

Az OTKA TS447743 nyilvántartási számú kutatási téma keretében 2003 és 2005 közötti hároméves időszak alatt az egyes altémákban az alábbi eredményeket értük el.

Kettős vemhesség létrehozása anyanyulakban

A pályázat beadásakor, a kísérlet tervezésekor is felmerült már a megvalósítás bizonytalansága. Sajnos ezt a gyakorlat is igazolta. Számos technikai megoldás kipróbálása ellenére sem sikerült kettős vemhességet létrehoznunk.

Az álvemhes anyanyulak tejtermelése

Három, egymásra épülő kísérletben vizsgáltuk a GnRH kezeléssel álvemhessé tett és a ~~rendesen~~ termékenyített, de nem vemhesült (feltehetően álvemhes), korábban még nem ~~ellett~~, és már fialt anyanyulak tejtermelését és a tej összetételét (Szendrő *et al.*, 18. Nyúlteny. Tud. Nap, 2006, 127-132).

Az eredmények bizonyították, hogy az álvemhes anyanyulak is termelnek tejet. A termelés illetve a tejleadás a GnRH kezelés utáni 16. napon adott progeszteronnal, illetve a minden szoptatás előtti oxitocin injekcióval 14 illetve 46%-kal növelhető. Öt hetes laktáció alatt a még nem fialt és a korábban már fialt álvemhes anyanyulak a kontroll (~~rendesen~~-szoptató) csoport termelésének 21 illetve 35%-át érték el. A már fialt, de inszeminálás után üresen maradt álvemhes anyanyulak az először fialt anyai csoporthoz hasonló mennyiségű tejet termelnek, így alkalmasak lehetnek 6-7 szopósnyúl felnevelésére is. Az álvemhes anyanyulaktól vett tejminták szárazanyag, fehérje- és zsírtartalma magasabb, mint a kontroll csoporté.

A tenyésznyúltáp emelt lizinszintjének hatása az ivadékok növekedésére, vágóértékére és húsminőségére

A kontroll (C) és a lizinnel kiegészített anyanyulak (L) tápjában a lizinszint 0,68 illetve 0,80% volt. Négy csoportot alakítottunk ki végig C vagy L, a fialásig C, majd szopóskorban L, illetve fordítva (L majd C) anyával nevelt nyulakat. Ennek megfelelően a lizinkiegészítés hatása csak magzati (LC) vagy szopós (CL), illetve magzati és szopóskorban egyaránt (LL) jelentkezhetett.

A szopási időszak alatti lizinkiegészítés hátrányosan befolyásolta a szopósnyulak 3 hetes súlyát, de a későbbi termelésre nem volt hatással. A vágási kitermelés kissé, de nem szignifikánsan ($P=0,179$) javult. Nagyobb lett viszont a hátulsó lábak karkaszon belüli aránya. A húsminták színe vagy pH-ja nem különbözött, egyedül a C21:0 zsírsav aránya emelkedett meg szignifikánsan. A hátulsó lábakon levő hús fehérje- és lizintartalma $P<0,1$ szinten megnőtt (Metzger *et al.*, Ital. J. Anim. Sci., 2005. 4. 39-42, Metzger, PhD értekezés, 2006).

Az eredmények alapján megállapítható, hogy sem a vemhesség, sem a szoptatás alatti lizinkiegészítés nem befolyásolta lényegesen a nyulak termelési és vágási tulajdonságait.

A pre- és posnatális tápláltság hatása házinyúlón

Kis, közepes és nagy súlyú újszülött nyulakat neveltünk egy vagy két anyával, majd elválasztás után, a 4. héttől *ad libitum* vagy 80-85%-os szintre korlátozva takarmányoztuk őket.

Az első kísérletben megállapítottuk, hogy mindhárom tényező szignifikánsan befolyásolta a nyulak növekedését (11 hetes korig). A vágási kitermelés a kis súlyú, az egy anyával nevelt és az *ad libitum* csoportban szignifikánsan jobb volt (születési súly: 58,0, 57,3 és 57,7%, nevelő anyák száma: 58,0 és 57,3%, takarmányozási mód: 57,3 és 58,1%). A máj és a vesék súlyát egyedül a takarmányozási mód befolyásolta. A karkaszon belül az elülső rész az *ad libitum* csoportban volt nagyobb (27,7 és 27,3%). A hátsó rész arányát csak a születési súly befolyásolta szignifikánsan (35,8, 36,3 és 36,8%), bár az *ad libitum* csoportban is jobb eredményt kaptunk (38,4 és 38,7%). A húsminták víztartó képességét és a hús/csont arányt az összes tényező befolyásolta. A hús pH-jára csak a takarmányozási mód hatott. A hús zsírtartalma a nagy újszülöttekben, a két anyával nevelt és az *ad libitum* csoportban volt nagyobb (Metzger *et al.*, 17. Nyúlteny. Tud. Nap, 2005, 33-38.). Az eredmények igazolják, hogy a hústermelés és a húsminőségi tulajdonságokat a pre- és a postnatalis tápláltság egyaránt befolyásolja.

A második kísérletben a hasonlóképpen nevelt 15,5 vagy 18,5 hetes korban tenyésztésbe vett anyanyulak termelését vizsgáltuk.

A különböző felnevelési mód alkalmas volt az anyanyulak tenyésztésbevételi súlyának befolyásolására (Szendrő *et al.*, Livest. Sci. 2006, in press).

A felnevelési mód szignifikánsan befolyásolta a leendő anyanyulak CT-vel becsült kondícióját (zsír:izom pixel arányt), legnagyobb hatása a takarmányozási módnak volt (Szendrő *et al.*, 18. Nyúlteny. Tud. Nap, 2006, 113-116.)

Közel 4000 termékenyítés és 3000 fialás teljes élettartamra vonatkozó eredménye alapján megállapítható, hogy a születési súly nem befolyásolta az anyanyulak termelését. A két anyával nevelt nyulak testsúlya a termelés későbbi szakaszában is nagyobb volt. Bár a vemhesülési arány nem javult, de ebben a csoportban nagyobb volt az alomlétszám (8,35 és 8,76 fialáskor). A korlátozott takarmányozás mellett felnevelt anyanyulak testsúlya a 2. fialásból nagyobb volt, mint az *ad libitum* csoporté (3,93 és 4,07 kg), mivel ezek a nyulak több takarmányt fogyasztottak. A vemhesülési arány (74,6 és 77,5%) és az alomlétszám (8,40 és 8,69 fialáskor) az *ad libitum* csoportban volt jobb. A fiatalon (15,5 hetesen) tenyésztésbe vett nyulak valamivel rosszabbul vemhesültek, de nagyobb volt az alomlétszámuk (Gyovai *et al.*, World Rabbit Congr., 2004, 281-287, Gyovai, PhD értekezés).

Az anyanyulak túlélését Survival analízissel vizsgálva megállapítható, hogy a szopós és növendékkori igen magas mortalitás ellenére a kis súllyal született anyanyulak túlélése volt a legjobb. A nevelő anyák száma nem hatott, de 700 napos kortól a korlátozott csoport túlélése valamivel jobb volt, mint az *ad libitum* csoporté (Gyovai *et al.*, World Rabbit Congr., 2004, 1128-1133, Gyovai, PhD disszertáció, 2006).

Az életteljesítményt (az anyanyulak életük során átlagosan hányszor fialtak ill. hány nyulat hoztak világra) vizsgálva megállapítható, hogy a fialások száma szempontjából kifejezetten előnyös a korlátozott takarmányozás (6,7 ill. 6,2 ~~ide nem kell valami mértékegység ?fialás~~). Az összesen és az élve született nyulak száma akkor volt a legnagyobb, ha a leendő anyanyulákat két anyával nevelték, majd korlátozva takarmányozták (Szendrő *et al.*, 2006, 18. Nyúlteny. Tud. Nap, 2006, 117-121., Gyovai, PhD disszertáció, 2006).

A számos vizsgálat alapján egyértelműen megállapítható, hogy a szopóskori jó tejellátottság, a választás és tenyésztésbevételi kor közötti 80-85%-os takarmánykorlátozás, majd *ad libitum*

etetés a legkedvezőbb az anyanyulak kondíciója, termelése és ételteljesítménye szempontjából.

Etológiai és animal welfare kísérletek házinnyúlal és tojónyúkokkal

Az anyanyulak a ketrecrebe helyezett szénából ugyanolyan fészket tudnak építeni, mint az üregi nyulak. A fészkekanyagot a fialás előtt legkésőbb 2-3 nappal korábban be kell behelyezni, ahhoz, hogy megfelelő minőségű fészket építsenek. Túl rövid idő esetén gyakoribb az elletőládán kívüli fialás ~~előfordulása~~ (Matics, PhD értekezés, 2006).

Néhány más kutatóhoz hasonlóan megállapítottuk, hogy nem igaz az a korábbi állítás, miszerint az anyanyulak naponta csak egyszer szoptatnak. Kísérletünkben az anyanyulak 14%-a naponta kétszer szoptatott. A kétszeri és a háromszori szoptatás előfordulása 31 ill. 5%-ra nőtt, ha a napi egyszeri (reggeli) szoptatás után szabadon járhattak be az anyanyulak az elletőládaiba. Ha a szabad szoptatást váltottuk egyszerire, akkor az anyanyulaknál egyre gyakrabban figyeltünk meg izgatottságra utaló viselkedési jegyeket (elletőládaiba benézés, a rács kaparása vagy rágása), amelyek száma a reggeli szoptatásig az éjszaka folyamatosan növekedett (Matics *et al.*, World Rabbit Sci., 2004, 95-108).

A fenti megfigyelések vezettek minket annak vizsgálatára, hogy a termékenyítés előtt 2 vagy 3 nappal a szabadról napi egyszerire változtatott szoptatási mód, hogyan hat az anyanyulak reprodukciós teljesítményére. 175 anyanyúllal végzett kísérlet eredményei alapján megállapítottuk, hogy a vemhesülési arány és az alomlétszám akkor javult jobban, ha az inszeminálás előtt 3 nappal változtatjuk meg a szoptatási módot. Ebben az esetben 18-19%-kal nő a száz inszeminálásra jutó megszületett nyulak száma (Matics *et al.*, World Rabbit Congr., 2004, 298-302). Ez a biostimulációs módszer alkalmas a PMSG (hormon) kezelés kiváltására.

Szabad helyválasztásos kísérleteket végeztünk a növendéknyulak számára kedvezőbb nevelési körülmények megtalálása érdekében. A módszer lényege, hogy a nyulak két vagy több ketrec (ketrecrez) között szabadon mozoghatnak és heti egy nap 24 órás videofelvételek értékelése alapján (melyik ketrecreben, ketrecrefélben tartózkodik több nyúl) állapítjuk meg, hogy milyen tartási körülmény kedvezőbb számukra.

