző életkorú pulykák vérparamétereinek vizsgálatok a fiatal madarakban egy korai triglicerid csúcsot tapasztaltak, amelynek okaként a szikzacskó tartalékainak felszívódását jelölik meg. Az életkor előrehaladtával azután a vér triglicerid tartalma jelentős csökkent,

majd 4 hét elteltével stagnált. A 20 hetes pulykák vérében azután újfent szignifikánsan nagyobb triglicerid tartalmat mértek. Ennek vajon mi lehet a magyarázata?

A 44. oldalon található, a HDL koleszterin szint koncentrációváltozását bemutató szöveges rész, miszerint „az összes és a HDL koleszterin szint a trigliceridekkel hasonló koncentrációváltozást mutatott”. Ez a megállapítás ellentétes a 4. táblázat adataival. Az összes koleszterin szint esetében ugyanis nem volt visszaesés a 3 napos és az idősebb állományok között, sőt a 8. héten szignifikánsan nagyobb értékeket mértek. A HDL koleszterin esetében úgyszintén szignifikánsan nagyobb volt a vérplazma koncentrációja a 8. és a 12. héten. A változásokat jelölt a tollváltással és az intenzívebb pajzsmirigyműködéssel magyarázza.

A pulykák vérének húgysav-koncentrációja a szöveges rész alapján a tápok fehérjetartalmának megfelelően csökkent. Ezzel szemben a 4. táblázat adatai alapján a fiatal, 3 napos állatok vérének húgysav-koncentrációja közel háromszorosa volt a későbbi időszakokban mért értékeknek. Ennek az óriási koncentrációkülönbségnek vajon mi lehet az oka? A későbbi időszakokban a 4. héttől kezdődően viszont csupán a 20. heti eredmények tértek el szignifikánsan az előzőektől.

A plazma nátriumtartalmának növekedése az életkor előrehaladtával jelölt szerint a test szárazanyagtartalmának változásával párhuzamosan növekszik. Mi az élettani összefüggés a test szárazanyag-tartalma és a vérplazma Na-koncentrációja között?

A csirkék vérében az összes koleszterin szint csökkenését az életkor előrehaladtával jelölt érdekes eredménynek ítéli, miután a takarmánnyal felvett zsír mennyisége ezzel párhuzamosan növekedett. A vér koleszterintartalmát nem elsősorban a takarmánnyal felvett zsír mennyisége, hanem az állatok koleszterin anyagcseréje, koleszterin szükséglete határozza meg. Jelen esetben valószínűsíthető, hogy az intenzívebb kezdeti növekedési szakasszal összefüggő membránszintézis nagyobb koleszterin szükséglete lehet a magyarázat a megfigyelt változásra. Ennél a kísérletnél is hiányolom az LDL koleszterin szint meghatározását.

A pulykáktól eltérően a broilerek vérében nem változott a nátrium ion koncentrációja az életkorral összefüggésben. Ennek a fajok között megmutatkozó különbségnek mi lehet a magyarázata? A vérplazma K-tartalma kismértékű növekedést mutatott, amely növekedés a 4. héten érte el a maximális szintet. A változás jelölt szerint a sejtmembrán sérülésekkel és ebből adódóan a K extracelluláris térbe jutásával állhat összefüggésben. Mi okozhatta a broiler csirkéknél a sejtmembrán károsodást és ez a jelenség miért nem jelentkezett az ugyancsak intenzíven növekvő pulykáknál? Az 5. táblázat K-szintekre vonatkozó szignifikancia jelzései hibásnak tűnnek.

A 6.1.2. fejezet a tojótyúkokkal végzett éheztetés máj és szív szövetek eltérő lipid frakcióinak zsírsavösszetételére gyakorolt hatását mutatja be. Megállapították, hogy az emlősökhöz 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. 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.