Két ismétlésben, 3 telepítési sűrűség mellett vizsgáltuk a mélyalom és a rácspadozat közötti választást. A megfigyelések szerint az életkorától és a telepítési sűrűségtől függetlenül 78-89%-a választotta a drótrács padozatot (Orova *et al.*, World Rabbit Congr., 2004, 1263-1265). A megfigyelések szerint 16-18°C-os hőmérsékleten a nyulak ~~annak ellenére~~ a drótrácsot választják, annak ellenére, hogy ott az átlagos 16-hoz képest 27-28 nyúl/m² telepítési sűrűség is kialakult.

Több ismétlésben és telepítési sűrűség mellett vizsgáltuk a telepadló, a fémrács, a műanyagrács és a műanyag lécpadozat közötti választást. Egyértelműen megállapítható, hogy a növendéknyulak a műanyag rácspadozatot preferálták. Az életkor előrehaladtával (nagyobb telepítési sűrűség esetén hamarabb) egyre jobban elfogadták a fémrács és a műanyag lécpadozatot, és 10 hetes korban már csak az elszennyeződött telepadlót kerülték (Matics *et al.*, Agr. Consp. Sci., 2003. 64. 4. 265-268, Matics, PhD értekezés, 2006). Az eredmények azt igazolják, hogy ebben az esetben a nyulak inkább elfogadtak egy kevésbé preferált padozatot, mint hogy nagyobb telepítési sűrűség alakuljon ki.

Azonos és különböző méretű ketrecreben vizsgáltuk a nyulak viselkedését. A video-felvételek elemzése alapján megállapítottuk, hogy a fiatalon (3 hetesen) választott nyulak szívesen bújnak össze egy ketrecreben, és ezek közül is az egyik legkisebbet választják. Ebben az átlagos 16-tal szemben 70 nyúl/m² telepítési sűrűség is kialakult. Ugyanakkor a nagyobb ketrecreben

alig volt nyúl. 5-6 hetes kortól (a telepítési sűrűségtől, az 1 m² alapterületre jutó súlytól függően) a nyulak egyre gyakrabban keresnek fel másik ketrecet, és 9-10 hetes korra már minden ketrecben közel azonos az 1 m²-re jutó nyulak száma (Matics *et al.*, World Rabbit Congr., 2004. 1251-1256, Matics, PhD értekezés, 2006).

A fenti megfigyelések vezettek minket az ún. kétfázisos nevelés kipróbálására. Ebben az esetben a szokásos 2 nyúl (20 nyúl/m²) helyett 3 és 6 hetes kor között 4 nyulat (40 nyúl/m²) neveltünk egy ketrecben, majd a létszámot megfeleztük. Az eredmények szerint a hizlalás első szakaszában a kétszeres létszámú nyúl elhelyezésének semmilyen negatív hatása sem volt a termelésre, sőt a welfare (egymás melegítése, összebújás) szempontjából még előnyösnek is tekinthető (Matics *et al.*, World Rabbit Congr., 2004, 1141-1145).

Az előzőkkel teljesen megegyező eredményt kaptunk abban az esetben, amikor kissé nagyobb hizlaló ketrecben próbáltuk meg a kétfázisos nevelést. Ebben az esetben egy és két anyával nevelt nyulakat választottunk le 3 hetes korban és végig hármásával, vagy 3-6 hetes kor között hatosával, majd hármásával neveltük őket (Rashwan *et al.*, World Rabbit Congr., 2004, 1162-1167).

Egy kísérletben különböző magasságba (5, 10, 15, 20, 25, 30 cm) helyezett szopókás és tálkás itatónál vizsgáltuk az ideális elhelyezést. A növendéknyulak leggyakrabban az 5 és 10 cm magasra helyezett tálkás, illetve a 10 és 15 cm magasban levő szopókás itatóból ittak. Ez a magasság lényegesen alacsonyabb, mint amit a gyakorlatban a legtöbb ketrecben alkalmaznak (25-30 cm).

Egy másik kísérletet ~~állítottunk be~~ annak vizsgálatára állítottunk be, hogy a nyulaknak a ketrecenként hány itatószelepre van szükségük. A 156 növendéknyúllal 5 és 11 hetes kor között kísérletben fülkénként (0,925 m²) 13 egyedet helyeztünk el. Egy-egy fülkében 1, 2 vagy 3 itatószelep volt. Hetente mértük a nyulak testsúlyát és takarmányfogyasztását, és ebből kiszámítottuk súlygyarapodásukat és takarmányértékesítésüket. (A takarmányfogyasztás részben a vízellátástól függ, ugyanakkor meghatározza a súlygyarapodást.)

Az 1. táblázat szerint a nyulak takarmányfogyasztása minden életkorban független volt a fülkében levő itatószelepek számától.

1. táblázat

A növendéknyulak napi takarmányfogyasztása a fülkében levő itatószelepek számától függően

Életkor, hét	Itatószelep/fülke		
	1	2	3
5-6	96	90	91
6-7	104	102	98
7-8	129	132	133
8-9	149	140	147
9-10	160	158	159
10-11	153	151	153
5-11	131	128	130

A fentiekkel teljesen megegyező eredményt kaptunk a súlygyarapodásra, a testsúlyra és a takarmányértékesítésre vonatkozóan vizsgálatokon. Az eredmények alapján megállapítható, hogy 13 egyed részére ketrecenként/fülkénként elegendő egy itatószelep. Vagyis a

gyakorlatban egy anya és fiókái, vagy egy alom esetén semmilyen gond sincs a nyulak vízellátásával (nem publikált eredmény, Orova, PhD kutatási téma).

~~Nem lenne így pontosabb (?): Vagyis a gyakorlatban is elterjedt egy itatószelep nem rontja a nyulak vízellátását.~~

A tojótyúk „közérzetét” (welfare) befolyásoló zárttéri alternatív, valamint ketreces tartási rendszerek (EU kompatibilis és hazai) összehasonlító vizsgálata azt mutatta, hogy az induló létszámra vetített tojástermelés a tojóidőszak hosszától függően 40-44 tojással (15,7-16,0 %) nőtt a Leghorn típusú és 22-28 darabbal (8,3-9,9 %) a középnehéz testű hibridek esetében, ha az egy tojóra jutó ketrec alapterületet ~~nagyságának~~ 400 cm²-ről 533 cm²-re növeltük. Az alternatív tartási megoldások közül a rácspadlóval kombinált mélyalom növelte, az ülőrudas és a többszintes drótrács csökkentette a tojóhibridek tojástermelését a standardnak tekintett (4 tyúk/ketrec) elhelyezéshez képest. Az istálló 1 m² alapterületén a 72. élethétig számított tojóperiódus alatt előállítható összes tojástömeg (tojásmassza) mennyisége 11,3 % ill. 16,8 %-kal csökkent, ha a ketreces rendszerek telepítési sűrűségét 4-ről 3-ra mérsékeltek. Ehhez képest a vizsgált alternatív megoldások alkalmazásával 4-6-szor kevesebb tojásmennyiség (kg) állítható elő a tojóház egységnyi (1 m²) alapterületén. Az alternatív tartási formák szélesebb körű elterjedése esetén indokolt a tojóhibridek ketreces rendszereinél alkalmazott (ad libitum) takarmányozási program felülvizsgálata. Az eredmények alapján megállapítottuk, hogy az étkezési tojás vizsgált minőségi paramétereit (héjszín reflektométeres értéke, tojástömeg, sűrűfehérje magassága, Haugh-egység, a szik színének LaRoche-skála szerinti értéke, száraz héjtömeg, a héj vastagsága és sűrűsége, hús és vérfoltok száma) elsődlegesen a tyúk genotípusa és nem a (zárttéri) tartás módja befolyásolja. (Stefler J. *et al.*, Acta Agriculturae Slovenija ~~Suppl.~~, 2004. (1) 29-35.).

A KÖVETKEZŐ RÉSZNEK MI KÖZE VAN AZ ETOLÓGIÁHOZ? ~~Nem sok~~

Vizsgálataink további részében két Rhode Island típusú, több mint 30 éve *reciprok rekurrens szelekcióval* nemesített vonalból származó tiszta vonalú, valamint az alapvonalak reciprok keresztezett ivadékcsoportjaival végeztünk kísérletet. Az összehasonlító teljesítményvizsgálat azonos időpontban, 550 napos életkorig tartott, egymástól két határozottan különböző telepítési sűrűsége (*optimális* és *szuboptimális* termelési környezetben) ketreces tartásban.

Az eredmények alapján az alábbi főbb megállapításokat tettük:

A keresztezett állományok mindkét környezetben (2,3 ill. 1,3 grammal) nagyobb tömegű tojásokat termeltek, mint a tiszta vonalba tartozók, előbbi különbség optimálisnak tekinthető (2 tojók/ketrec) elhelyezés esetén szignifikánsnak bizonyult. A hibridek esetében a ketrecenként telepített tojók számának csökkentése csak kismértékben (0,7 grammal) növelte a tojások átlagsúlyát. Vizsgálataink során a héjvastagság, a száraz héjtömeg és héjsűrűség esetében pozitív heterozist tapasztaltunk, melyek közül a héjvastagság és a héjsűrűség esetében mért értékek (3,6 ill. 3,9 %) feltétlenül figyelmet érdemelnek, ugyanakkor csak a száraz héjtömeg változása mutatott összefüggést a ketrecenként telepített tojók számával. Az eredmények megerősítik azt a korábbi tapasztalatot, hogy a héjszín tekintetében inkább a közvetlen szelekciótól és kevésbé a vonalak keresztezésétől várható jelentősebb mértékű javulás. A szik színét illetően az eredmények nem mutattak érdemi változást sem a genetikai háttér, sem pedig a környezet jellege – a telepítési sűrűség különbözősége – tekintetében, ami egy oldalról érthető a teljesen azonos takarmányozás miatt, ugyanakkor rendkívül kedvező azért, mert a keresztezett csoportok átlaglétszámra jutó tojástermelése a kísérlet alatt 17,2-26,8-del volt magasabb a tiszta vonalú állományhoz képest. A fehérje minősége alapján a keresztezett ivadékok valamivel gyengébb minőségű tojásokat termeltek, amit azonban bőségesen ellensúlyoz a nagyobb átlagos tojástömeg. ~~Nem érték hozzá, de a gyengébb~~

minőséget hogyan kompenzálhatja a nagyobb mennyiség? A telepítési sűrűség növelésének, mint környezeti tényezőnek nem volt szignifikáns hatása a fehérje minőségére, azaz a sűrűfehérje milliméterben kifejezett magasságára. Egy kivételtől eltekintve a keresztezés javította a vér- és húsfoltok előfordulási gyakoriságát. A heterózis mértéke a vérfoltos tojások esetében szuboptimális, míg a húsfoltos tojások esetében az optimális környezetben volt nagyobb. A telepítési sűrűség növelése a tiszta vonalú állományoknál a húsfoltok előfordulási gyakoriságát nagymértékben és szignifikánsan csökkentette.

Összegzésként megállapítható, hogy a korszerű tojóhibrid genotípusok nemesítésében a tenyésztő vállalatok nem mondtak és nem is mondhatnak le a nagy horderejű értékmérő tulajdonságok, úgy mint az egy tyúkra jutó tojástermelés, a takarmány-értékesítés, az ivaréret ideje, az életképesség, vagy a kifejlett kori testtömeg javításáról akár az alapvonalakon belüli közvetlen szelekció alkalmazásával, akár a keresztezésekben rejlő lehetőségek kihasználásával. Nagyszámú étkezési tojás műszeres vizsgálata azt mutatta, hogy miközben jelentősen nő az egy tyúkra jutó tojástermelés és érdemben nem romlik a tojásfehérje minősége, a tojástömeg, a héjvastagság és héjsűrűség, valamint a vér- és húsfoltos tojások előfordulási gyakoriságában a reciprok rekurrens szelekció nem elhanyagolható mértékű heterózissal képes hozzájárulni még ma is a keresztezett állományok fölényéhez. Az étkezési tojás minőségi paramétereit tekintve a genotípus meghatározó jellege miatt, az eltérő környezeti feltételek közötti tesztelésnek kisebb jelentőséget kell tulajdonítanunk- (Sütő Z. *et al.*, Baromfi ágazat, 2003. III. (4) 30-35., 2004. IV. (1) 24-28.).

A zsírosodásra való hajlam és az energia-felvétel hatása házinyúlban

A zsírosodásra való hajlam alapján szelektált állományok eltérő energia-felvételével ~~kapcsolatos-kapcsolatban kísérletben is végeztünk kísérletet.~~ A teljes test zsírtartalmának növelésére és csökkentésére TOBEC módszer-készülék-segítségével szelektáltunk. A 2. és 3. generációból származó nyulak energifa-felvételét nem ~~korlátozott-korlátoztuk~~ (*ad libitum*), ~~és illetve~~ ennek 90, illetve 80%-ára csökkentettük, úgy hogy a többi táplálóanyag felvétele nem változott. ~~Ez a mondat nagyon nehezen érthető.~~ A genotípus nem befolyásolta a testsúlyt, a takarmányfogyasztást és a takarmányértékesítést, viszont szignifikánsan hatott a vágási kitermelésre (magas ~~mi?~~ zsírtartalmú: 60%, alacsony ~~mi?~~ zsírtartalmú: 59%), és az emésztőrendszer testsúlyhoz viszonyított arányára ~~(mihez viszonyított arányára?)~~. Az energia-felvétel szignifikánsan hatott a takarmányfogyasztásra, a súlygyarapodásra, a takarmányértékesítésre, a testsúlyra (magas ~~mi?~~: 2,92 kg, közepes: 2,70 kg, alacsony energiafelvétel: 2,45 kg), valamint a bőr-, az emésztőrendszer, a vesekörüli zsír (magas: 2,1%, közepes: 1,7%, alacsony energiafelvétel: 1,1%) és a karkaszon belül az elülső-, illetve a hátulsi rész arányára (magas: 33,0%, közepes: 33,4%, alacsony energiafelvétel: 34,1%) (Szendrő *et al.*, 13. Arbeitstagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztiere und Heimtiere, Celle, 2003a, 29-37; Szendrő *et al.*, 13. Arbeitstagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztiere und Heimtiere, Celle, 2003b, 40-50).

Takarmányeredetű zsírsavak be- és átépülésének vizsgálata nyúl izomban

A takarmányeredetű zsírsavak be- és átépülésének vizsgálatára jelentősen telítetlen (UNSAT, napraforgóolaj), illetve erősen telített (SAT, hidrogénezett növényi olaj) zsírsavösszetételű, 6% nyerszsír tartalmú kísérleti takarmányokat etettünk. Pannon fehér baknyulak 4 hétig UNSAT takarmányt fogyasztottak, majd azt SAT takarmányra váltottunk. A takarmányváltáskor, illetve 1 és 4 héttel később vettünk *m. longissimus dorsi* és vérplazma

mintákat, a zsírsavak, illetve a plazma metabolitok elemzése céljából. A SAT-UNSAT fordított protokollt azonos módon kiviteleztek.

A teljes m.l.d. homogenizátumból extrahált komplex lipidek zsírsavösszetétele igen hatékonyan módosítható volt olyan takarmányokkal, melyek zsírsavprofilja erősen eltérő telítettségű. Növendék nyulakban ez négy hét alatt statisztikailag igazolható mértékben megvalósítható volt. A telített vagy telítetlen zsírsavakkal "prekondicionált" nyulakban a takarmányváltást követő időszakban erős zsírsav átépülés ("remodeling") zajlott. Ebben a periódusban számos zsírsav esetében a beépülési kinetika ("incorporation") lineáris modellel volt jellemezhető, melyet az olajsav esetében pl. az adiposa szövetben sertésben leírtak. A dokozadiénsav (C20:2 n6) jellemzően nem követte a takarmányváltással indukált tendenciát, hanem azzal éppen ellenkező módon változott.

A prekursor-termék zsírsavpárok kapcsolt elemzése (illetve a becsült enzim aktivitás mutatók) egyértelműen jelezték az emlős zsírsav szintézis folyamatait. A sztearát-oleát, linolsav-arachidonsav és a linolénsav-EPA párok eredményei alapján úgy tűnik, a prekursor relatív többlete ("dietary overload") nem okozza a termék zsírsav részarányának növekedését. Ugyanakkor a prekursor relatív hiánya érzékenyen tükröződik a termék-zsírsav arányában. A sztearát-oleát pár esetében, ahol közvetlen az enzimátikus kapcsolat, a $\Delta 9$ deszaturáz aktivitásának fokozódása jelezte az oleát endogén szintézisének aktiválódását. A 8. heti adatok (4 hét SAT + 4 hét UNSAT és fordított kezelés) összevetése során csak a linolsav részarányában találtunk eltérést, ami az izomszövet teljesen reverzibilis befolyásolhatóságára utal- [\(Szabó, A. et al., \(2003\), COST848 WG 4&5, 3rd meeting, 2003.09.26. Prága; Szabó, A. et al. \(2004\), Ital. J. Food Sci. 16, \(1\) 69-77.\)](#).-----

Kísérletünkben a takarmányozási kezelés plazma lipidekre gyakorolt hatását is nyomonkövettük, miután ismert, hogy a vérplazma lipidek igen érzékenyen reagálnak a táplálék zsírsavösszetételének változásaira, azonos energiatartalom esetén is. A plazma összlipid tartalma korfüggő koncentráció-növekedést mutatott mindkét kezeléskombinációban, ami a plazma triglicerid esetében is megállapítható volt. A két kezeléskombinációt összevetve azt tapasztaltuk, hogy a plazma összlipid jelentősebben, míg a triglicerid és koleszterin koncentráció kisebb mértékben volt magasabb telített zsírsavak etetése mellett. A plazma összlipid és összkoleszterin esetében közel-szignifikáns testsúlyhatás volt tapasztalható. Az összkoleszterin koncentrációt a telítetlen takarmányra történő áttérés szignifikánsan, de csak ideiglenesen csökkentette.

Összefoglalva megállapítható, hogy a vázizmok zsírsavprofilja igen hatékonyan befolyásolható a takarmánnyal bevitt zsírsavakkal, ami ugyanakkor teljesen reverzibilis folyamat. Előzetes eredményeink szerint a takarmány hatása olyan mértékű (több zsírsavnál lineáris beépülési, illetve kiürülési kinetika), hogy az nagy pontossággal előrejelezhető. Eredményeink szerint az izomszövet zsírsavprofiljának célzott módosításához 4 hét elegendő, de úgy tűnik, ez az időszak nemcsak rövidíthető, hanem pontosan meg is határozható- [\(Szabó, A. et al., \(2004\), Meat Sci. 67, 427-432.\)](#).

Nem publikált eredményeink szerint a takarmány zsírsavainak szövetekbe való beépülésével kapcsolatban azt tapasztaltuk, hogy nemcsak a beépülés, hanem az átépülés is igen hatékony. Természetesen ez a folyamat a növekedés alatt vizsgálható hatékonyan, amikor is a szöveti hipertrofia kifejezett. Halakban, ahol az egyes szövettípusok növekedési együtthatója közel 1, a zsírsavak inkorporációja az ún. dilúciós modellel (kihígulósos, washout-jellegű modell)

pontosan leírható. A modell alkalmazásával pontosan előrejelezhető, hogy mikorra várható a várakozásnak megfelelő szöveti zsírsavösszetétel. Jelen vizsgálatunkban a dilúciós számítási módszert sikerrel alkalmaztuk a nyúl izmaira is; természetesen a nagyobb zsírtartalmú *vastus lateralis* esetében jobb, míg az igen zsírszegény *longissimus dorsi* esetében gyengébb predikciós mutatókat kaptunk. Eredményeink alkalmasak lehetnek eltérő zsírsavkiegészítések hatásainak pontos előrejelzésére.

A telített és telítetlen zsírsavkiegészítés hatásaira irányuló vizsgálatsorozatban a takarmányozási kezelés mellett rendszeres izomstimulációt is végeztünk. A nyúl *longissimus dorsi* membránlipidjeinek miostimulációra adott reakcióit részletesen elemeztük (Szabó et al., Acta Physiol. Hung., 2005, 92(3-4):193-202.). Azt tapasztaltuk, hogy a telített növényi zsírforrás (margarin), minden bizonnyal transz zsírsavtartalma miatt, igen szokatlan módon befolyásolja a zsírsavak szintézisét. E tekintetben indokoltnak tartjuk a további vizsgálatokat.

Genotípus és takarmányozás kölcsönhatása pulykában

A vizsgálatokat egyidejűleg két különböző genotípussal végeztük. Az egyik egy nagy növekedési teljesítményre képes korszerű import hibrid (B.U.T. Big 6), míg a másik a Magyarországon őshonosnak tekintett és még eredeti állapotában fellelhető bronzpulyka volt. A keltetést követően ivaronként szétválasztott napospipék (hímivar ill. nőivar), összesen 1.650 egyed képezte a vizsgálat induló állományát. A kísérlet célkitűzésével összefüggésben, két különböző takarmányozási programot alkalmaztunk. Az egyik a bronzpulykák hizlalásában a 1960-as években használt összetételű tápsor volt Baintner (1967) ajánlása szerint, míg a másik egy mai értelemben vett korszerű intenzív tápsor (Agrokomplex C.S. Rt.). A kísérleti állatokat 20 hetes korig mélyalmos tartásban neveltük zárt, klimatizált épületben, minden tekintetben azonos feltételek biztosítása mellett.