A pulykák mellizom membrán lipid zsírsavösszetételének változása kapcsán a 62. oldalon megállapításra kerül, hogy az irodalmi adatokkal ellentétben az idősebb pulykák foszfolipid

frakciója több n3-as és kevesebb n6-os zsírsavat tartalmaz. Az etetett tápok ezt az eredményt alapvetően befolyásolhatták, miután azok jelentős mennyiségű EPA-t és DHA-t tartalmaztak, ami halliszt vagy halolaj bekeverésével függhetett össze. Az irodalmi adatokkal történő összehasonlításnak csak azonos zsírsavprofilú tápok etetésekor van értelme. Az n3-as és n6-os zsírsavak arányváltozásáról tett megállapítást amiatt is módosítani szükséges, mert a leírt trendek csupán a 3 napos állatokhoz képest igazak. A későbbi időszakban az n3-as zsírsav szintek között nem volt szignifikáns eltérés, az n6-os zsírsavak aránya pedig szignifikánsan nőtt (10. táblázat).

Ebben a fejezetben egyértelműen bizonyítást nyert, hogy az életkor előrehaladtával a pulykák foszfolipid frakciójában nő a DHA és csökken az LNA mennyisége. A 65. oldalon a szövegben, a 10. táblázat adataival azonban ellentétesen szerepel az a megállapítás, hogy a DHA szintje folyamatosan emelkedett, holott az emelkedés szintén csak a 3 napos madarakhoz képest volt szignifikáns, később nem. Hasonló pontosításra szorul az LNA változására tett megállapítás is. Ugyanezen az oldalon szerző irodalmi adatokkal alátámasztva megállapítja, hogy a foszfolipidek nagyobb DHA szintje párhuzamosan nő az anyagcsere intenzitással. Ez jelen esetben az életkorból adódó eltérő anyagcsere intenzitásra vagy például az extenzívebb genotípusokra, pl. a bronzpulykára vonatkozó megállapítást jelent? A fiatalabb pulykák nagyobb anyagcsere intenzitása miatt a fenti indoklás alapján nem éppen a fiatalabb állományoknál kellett volna nagyobb DHA értéket kapni?

Az irodalmi adatokkal ellentétes eredmény, hogy a pulyka mellizom triglicerid zsírsavprofilját a takarmány zsírsavösszetétele csupán kis mértékben befolyásolja. A 12. táblázatnál helyesebb lett volna a két tényező esetében a takarmányhatás mellett az életkor hatást feltüntetni a testsúly helyett. Az azonos korú állományoknál egyébként a takarmányhatás lényeges volt, hiszen az EPA szintje például a 8. hétre 0,42%-ról 1,25%-ra, a DHA szintje ugyanezen időszak alatt több mint 100%-al 1,0%-ról 2,15%-ra nőtt a táp magas n3-as PUFA szintje miatt.

A különböző baromfifajok szívizom membránlipid zsírsavprofiljának összehasonlításakor jelölt megállapítja, hogy a különböző fajok az egyes zsírsavak, zsírsavcsoportok és a telítetlenségi index vonatkozásában különböznek egymástól, továbbá az allometrikus összehasonlítás eredményeképpen bizonyítást nyert, hogy bizonyos zsírsavak, pl. a DHA szintje szignifikáns aránycsökkenést mutat a testsúly növekedésével. Ennél a kísérletnél nem volt ismert az állatok takarmányainak összetétele. Az eredmények értékelésekor ezért felvetődik a kérdés, hogy a mért értékek mennyiben tekinthetők fajpecifikusnak és milyen nagyságrendű lehetett a takarmányok eltérő zsírsavprofiljának tulajdonítható hatás?