A szélsőséges pulyka genotípusok és eltérő takarmányozási programok kölcsönhatásának vizsgálata során megállapítottuk, hogy az elmúlt három évtizedben a genetikai tényezők (szelekció) megközelítőleg 30-szor nagyobb hatást gyakoroltak a pulykák testtömeggyarapodására és a filézett melltömeg nagyságára, mint a takarmányozás fejlődése. A takarmányozásnak a pulyka tömeggyarapodására a hizlalás kezdeti fázisában (10 hetes korig) jelentősen nagyobb a hatása (max. 50%), később azonban genetikailag és élettanilag meghatározott kompenzáció érvényesül, mérsékelve a takarmányozás hatását. ~~A hústermelő képességben a szelekció hatására bekövetkezett nagymértékű változások élettani szempontból azzal a következménnyel járnak, hogy a szív tömegének a testtömeghez viszonyított aránya jelentős drámai módon csökkent, ami a pulykahibridek keringési rendszerének teljesítőképeségére rendkívül veszélyes. A jelenség különösen a nagy élőtömeg elérésére képes kakasoknál okoz gondokat. Ez a következő bekezdés végén ismétlődik~~ (Herendy et al., World's Poultry Congress, Istanbul, CD. 1449, 2004; Herendy et al., Acta Agriculturae Slovenija Suppl., 1. 209-213.).

A genotípus és a takarmányozás kölcsönhatásának vizsgálata során a pulyka testarányaiban tapasztalt ~~jelentős megdőbbentő~~ változások készítették bennünket egy olyan kísérlet beállítására, amely vizsgálata kimondottan ennek a kérdésnek a tisztázására, a változások számszerűsítésére és a jelenség következményeinek összegzésére irányult. Miután a témának voltak 1979-ben végzett saját vizsgálati előzményei, ezért pontosan 25 évvel később, 2004-ben azonos metodikai elvek alapján folytatottunk le egy pulyka teljesítményvizsgálatot és próbavágások sorozatát, melynek adatai alapján az alábbi megállapításokat tettük: Az elmúlt 25 év alatt a pulykák 20 hetes kori hizlalási végsúly a hímivarban 6990 grammal (62%-kal),

a nőivarban 3370 grammal (38%-kal) javult, ami 280-135 g/év realizált genetikai előrehaladást jelent a hústermelő képességben. A szelekciós programok változatlanul a legértékesebb testrész a mell súlyának és testen belüli arányának növelésére összpontosítottak, aminek köszönhetően negyed század alatt a kakasoknál 6,7%-kal, a tojóknál pedig 2,5%-kal nőtt a csontos, bőrös mell arány a vágás előtti élősúlyhoz viszonyítva. A mell arányának előbbiek szerinti növelése meglepő módon a comb (2,8-2,3%-os), valamint a másodrendű testrészek (2,0-0,5%-os mértékű) rovására történt. Ugyanakkor a mell testen belüli aránya a bakoknál a 18. élethétől stagnálást, a nőivarban pedig visszaesést mutat azt valószínűsítve, hogy a testarányok megváltoztatásának ~~nem csak kedvező és kedvezőtlen következményei, de~~ biológiai korlátai is vannak. A kockázati tényezőt tekintve egyre inkább aggasztó, hogy a vágóérték javítására irányuló több évtizede folytatott intenzív szelekció a szív tömegének az élősúlyhoz viszonyított arányát kritikus közeli mértékűre változtatta. Vizsgálataink alapján egy mai korszerű, nagy testű típusba tartozó hibrid szív:testtömeg aránya 20 hetes korban csak 57-69 %-át éri el annak az aránynak, amit hasonló korú (24 hetes) bronzpulykánál mértünk. (Sütő *et al.*, VII. Nemzetközi Baromfitenyésztési Szimpózium Kaposvár, 2004. 25-34.; Sütő *et al.*, I. Kaposvári Állat-egészségtani Nap Kaposvár, 2004. 59-65.; Sütő *et al.*, ~~Az intenzív szelekció hatása a pulyka testarányaira.~~ Baromfi ágazat, V. (3) 44-49.)

Pulyka keringési rendszerének és vázizomzatának nem-invasive vizsgálata

Az első lépésben módszertani célú mérések során nagytestű pulyka hibriden kidolgoztuk a szív MRI vizsgálati metodikát, valamint alap adatokat vettünk fel 20 hetes egyedeken a szívteljesítmény jellemzése érdekében. A vizsgálatokat EKG triggerelt gradients echo szív MRI akvizícióval végeztük, altatott állapotban. Első lépcsőben gyors, kétsíkú (*parasagittalis*, *paratransversalis*) tájékozódási célú felvételek készültek a szív mágneses térben való pozíciójának megállapítására. Ezt követően lokalizációs felvételeket készítettünk *parasagittalis*, *paracoronalis* és *paratransversalis* síkokban, azért, hogy meghatározzuk a koordinációs rendszertől eltérően helyeződő szív hossz tengelyét. Ezután, új szekvencia alkalmazásával a szív hossz tengelyére merőlegesen "multislice - multiphase" (sokszeteles-többfázisú) felvételek készültek a szívcsúcstól a bázisig, a szívüregeket lefedve. (Romvári, R. *et al.*, (2004), World Poultry Congress (CD-ROM); Romvári, R. *et al.*, (2004), VII. Nemzetközi Baromfitenyésztési Szimpózium 35-44.)

Részben módszertani célú CT képalkotással bronzpulyka és nagy növekedési kapacitású intenzitású pulyka összehasonlító növekedés-vizsgálatával leírtuk a színhústartalom növelésére, a testarányok megváltoztatására irányuló hosszútávú szelekció hatásait. A pulyka esetében a hústermelőképesség növelésére irányuló szelekció erőteljesebben emelte a mellizomzat tömegét a combok tömegéhez képest, megváltoztatva a teljestest arányait, illetve anatómiai jellemzőit, fokozva ugyanakkor a zsírdepozíciót is. Kísérletünkben arra kerestük a választ, hogy a bizonyos értelemben szelekciós kiindulópontnak tekinthető bronzpulyka és a mai modern nagytestű hibridek növekedésében milyen eltérések detektálhatók. A CT felvételezésre 5, 12, 16 és 21 hetes korban került sor, ivaronként ugyanazon egyedek ismételt vizsgálatával.

A két genotípus közötti testösszetétel különbségek már 5 hetes korban jelentkeztek, majd folyamatosan erősödtek a 21. élethétig. A bronzpulykával szemben a modern hibrid esetében jól érzékelhető az intenzív fiatalkori növekedésre irányuló szelekció hatása, amennyiben a BUT esetében a mell- és a szárnyizomzat aránya mindvégig meghaladta a far-hát, illetve a

combok arányát. Az utolsó vizsgálati időpontban szembetűnő mindkét genotípus igen erős zsírosodása. A térfogatosságot a 16. és 21. élethét között vizsgálva megállapítható, hogy a folyamatosan erősödő zsírdépozíció - különösen bronzpulyka esetében - kiegyenlíti az ezzel ellentétesen változó izombeépülést. ([Andrássy-Baka, G. et al., \(2003\) Arch. Tierzucht. 46, \(1-3\) 285-293.](#))

A kidolgozott szív vizsgálati metodika alapján ivaronként mértük a vázizomzatra vonatkoztatott szívteljesítményt 12, 16 és 20 hetes korban, BUT Big 6 hibriden CT és MRI módszer együttes alkalmazásával. A vizsgált életkor tartományban a bakpulykák balkamrai térfogata mindig nagyobb volt. Tizenkettő és húszhetes életkor között a balkamrai végdiasztolés és végszisztolés térfogat a hímivarban kétszeresére, a nőivarban pedig 1,3-1,5-szörösére növekedett. Ennek megfelelően a verőtérfogat érték folyamatos, korfüggő emelkedést mutatott, amelynek mértéke a hímivarban valamivel nagyobbak bizonyult. Az átlagosan 0.5 ml/kg-os verőtérfogat index érték más madárfajokkal összehasonlítva alacsony. A kacsán (1,6 ml/kg) és galambon (1,97 ml/kg) mért vonatkozó értékek arra utalnak, hogy a genetikai szelekció eredményeként ún. „ülő típusú, kevésbé aktív” (so-called sedentary) madár fejlődött ki.

A szívfrekvencia (HR) és a verőtérfogat szorzatából meghatároztuk a perctérfogat (CO) értékeket (♂ és ♀; 1,33 és 0,93 l/min, 20 hetes életkor). A HR értékek az életkor emelkedésével párhuzamosan, mindkét ivarban csökkentek, ugyanakkor a számított perctérfogathoz fordított tendencia érvényesült, köszönhetően a verőtérfogat szignifikáns növekedésének.

Az MRI vizsgálatokat követően CT felvételezéssel mértük a vázizomzat térfogatát és a testfelszínét. A vizsgált egyedek testsúlya és színhús százaléka megfelelt a nagytestű pulykák normál technológiai értékeinek. Kiemelésre érdemes, hogy az összetett és viszonylag időigényes, ismételt képkalkító vizsgálatok nem gyakoroltak negatív hatást a pulykák növekedésére és testösszetételére. A testsúly és a testfelszín együttes értékelésekor a hőleadó képesség szempontjából kedvezőtlen, statisztikailag igazolható tendenciát írtunk le, amennyiben a madár életkorának előrehaladtával párhuzamosan az emelkedő hőtermeléssel szemben jelentős a relatív testfelszín csökkenés. Elméleti szempontból ez a kedvezőtlen változás társulva a tollazat hőszigetelő hatásával, erősen terheli a légző és a keringési rendszert, így a szívet is. Másfelől, ha a bőr (testfelszín) vérellátása nő, úgy más szövetekben lokálisan relatív oxigénhiány alakulhat ki, amely a pulyka esetében elsősorban a mellizomzatot érinti. Ez utóbbi hatást erősíti az egységnyi szövetfelszínre jutó kapilláris szám, valamint a rost/kapilláris arány korfüggő csökkenése a pulyka *pectoralis superficialis* izmában.

Az MRI és a CT vizsgálatok együttes értékeléséből származó egységnyi CO-ra vonatkoztatott testfelszín értékek tizenkettő és húsz hetes életkor között mindkét ivarban csökkentek (♂ 28,3 és 25,6 dm²/(L*min⁻¹), ♀ 29,6 és 24,4 dm²/(L*min⁻¹)). Általánosságban az egységnyi testfelszínre jutó keringés mérséklődése alapvetően csökkenti a hőleadás képességét. Ez a hatás különösen azért súlyos, mert a folyamatos szelekció eredményeképpen a nagytestű pulykák hőtermelése jelentősen emelkedik.