Egy következő kísérletben eltérő madárfajok tüdő, vese, máj és agy foszfolipid zsírsavprofil allometrikus zsírsavprofil összehasonlítására került sor. A négy szerv foszfolipid frakciójában több szignifikáns allometriát mutató összefüggést írtak le, majd az összegzésnél a 84. oldalon megállapítják, hogy ezeket az összefüggéseket még „a zsírsavprofilra szignifikáns hatást gyakorló takarmányeredetű zsírsavak sem fedték el”. Ilyen irányú többletgyógyászati biometriai értékelést azonban nem végeztek, így a zsírsavprofilok a testsúly, a faj és a takarmány kölcsönhatás eredményeképpen alakultak. A takarmányok zsírsavprofilját tartalmazza ugyan a 3. melléklet, de a jelen kísérletnél a zsírsavösszetétel mellett a takarmányok zsírtartalmának és a takarmánnyal felvett zsírsavak mennyiségének is fontos információtartalma lett volna. Hasonlóan hiányzik a kölcsönhatások vizsgálata a különböző madárfajok tüdő parenchyma és surfactant foszfolipidek elemzésekor.

A szöveti trigliceridek zsírsavösszetételének meghatározását a különböző állatfajok esetében az a cél motiválta, hogy a zsírsavarányok, az egyes zsírsavak pozíciója alkalmas lehet-e egy állatfaj, fajta zsírjának, húsának beazonosítására. Az elvégzett mérések legfőbb hiányossága ezúttal is a takarmány hatás figyelmen kívül hagyása, holott maga a szerző hívja fel a figyelmet a 94. oldalon arra, hogy „a takarmány hatás a neutrális lipidek összetételére monogasztrikus állatokban nagyon markáns, így a megbízható faj és fajta beazonosítás legtöbbször nem lehetséges” (99. oldal, 1. bekezdés). Véleménye szerint a meghatározott faji sajátosságok mennyiben tekinthetők az adott állatfajhoz köthető zsírsavcserére vonatkozó sajátosságnak (pl. a nyúl cökotrófiája, a szarvas bendőfermentációja) és mennyiben az eltérő takarmánybázisnak?

A magyar nagyfehér húsertés és a mangalica zsírszövetek triglicerid zsírsavprofiljában az egyik legmarkánsabb eltérés az volt, hogy eltérően a nagyfehér húsertéstől, a palmitinsav a mangalica zsírban kizárólag a centrális szénatomhoz kapcsolódik. Mivel a sertésekkel végzett kísérletben az etetett tápok összetétele és zsírsavprofilja hasonló volt, a kapott eredmények valóban alkalmasak lehetnek a kétfajta zsír beazonosítására. A sertésekkel végzett kísérlet eredményei alapján jelölt arra a következtetésre jut, hogy a sertésre jellemző triglicerid profil a „májon túl” alakul ki. Pontosan hogyan értelmezhető ez a megállapítás?

A dolgozat 6.1.4. számú fejezetében a ragadozó és növényevő halak szöveteinek zsírsavprofilját vizsgálták a haltápok növényi olajokkal történő kiegészítését követően. Az előző kísérletektől eltérően ezúttal nem csupán szöveti zsírsavösszetétel vizsgálatokra került sor, hanem a kezelések termelési eredményekre gyakorolt hatását is vizsgálták.

Az 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. Mi lehetett ennek a nem várt eredménynek az oka?

A zsírsavprofilok vonatkozásában a halfilé összes n3-as zsírsavtartalmát csupán a halolajos és a szójaolajos kezelések növelték meg statisztikailag igazolható mértékben, holott a lenolaj n3-as zsírsavtartalma többszöröse volt a szójaolajénak. A 114. oldalon jelölt megjegyzi, hogy a növényi olajjal kiegészített tápok EPA, DPA és DHA tartalma a halolajat tartalmazó alaptápból származnak. Ezt a megállapítást azonban nem erősítik meg a 6. melléklet adatai, amelyek azt mutatják, hogy az alaptáp domináns zsírsavai az olajsav és a linolsav voltak. Az alaptáp csak kis mennyiségben tartalmazta a halolajra jellemző hosszú szénláncú n3-as zsírsavakat.

Ennél a kísérletnél is célszerű lett volna megadni a tápok összetételét és az alaptáp 6%-os zsírtartalmának forrását. A jelen esetben ugyanis az eredmények és a zsírsavprofilok nem a kontroll táp olaj-kiegészítésének hatásaként értelmezhetők, hanem a kiegészítések és az alaptáp zsírsavainak kölcsönhatását is magukban foglalják. A harcsafilé összes n3-as zsírsavtartalmát bemutató 34. táblázatban a szójaolajra és a lenolajra vonatkozó szignifikancia jelzések pontosításra szorulnak.