A hímivarban számított relatív CO értékek (egységnyi CO-ra vonatkoztatott vázizomtérfogatra) rendre meghaladják a nőivar adatait 12 és 20 hetes életkor között (♂ 5,57 és 6,73 dm³/(L*min⁻¹), illetve ♀ 4,98 és 5,6 dm³/(L*min⁻¹)). Az eredmények alapján az látszik, hogy a folyamatos szelekció következtében a vázizomzat beépülés a relatív

perctérfogat növekedéséhez vezet, ami a keringési tartalékok csökkenéseként interpretálható az intenzív hústípusú pulykánál. A leírt jelenség a bakoknál kifejezettebb, jelezve a hímivar nagyobb érzékenységét a *cardiovascularis* rendellenességek iránt. [\(Romvári, R. et al., \(2004\), Poultry Sci. 83, \(4\) 696-700.; Romvári, R. et al., \(2005\), Állattenyésztés és Takarmányozás \(54\) 453-465.\)](#).

A genotípus és a takarmányozás hatása a pulyka egyes élettani jellemzőire

IDE KELLENE LEGALÁBB EGY KIS FELVEZETŐ SZÖVEG

Számos irodalmi adatból ismert, hogy a nagyobb termelésre (pl. hústermelés), vagy szaporaságra irányuló szelekció eredményeként megváltozhatnak az állatok egyes élettani paraméterei (pl. a hízékonyságra történő szelekció hatására nőtt a broiler csirkék táplálékfelvétele). Ezért az eltérő genotípusok vizsgálata során

aAz izom mintavételeket minden esetben vérvétellel is kiegészítettük, és vizsgáltuk az egyes metabolitok koncentrációját, valamint egyes szérumszintjeinek aktivitását. A triglicerid esetében a kelést követően jelentős csúcsot tapasztaltunk. A szérumszint nitrogéntartalmú metabolitjai közül a húgysav igen szorosan követte az etetett takarmány fehérjetartalmát.

A közel három nagyságrendnyi testtömegváltozás során (90 g – 18 kg) a kreatin kináz (CK) enzim aktivitása egy nagyságrenddel nőtt a szérumban (1500 – 25000 IU/L), míg az alkalikus foszfatáz (ALP) aktivitása folyamatos csökkenést mutatott (822 – 324 IU/L). Előbbi eredmény megítélésünk szerint komolyabb izomsejt-membrán sérülésre utal, míg utóbbi a szomatikus növekedés lassulására, a kifejelettkori testméret elérését jelzi. Ezzel párhuzamosan a szérumszint kalcium tartalma is csökkenést mutatott, mely az ALP-zal együtt a másodlagos osszifikáció lassulására utal. A kor előrehaladtával a szérumszint nátrium koncentráció is emelkedő tendenciát mutatott. Érdekes módon a szérumszint laktát dehidrogenáz esetében is tapasztaltunk egyfajta intenzitásemelkedést, mely elmaradt a CK esetében tapasztalttól. Ugyanakkor az intracelluláris enzim szérumszintbeli jelenléte az izom membrán sérülést támasztja alá.

A vérparaméterek egyedfejlődés alatti nyomonkövetése során egy tipikus koraérő (precocial) madár (korai triglicerid csúcs a kelést követően), nagy izomtömeget építő (laktát dehidrogenáz, CK), ugyanakkor a vágásig történő felnevelés végére a kifejelettkori méreteket megközelítő (ALP) madár körvonalazódott. Mérési adataink továbbá az *m. pectoralis superficialis* membrán jelentősebb károsodására utalnak (CK), amellyel, hogy ezen izom membránlipidjeinek fejlődése jelentős eltérést mutat a több faj vizsgálatából származó irodalmi adatoktól. [\(A. Szabó et al., \(2005\), Acta Vet. Hung 53, \(4\) 397-409.\)](#).

~~A hústermelésre szelektált pulyka mellizomzatában, a növekedés alatt kifejezett, allometrikus módszertannal jól leírható változásokat tapasztaltunk. A membránlipidek zsírsavösszetétele általában jellegzetes testtömeg- és anyagesere intenzitás függő sajátosságokat mutat. Amennyiben kis-, illetve nagy tömegű madár fajokat hasonlítottunk össze az izom membránlipidjeinek szempontjából, úgy a kapott eredmény éppen a fordítottja annak, amit a pulyka egyedfejlődése során jelen vizsgálatokban tapasztaltunk. Indokolt lenne ezen jelenség további elemzése, különösen azért, mert nem tudni, vajon ez tisztán a szelekció eredménye-e,~~

~~vagy az egyedfejlődés egy eddig nem vizsgált sajátossága. Áttéve a "hústermelésre irányuló szelekeió eredményeképpen bekövetkező membrán összetétel változások jellemzése pulykában" rész végére~~

A speciális jércetáplálóanyag-ellátottság hatása különböző típusú tojóhibridek főbb értékmérő tulajdonságaira a metabolikus státusz egyidejű nyomon követésével

A vizsgálatok céljára különböző típusú (Hy-Line® Variety W-98 Leghorn típusú, illetve a Hy-Line® Variety Brown középnehéz testű) tojóhibrideket állítottunk be, takarmánykezelésenként és fajtánként 1225 jércét, összesen 4900 állatot. A kísérleti állományt napos kortól a tojóházi áttelepítésig – azaz a 18. élethét betöltéséig – mélyalmos tartásban neveltük, a teszttelep ablaktalan, klimatizált nevelő épületében, minden tekintetben azonos feltételek biztosítása mellett. A vizsgálat célkitűzéseivel összhangban két takarmánykezelést alkalmaztunk, melyek csak a 0-4 hét között etetett speciális összetételű indítótáp adagolásában tértek el egymástól. ~~A kísérleti állomány növekedését, fejlődését az alábbi táblázatban (nincs táblázat) rögzített időbeni ütemezéssel ellenőriztük.~~

~~A tojóhibrid jércék nevelésének kontrolljára a gyakorlat a testtömeg változásának rendszeres ellenőrzését használja. Az általunk kapott kísérleti eredmények szemléletesen mutatják, hogy az elősúly növekedésének háttérében hallatlan fontos belső változások húzódnak meg (ez a mondat szerintem kihagyható ???).~~ Az eredmények alapján megállapítottuk, hogy mai korszerű tojóhibridek – függetlenül a hibrid típusától – a testtömeget tekintve rendkívül érzékenyen reagálnak a nevelés kezdeti időszakában (0-4 hétig) az etetett keverék takarmányok táplálóanyag-tartalmának szintjére. Ugyanakkor a nevelési időszak végén (18. élethétben) a csontos váz fejlődésében csak a középnehéz testű hibrid mutatott statisztikailag értékelhető különbséget a takarmánykezelés hatására, a Leghorn típusú nem reagált ilyen módon. Hasonló a helyzet a szív térfogatát, valamint a máj tömegét és térfogatát tekintve, ugyanis a speciális prestarter táp etetésének következményeként 18 hetes korban csak a középnehéz testű hibrid egyedeinél mértünk szignifikánsan nagyobb értékeket. A petefészkek súlya és a gonadoszomatikus index változása alapján 18 hetes korban statisztikailag is igazolt különbséget ($P < 0,01$) találtunk a prestarter tápot fogyasztó jércék javára függetlenül a genotípustól.

A kapott adatok arra engednek következtetni, hogy a nevelés kezdeti, eltérő táplálóanyag-ellátottságának következményeként a testtömegben mért különbségeket a középnehéz típusú hibrid a csontos váz, a szív- és érrendszer, valamint az ivarszervek intenzívebb fejlődésére fordítja, addig a Leghorn típusú hibrid csak az ivarszervek nagyobb tömegével, fejlettségével igazolta vissza ugyanezt.

A tojástermelési időszakban mért eredmények alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a prestarter táp korai etetésének az élősúlyra és takarmányfelvételre gyakorolt hatása fokozatosan megszűnik a tojástermelés kezdetére. Az egyes szerveket vizsgálva ugyanakkor a középnehéz testű hibrid esetén a májtérfogat és májtömeg tekintetében megmaradt a kezdeti táplálóanyag különbség okozta eltérés, sőt, tendenciáját tekintve megfordult, mivel ebben az esetben a kontroll csoporté volt a nagyobb érték a tojóperiódus végén. Ez arra enged következtetni, hogy a speciális prestarter tápot fogyasztó csoport mája kevésbé zsírosodik el a termelés végére. Az egy tojóra jutó tojástermelést tekintve ketreces tartásban a speciális prestarter táp hatása markánsabban érződött, mint a zárttéri alternatív tartásban. Elsősorban vedletés nélküli, nyújtott tojástermelési időszak esetén lehet előnyös az élet első heteiben a

speciális prestarter táp használata, mert a 642 napos korig mért tojástermelés többletet 4-8 tojáshoz találtak tojónként az ilyen tápot fogyasztó csoportok esetében. (Gyenis J. *et al.* VII. Nemzetközi Baromfitenyésztési Szimpózium Kaposvár 2004., 45-53.; Gyenis J. *et al.*, Baromfi ágazat, V. (1) 38-43.; Gyenis J. *et al.*, Acta Agraria Kaposváriensis. 2006. 10, /in press/; Gyenis J. *et al.*, Állattenyésztés és Takarmányozás. Vol. 2006. /in press/).

A Leghorn típusú, könnyű és középnehéz testű tojók testösszetételének in vivo CT vizsgálata (12, 14, 20, 25, 30 és 52 hetes életkorban genotípusonként 10-10 egyed felvételezésével), melynek során a pixelek röntgensugár elnyelődési értékeiből számított HU index alapján adtuk meg a test zsírtartalmát, valamint az ezt követően elvégzett ~~végrehajtott~~ próbavágások és teljestest kémiai analízisek az alábbi következtetések levonását tették lehetővé.

A számított index értékek 12, 14, 20, 25, 30 és 52 hetes életkorban a következőképpen alakultak: 0,228; 0,215; 0,294; 0,296; 0,324; 0,392 (Leghorn), illetve 0,228; 0,22; 0,268; 0,338; 0,356; 0,404 (középnehéz). A két genotípus zsírtartalma között a 25. és a 30. héten szignifikáns volt a különbség. A zsírszövet beépülésének 3 dimenziós hisztogramokon alapuló összehasonlításakor, 20 hetes életkorban a Leghorn típusú egyedek ivarszerveinek térfogata jelentősen meghaladta a középnehéz típusú állományét, jelezve ezzel a Leghorn típus tojástermelésének korábbi indulását. Az 52. héten a középnehéz állomány abdominális zsírtartalma jelentősen meghaladta a könnyű testű genotípusban mért értéket. A teljestest zsírtartalom meghatározását PLS regresszióval végeztük a pixel gyakorisági értékek alapján. A becslés pontossága, genotípustól függetlenül elérte az $r=0,98$ -as értéket (SEP=1,23%). (Gyenis J. *et al.*, Acta Agraria Kaposváriensis. 2006. 10, Kaposvár /submitted in press/). submitted?

A fenti állományból összehasonlító vizsgálatokat végeztünk a teljes test kémiai összetétel és a szérumbiokémiai paraméterek alapján, sorozatos mintavételre alapozva. A vizsgálatokba 5-5 madarat vontunk be genotípusonként 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 18, 20, 25, 30, 52 és 72 hetes korban.

A csoportok testtömegében a 20. héttől genotípussal összefüggő különbség mutatkozott. A test kémiai összetételét illetően a szárazanyag-tartalom azonos volt, míg a nyersfehérje-tartalom a Leghorn típus esetében magasabb értéket mutatott a 3., 8., 10. héten és a 18. héttől. A nyerszsírtartalom magasabb volt a középnehéz testű állományban (8., 10., 25., 30. héten). A szérumbiokémia teljes fehérje- és albumintartalma enyhén növekedett, míg a kreatinin koncentráció mindkét genotípusnál csökkenő tendenciát mutatott, mindamellett, hogy a középnehéz testű típus mindvégig magasabb értéket képviselt. A tojótápra való áttérés hatására a triglicerid koncentráció a 14. héten erős növekedést mutatott, mely összhangban volt a teljes és HDL koleszterin koncentráció növekedésével. A Leghorn típus szérumbiokémia HDL koleszterin koncentrációja mindvégig alacsonyabb értéket képviselt. A szérumbiokémia nátrium koncentrációja a test szárazanyag tartalmával együtt növekvő tendenciát mutatott ($R^2=0,914$; $P<0,001$; $n=115$). A leghorn-Leghorn típusban minimálisan magasabb kalcium koncentrációt mértünk. A γ -GT aktivitás mindvégig magasabb volt a középnehéz testű típusnál, jelezve ezzel a máj gyengébb adaptációs képességét a csúcstermeléshez. Az összes változó bevonásával elvégzett diszkriminancia analízis a két genotípust 94,4%-os biztonsággal elkülönítette. (Gyenis J. *et al.*, Arch. Tierzucht, 2006. 49. /submitted in press/). submitted?

A tojástermelési ciklust követően, állatkímélő módon az állomány egy részét vedlettük. A 12 napos vedletést 3 hetes regenerációs periódus követte. A vizsgálat során CT felvételezéssel mértük a szöveti összetételt. Száz százaléknak tekintve a kiindulási állapotot a vedletés 6., illetve 12. napján a zsírdepók, a hasúri szervek és az izomszövet térfogata 52.5, 59.7 és 85 %-ra, illetve 29.5, 43.5 és 77.9 %-ra csökkent. A háromhetes regenerációs szakaszt követően az előbbi értékek 89.6, 100.1 és 86.1 %-nak adódtak. A teljestest összetételre vonatkozó eredmények szerint a 12 nap alatt bekövetkezett 21.6 %-os testsúly veszteséssel mellett a zsírtartalom közel háromnegyede (70.5 %) felhasználódott. A regeneráció során a folyamat közel reverzibilisnek bizonyult, a belső szervekben mért 56.5 %-os csökkenést teljes regeneráció követte. A legkisebb térfogat változást az izomszövetnél mutattuk ki, egyben itt volt a legalacsonyabb mértékű a regeneráció. (Szabó, A. et al., (2004), VII. Nemzetközi Baromfityenyészési Szimpózium 55-66.; Romvári, R. et al., (2005), Arch. Geflügelkd. 69 (6) 245-251.).

Párhuzamos mintavételezéssel leírtuk a máj- és szív lipidjeinek változását a vedletés alatti energia deficit hatására. Megállapítottuk, hogy a májbeli zsírsavak oxidációja (és peroxidációja) jelentősen meghaladja a szívre vonatkozó értéket. Ezzel bizonyítottuk a máj kardioprotektív hatását. (Szabó, A. et al. (2005), Poultry Sci. 84, (1) 106-12.).

A hústermelésre irányuló szelekció eredményeképpen bekövetkező membrán összetétel változások jellemzése pulykában

A mellizomzat lipidjeinek vizsgálata

A rendkívül intenzív, hústermelésre irányuló szelekció a pulyka mellizomzatban komoly, miopathia jellegű változásokat idézett elő. Ezen változások mind a *pectoralis profundus* (mpp), mind pedig a *pectoralis superficialis* (mps) izmokat érintik, és az ún. “deep pectoral myopathy” és “focal myopathy” tünetcsoport formájában jelentkeznek. A két izom között a rostösszetételben mutatkozik bizonyos eltérés, amennyiben a mpp vörösebb jellegű, intenzívebb zsírsav oxidációval jellemezhető izom.

Munkánk során a posztembrionális fejlődés (3. nap, 8., 12. 16. és 20 hét) öt időpontjából származó izomminták (mpp és mps) membránlipidjeinek részletes elemzését végeztük el, oszlopkromatográfiás és kapilláris gázkromatográfiás módszertannal. A két izom membránlipidjeinek összetételbeli változásait az ontogenezis során varianciaanalízissel és allometrikus analízissel elemeztük, miután ismert a mellizom membránlipidek és a testtömeg igen erős összefüggése. A mps tömege esetében lineáris tömegnövekedést tapasztaltunk (mps tömeg = 0,2787 * testtömeg – 123,67; R²=0,9935, P<0.001).

A triglicerid frakció elemzése a növekedés szemszögéből nem tűnt indokoltnak. Bár a zsírsavprofil minden időpontban meghatároztuk, azt elsősorban a takarmány befolyásolta, a testtömeg hatását pedig a statisztikai elemzés sem erősítette meg.

A foszfolipidekkel kapcsolatos eredményeink alapján a mpp és a mps membránlipidek zsírsav összetétele gyakorlatilag nem függ a takarmány zsírsav összetételétől, ugyanakkor jelentős kor-, illetve testtömeg függést mutat. A két vizsgált izom között minden mintavételi időpontban jelentős eltéréseket bizonyítottunk, főleg az n3, mind pedig az n6 zsírsavcsoportok alkotóiban. Igen érdekes, újszerű eredmény, hogy a két vizsgált izomban a membránlipidek egyes zsírsavainak beépülési és kiürülési kinetikája igen nagy hasonlóságot

mutat. Ez különösen érdekes, ha figyelembe vesszük, hogy a két izom anyagcsereje mutat bizonyos eltéréseket.

A két izom membránlipidjei összesen 62-63 % telítetlen zsírsavat tartalmaztak, mely enyhe emelkedést mutatott a felnevelés folyamán (mps és mpp allometrikus együtthatói: $B=0,026$ és $0,031$). A telítetlenség fokozódását a 20-22 szénlánc-hosszúságú többszörösen telítetlen zsírsavak arányának emelkedése okozta ($B=0,035$ és $0,072$). Mindkét izom n3 zsírsavaiban a legtelítetlenebb n3 zsírsav, a dokozahexaénsav dominált (10-14%), míg az n6 csoportban a legkevésbé telítetlen linolsav (17-20%). Újszerű eredménynek tekinthető, hogy a membránlipidekben az n3 zsírsavak szintetikus folyamatában a végtermék zsírsav dominál, míg az n6 láncolatban a kiindulási alapanyag. A két zsírsavcsoport az egyedfejlődés során a mpp-ban ellentétes, míg a mps-ban hasonló beépülési tendenciát mutatott. Összességében igen érdekes eredmény, hogy a növekvő testtömeggel párhuzamosan a membránlipidek telítetlensége is fokozódott, melyet a telítetlenségi index (telítetlen kötések száma 100 zsírsavmolekulában) pozitív allometrikus kitevője is alátámaszt ($B=0,026$ és $0,028$).

A mps membránlipidjeinek összetételében több zsírsav is az irodalmi adatokkal megegyező allometrikus kitevőnek megfelelően épült be [$C14:0$ ($B=-0,178$), $C18:1$ n9 ($B=0,035$), monoén zsírsavak ($B=0,015$)], míg az n3 zsírsavak esetében domináns dokozahexaénsav, irodalmi adatokkal ellentétesen, pozitív együtthatóval volt jellemezhető ($B=0,09$). A mps-nál jelentősen kisebb tömegű mpp esetében nem tapasztaltunk eltérést az n6 – n3 egyensúlyban – itt kompetitív kinetikát sikerült kimutatnunk: (Szabó A. *Et al.*, (2006), *Acta Biologica Hungarica*, 57 (2) 165-180.).

A hústermelésre szelektált pulyka mellizomzatában, a növekedés alatt kifejezett, allometrikus módszertannal jól leírható változásokat tapasztaltunk. A membránlipidek zsírsavösszetétele általában jellegzetes testtömeg- és anyagcsere-intenzitás függő sajátosságokat mutat. Amennyiben kis-, illetve nagy tömegű madár fajokat hasonlítunk össze az izom membránlipididek szempontjából, úgy a kapott eredmény éppen a fordítottja annak, amit a pulyka egyedfejlődése során jelen vizsgálatokban tapasztaltunk. Indokolt lenne ezen jelenség további elemzése, különösen azért, mert nem tudni, vajon ez tisztán a szelekció eredménye-e, vagy az egyedfejlődés egy eddig nem vizsgált sajátossága.

A tejtápláltság, az elválasztás, valamint egyes pro- és prebiotikumok hatása a tápcsatorna fejlődésére és egyes emésztésélettani paramétereire

A tápcsatorna fejlődését befolyásoló tényezők közül nyúlban vizsgáltuk a korai elválasztás, a kétszeri szoptatás, az antibiotikum mentes takarmány, valamint két természetes alapanyagú hozamfokozó készítmény hatását.

A két anyával nevelt kisnyulak gyorsabban növekedtek, mint az egyszer szoptatott társaik. A választásig elért súlyfölényüket a hízalás végéig megtartották. A kétszeri szoptatást követő korai elválasztás azonban törést okozott az állatok növekedésében, melyet a későbbiekben nehezen, csak hosszabb idő alatt tudnak kompenzálni. (Kovács és mtsai, Magyar. Állatorv. Lapja, 2003. 125. 600-607.)

Az egy anyával nevelt, korán (21 napon) elválasztott nyulak, megfelelő összetételű és táplálóanyag tartalmú gyógyszermentes tápon is felnevelhetők voltak, a mortalitás jelentősebb növekedése nélkül. Az antibiotikum tartalmú táp etetése csökkentette ugyan az elhullások

mértékét, de kisebb testtömeg-gyarapodást eredményezett. (Kovács és mtsai, 15. Nyúlteny. Tud. Nap, 2003. 97-104.)