Az afrikai harcsára vonatkozó összefoglaló megjegyzés, miszerint „a halolaj részleges kiváltása növényi olajokkal nem befolyásolta hátrányosan a halak növekedési ütemét” nem következik logikusan a 33. táblázat adataiból, ahol a kezelések között az etetés hosszának függvényében szignifikáns eltérések szerepelnek az élősúly adatoknál. Szintén pontosításra szorul a „részleges kiváltás” kifejezés használata, mivel az alaptáphoz adtak különböző olajokat, nem pedig a halolajat váltották ki eltérő arányban.

A Nílusi tilápiával végzett kísérletekben nem csupán a filé zsírsavprofilját, hanem több szerv triglicerid és foszfolipid összetételét is meghatározták az afrikai harcsánál leírt olajkiegészítések hatására. Ezek a tápok kevesebb fehérjét tartalmaztak, nyilván más volt az összetételük. Ennek ellenére az alaptáp zsírsavprofilja teljes egészében megegyezett a harcsákkal végzett kísérlet alaptápjának zsírsavösszetételével. Ennek mi a magyarázata?

A kezelésként 3 hallal végzett kísérletben 2 hét elteltével nem volt különbség a kezelések között, 4 hét után a szójaolajos, 6 hét után pedig a halolajos kezelés bizonyult szignifikánsan a legjobbnak. Az eredményeket és azok értékelését árnyalják a kis állatlétszámból adódó nagy szórásértékek.

A filé és a máj foszfolipid frakció zsírsavösszetételének és telítetlenségi indexének alakulásakor a szójaolaj tartalmú táp etetésekor adódott a legmegbízhatóbb becslés a szövetek n3-as zsírsavtartalmának alakulására vonatkozóan. Ennek az összefüggésnek mi lehet a magyarázata, miután a kezelések között a szójaolajos táp tartalmazta a legkevesebb n3-as zsírsavat?

A tilápia filé és máj malondialdehid koncentrációja a szójaolaj és a halolaj hatására szignifikánsan nőtt. A 44. táblázat adatai azonban az előzőekben leírtakat csupán a 4. hétig igazolják, a 6. heti eredményekre vonatkozóan már nem. A táblázatban a szójaolaj máj malondialdehid koncentrációjának változására vonatkozó szignifikancia jelzések pontatlanok. Mi az oka annak, hogy a lenolaj nem módosította a máj antioxidáns státusát és miért nem változott a kezelések hatására a malondialdehid koncentráció a halfilében?

Összefoglalóan megállapítható, hogy a disszertáció nagyszámú állatkísérlet adatállományának feldolgozását, tudományos kiértékelését tartalmazza. Talán szerencsésebb lett volna egyes kutatási részeknél nagyobb körültekintéssel előkészíteni a vizsgálatokat és néhol kevesebb méréssel, célirányosabban fókuszálni adott kérdések megválaszolására. A bemutatott eredmények egészére vonatkozóan megállapítható, hogy azok a jelölt saját eredményei, amelyek a megfogalmazott kritikai megjegyzések ellenére meghatározó mennyiségű és színvonalú kutatási teljesítményt jelentenek a korábbi tudományos fokozat megszerzését követő időszakban. A disszertáció tartalmaz a különböző állatfajok zsírsavanyagcseréjére vonatkozó számos új és újszerű információt, amelyek részben hiánypótlók, részben pedig további alap és alkalmazott kutatásokat generálhatnak. A dolgozatban bemutatott tudományos eredményeket elegendőnek tartom az MTA doktori cím megszerzéséhez és a nyilvános vita kitűzését javaslom.

Keszthely, 2014. november 13.

Dr. Dubleczy Károly
egyetemi tanár