A gyomortartalom pH értéke megszületést követően 5-6 között volt, majd az elválasztás után alakul ki a kifejlett állatra jellemző <2 érték. A két anyával nevelt nyulakban hosszabb ideig maradt meg a magasabb pH érték. A pH az elválasztás időpontjától, és ezzel összefüggésben a szilárd takarmány fogyasztására történő áttérés sebességétől függő ütemben csökkent, így a korai elválasztás már a 21. nap után alacsony (2 alatti) pH értéket eredményezett.

Eredményeink alapján megállapítható volt, hogy a szacharáz aktivitás az egyes vékonybél szakaszokban nagyjából megegyezett, míg a laktáz, a maltáz és a trehaláz aktivitása a vékonybél középső és distalis szakaszaira volt jellemző. A laktáz aktivitásának alakulását befolyásolta az elfogyasztott tejmenyiség, azaz a kétszeri szoptatás magasabb aktivitást, a 35 napos elválasztás pedig tartósabb aktivitást eredményezett. A korai elválasztás valamivel magasabb szacharáz, maltáz és trehaláz aktivitást okozott.

A vakbél tartalom pH értéke megszületést követően csökkent, és az elválasztás után kialakult a kifejlett állatra jellemző érték (6-6,6). A csökkenés a kétszer szoptatott nyulakban lassabban következett be. A magasabb rosttartalmú takarmány, valamint a gyógyszeres táp fogyasztása szintén magasabb pH értéket eredményezett. (Kovács és mtsai, Magy. Állatorv. Lapja, 2003. 125. 661-667.)

Kísérleteinkben a vakbél főflóráját adó bacteroidesek száma nem függött a tejtáplálástól, nem mutatott eltérést az egyszer illetve kétszer szoptatott nyulakban, az elválasztás időpontja sem befolyásolta szignifikánsan. Az aerob összcsíraszám alakulására sem a tejtáplálás, sem az elválasztás nem volt szignifikáns hatással. Ezek mennyiségét úgy tűnik, hogy elsősorban az állat életkora határozza meg.

A lactobacillusok, coliformok és streptococcusok száma házinyúlban az élet első hetében 10^2 - 10^8 között lehet, majd lassan „eltűnnek”, számuk 100 alá csökken. A kétszeri szoptatás magasabb lactobacillus és coliform számot eredményezett.

A kétszeri szoptatás az elválasztást megelőző időszakban a vakbél tartalomban alacsonyabb össz-illózsírsav (tVFA) és ecetsav, míg magasabb propionsav tartalmat eredményezett. A gyógyszeres táp etetésekor az elválasztást követően magasabb volt a tVFA-n belül a propionsav aránya, míg a gyógyszermentes táp etetésekor a vajsav aránya volt nagyobb. (Kovács és mtsai, 8th World Rabbit Cong., 2004. 1097-1102.; Kovács és mtsai, 8th World Rabbit Congr., 2004. 1091-1096.; Kovács és mtsai, 16. Nyúlteny. Tud. Nap, 2004. 27-33.; Kovács és mtsai, Magy. Állatorv. Lapja, 2003. 125. 661-667., Lukács és mtsai, 18. Nyúlteny. Tud. Nap, 2006. 139-145.)

~~A korai (21 napos) elválasztáskor az egyes emésztés-élettani paraméterekben mutatkozó átmeneti (és általában nem szignifikáns) változások gyógyszermentes táp fogyasztáskor sem vezettek emésztőszervi problémák kialakulásához.~~

A vizsgált természetes alapanyagú kiegészítő takarmány a benzoquinon hatóanyag tartalmú, fermentált búzacsíra, IMMUNOVET-HBM volt. Kedvező hatásának hátterében igazoltuk a vizsgált emésztő enzimek (tripszin, lipáz, amiláz) aktivitásának fokozódását, valamint a bélflóra stabilizálását és a fermentáció kedvező irányú alakulását. (Kovács és mtsai, Az Állatok egészséges felnevelése és a biztonságos élelmiszer előállítás, Budapest, 2003. november 14.; Kósa és mtsai, 8th World Rabbit Congr., 2004. 1086-1090.; Kovács és mtsai, 16. Nyúlteny. Tud. Nap, 2004. 33-39.; Kósa és mtsai, 16. Nyúlteny. Tud. Nap, 2004. 39-45.)

~~A húsnyúl előállítás során a felnevelési veszteség nagyrészt az emésztőkészülék megbetegedésére és az abból eredő elhullásokra vezethető vissza. A veszteségek csökkentése érdekében jelentős az antibiotikum felhasználás, amely viszont élelmiszerbiztonsági, humán-egészségügyi szempontból rendkívül aggályos.~~

A házinyúl emésztésében a vakbélflóra és a vakbélben zajló fermentációs folyamatok kulcsszerepet játszanak. Ennek ellenére a nyulak bélflórájának kialakulása és összetétele kevésbé ismert, mint más gazdasági, vagy laboratóriumi állatfajoké. Az emésztési zavarok és megbetegedések kialakulásában közvetlenül vagy közvetve, egyéb kórokok mellett a bélflóra egyensúlyának felborulása (dysbiosis) is szerepet játszik. A fellépő emésztőszervi betegségek akár az állomány 30-50%-os elhullását is okozhatják és a gyógyult állatok teljesítménye is lényegesen csökken.

~~Az antibiotikumok kiváltásának egyik lehetősége a probiotikumok alkalmazása. A probiotikumokra vonatkozó legújabb meghatározás szerint ezek olyan életképes mikroorganizmusokat tartalmazó anyagok, amelyek a bélflóra összetételének optimalizálásával biztosítják a tápcsatorna egészséges és fiziológiás működését. Hatásuk sokrétű, ezek közül a legfontosabbak: kompetitív antagonizmus révén megakadályozzák a kórokozó mikroorganizmusok kolonizációját; szerves savakat (tejsav, illó zsírsavak) termelnek, csökkentik ezáltal a chymus pH-ját, kedvezőtlen feltételeket teremtve a kórokozóknak; antibiotikus (bakteriocinok pl. acidofilin és nizin) és baktericid anyagokat (hidrogén peroxid) termelnek; serkentik a nem specifikus immunválaszt. A kórokozókkal szembeni védelem közvetlenül, a tápcsatorna egészségének megőrzése révén termelést javító hatású. Vannak olyan előnyös hatásaik is, amelyek közvetlenül javítják a táplálóanyagok hasznosíthatóságát, így: enzimeik révén javítják a szénhidrátok (rost) emésztését, visszaszorítják a fehérje-fogyasztó baktériumokat, aminosavakat és vitaminokat szintetizálnak.~~

A Toyocerin élő spórák *Bacillus cereus* (var. *toyoi*) baktérium törzset tartalmaz, amelyet eddig kocák, sertések (minden életkorban), borjak (6 hónapos korig), hízómarhák, tojótyúk és brojler csirkék takarmány kiegészítőjeként regisztráltak. A készítményekkel végzett kísérletekben a legtöbb esetben a vékonybélben a *Lactobacillus*ok számának emelkedését, míg a vastagbélben a *Coliform*ok számának csökkenését tapasztalták. Termelést fokozó hatásával kapcsolatban legtöbb eredmény sertésekre vonatkozóan áll rendelkezésre.

~~Nyúlban lényegesen kevesebb információ áll rendelkezésünkre az alternatív hozamfokozó készítmények emésztés-élettani hatásairól. Vizsgálták pro- és prebiotikumoknak a bélflóra összetételére és az állat egészségi állapotára gyakorolt hatását. Szuboptimális tartási és higiéniai körülmények között kimutatták az élesztő kedvező hatását. A más állatfajban elterjedten alkalmazott tejsavtermelő baktériumoknak nem volt jelentős hatása nyúlban. *Bacillus* törzsekkel végzett kísérletek meglehetősen ellentmondásos eredményeket adtak. Vannak olyan eredmények, amelyek a *Bacillus cereus* var. *toyoi* pozitív, termelést-növelő hatásáról számolnak be.~~

Még nem publikált kísérletünk célja annak meghatározása volt, hogy az antibiotikumok kiváltására feltételezhetően alkalmas probiotikumok közül a *Bacillus cereus* (var. *toyoi*) milyen hatással van a nyulak vakbélflórájának összetételére a választás körüli időpontban.

A kísérletbe Pannon Fehér anyanyulakat és azok almait állítottuk be. Az anyanyulak egy csoportjával antibiotikum mentes (coccidiostatikumot tartalmazó) alaptápot (**K**) etetünk, míg az anyanyulak másik csoportjának takarmányát 200 ppm Toyocerinrel egészítettük ki (**T**).

A két csoport anyáinak átlagos születési súlyú kisnyulait nyolcas almokra osztottuk kiük, és ezekből 2-2 csoportot alakítottunk ki, egy probiotikum és antibiotikum mentes alaptápot (**K**), és

egy 200 ppm Toyocerinnel kiegészített tápot (T) fogyasztót. Azaz, a Toyocerint fogyasztó (T), illetve nem fogyasztó (K) anyától származó kisnyulak két-két csoportot alkottak, aszerint, hogy takarmányuk tartalmazott-e kiegészítést (TT, KT), vagy nem (TK, KK).

A kísérleti csoportokat 11 alom kontroll (K) és 14 alom kezelt (T) anya és almai adták. Az állatok elválasztása a 28. napon történt.

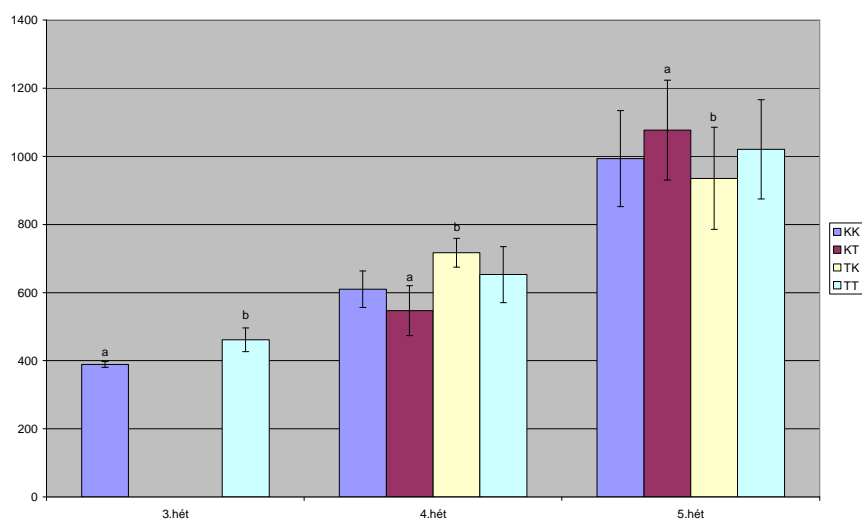
~~A kísérlet ideje alatt folyamatosan figyelemmel kísértük az állatok egészségi állapotát. A morbiditási és mortalitási adatokat feljegyeztük. 17-42 napos kor között hetente mértük a takarmányfogyasztást (alom/hét) és a testtömeg gyarapodást.~~

~~A vizsgálati időpontokban (22., 29. és 36. napon) csoportonként 6 állatot CO₂-os túllaltatást követően leöltünk és elvéreztettünk, majd a tápcsatorna kiemelése és az egyes szakaszok (gyomor, vékonybél, vakbél és remese) elkülönítése után megmértük a gyomor és béltartalom pH-értékét, és mintát vettünk a vakbélből a vakbélflóra összetételének meghatározása céljából.~~

Az eredmények értékelésénél figyelembe kell venni, hogy a 3. héten, azaz az elválasztás előtt, csak az anyanyulak két csoportja volt adott. A kisnyulak paraméterei tehát alapvetően az anyák Toyocerin ellátásának hatását tükrözik. A 29. napi mintavétel (4. hét) 1 nappal a választás után történt, itt már az eredményeket befolyásolta az is, hogy a 21. naptól már jelentősebb volt a kisnyulak szilárd takarmány fogyasztása, mégpedig az anya tápjából.

Az anya tápjának Toyocerin kiegészítése szignifikánsan javította a kisnyulak testtömeg gyarapodását (1. ábra). Ez a 21. napig a feltehetően jobb tejellátásnak volt köszönhető. A testtömegben kialakult különbség a 28. napon is megmaradt. A T anyák utódainak (TK, TT) súlya nagyobb volt, mint a K anyáké (KK, KT). A kezdeti előny mellett ebben további tényező lehetett az anyatápjában lévő Toyocerin, amelyet a kisnyulak is el kezdtek fogyasztani. Az 5. hétre a választás után a Toyocerin tartalmazó tápot fogyasztó nyulak (KT, TT) növekedése volt a legnagyobb.

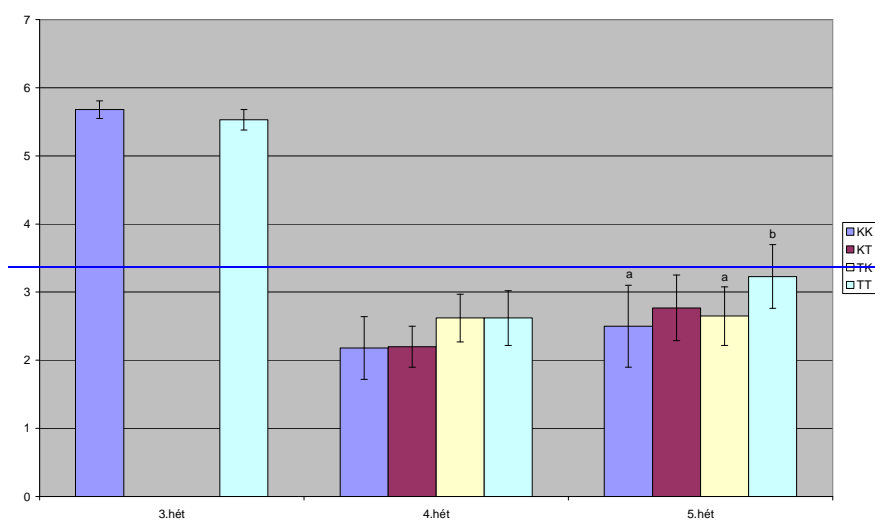
1. ábra: A testtömeg (g) alakulása



a,b szignifikáns különbség csoportok között ($P < 0,05$)

A gyomor pH-ja a választás előtt 5 körül van, a szilárd takarmány fogyasztásának megkezdését követően fokozatosan csökken, 2-3 körüli értékre, majd az elválasztás után alakul ki a kifejlett állatra jellemző < 2 érték. A 4. héten a T anyától származó nyulak (TK, TT) gyomor pH-ja nem szignifikánsan ugyan, de magasabb volt (~~2. ábra~~). Csoportok közötti szignifikáns eltérést csak az 5. héten találtunk, amikor az elválasztás után is Toyocerint fogyasztó nyulakban (TT) a pH magasabb volt, mint a végig kiegészítés nélküli tápot fogyasztókban (KK). Úgy tűnik tehát, hogy a probiotikum kiegészítés magasabb gyomor pH-t eredményezett.

2. ábra: A gyomor pH alakulása



a,b szignifikáns különbség csoportok között ($P < 0,05$)

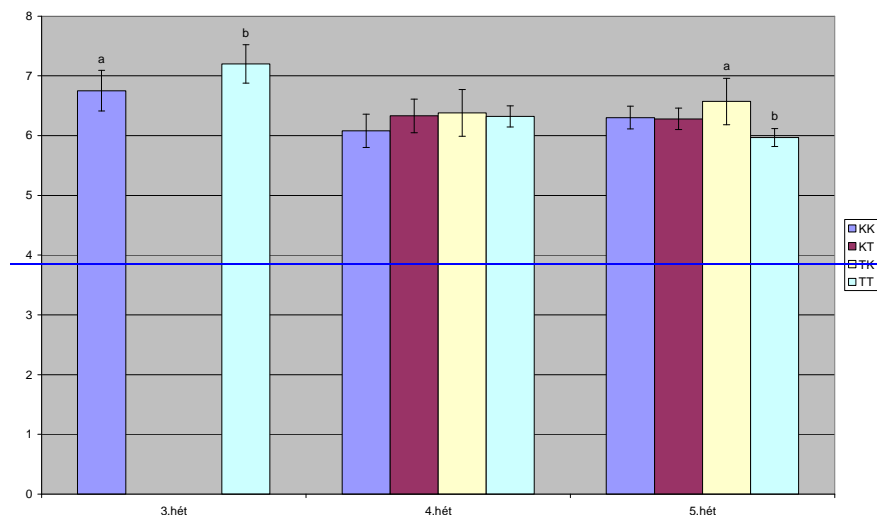
A vakbél pH-ja a választás előtt 7 körül van, majd a szilárd takarmány fogyasztásának megkezdése után csökken, választás utáni értéke 6 körüli. Kísérletünkben a választást megelőzően a T anyák nyulaiban volt magasabb a pH, a különbség a 4. hétre eltűnt, majd az 5. héten a TT csoportban volt a legalacsonyabb (3. ábra). A 21. napon mért magasabb pH oka a magasabb tejfogyasztás lehetett.

A vakbélflóra összetételére vonatkozó adatokat a 2. táblázatban foglaltuk össze. Korábbi saját eredményekkel és más irodalmi adatokkal megegyezően a választás előtt magasabb aerob összcsíraszámot mértünk, mint a választás után. A 35. napra kialakult csíraszám a fiziológias határok között mozgott, bár a TT csoport CFU értéke szignifikánsan magasabb volt, mint TK csoporté.

A főflórát alkotó bacteroidesek száma és számuk alakulásának tendenciája szintén megegyezik a korábban tapasztaltakkal. Választás előtt számuk valamivel magasabb, majd az cökotrófia intenzívvé válásával kismértékben csökken. A 29. napon mért különbségek a 35. napra eltűntek, azaz a választás utáni probiotikum kiegészítés nem befolyásolta számottevően a bacteroidesek számát.

A legszembetűnőbb változást a coliformok számának alakulásában tapasztaltuk. Mint látható, a K anya nyulaiban szignifikánsan magasabb volt a számuk a 21. napon. A különbség a 29. napra eltűnt, majd az 5. héten a Toyocerin kiegészítés mindkét csoportban (KT, TT) szignifikánsan alacsonyabb coliform számot eredményezett. A TK csoportban tapasztalt 10^3 - 10^4 nagyságrend fiziológiasnak tekinthető, a KK csoportban mért 10^5 körüli nagyságrend - bár emésztőszervi tüneteket még nem okozott - rizikófaktornak tekinthető.

3. ábra: A vakbél pH-jának alakulása



^{a,b} szignifikáns különbség csoportok között ($P < 0,05$)

2. táblázat: A vakbélflóra összetétele

Csoportok	Életkor (nap)		
	21.	29.	35.
<i>Aerob összcsíraszám (CFU log10/g chymus)</i>			
KK	6,7 ± 0,7	4,6 ± 0,9 ^a	4,6 ± 0,7 ^{ab}
KT		5,6 ± 1,1 ^b	4,5 ± 0,4 ^{ab}
TK		4,5 ± 0,7 ^a	4,0 ± 0,4 ^a
TT	6,3 ± 0,9	4,5 ± 0,6 ^a	5,0 ± 0,8 ^b
<i>Bacteroidesek (CFU log10/g chymus)</i>			
KK	10 ± 0,2	8,9 ± 0,6 ^{ac}	8,7 ± 0,5
KT		9,6 ± 0,4 ^b	8,7 ± 0,3
TK		9,5 ± 0,3 ^{bc}	9,1 ± 0,8
TT	9,8 ± 0,5	9,0 ± 0,5 ^c	8,8 ± 0,3
<i>Coliformok (CFU log10/g chymus)</i>			
KK	5,9 ± 1,1 ^a	3,0 ± 0,1	5,0 ± 0,0 ^a
KT		3,0 ± 0,3	2,0 ± 0,1 ^b
TK		3,0 ± 0,2	3,3 ± 0,3 ^c
TT	4,3 ± 1,5 ^b	3,0 ± 0,1	2,0 ± 0,0 ^b

^{a,b,c} szignifikáns különbség csoportok között (P<0,05)

~~A vakbélflóra összetételére vonatkozó adatokat a 2. táblázatban foglaltuk össze. Korábbi saját eredményekkel és más irodalmi adatokkal megegyezően a választás előtt magasabb aerob összcsíraszámot mértünk, mint a választás után. A 35. napra kialakult csíraszám a fiziológiás határok között mozgott, bár a TT csoport CFU értéke szignifikánsan magasabb volt, mint TK csoporté.~~

~~A főflórát alkotó bacteroidesek száma és számuk alakulásának tendenciája szintén megegyezik a korábban tapasztaltakkal. Választás előtt számuk valamivel magasabb, majd az eöktrofia intenzívvé válásával kismértékben esökken. A 29. napon mért különbségek a 35. napra eltűntek, azaz a választás utáni probiotikum kiegészítés nem befolyásolta számottevően a bacteroidesek számát.~~

~~A legszembetűnőbb változást a coliformok számának alakulásában tapasztaltuk. Mint látható, a K anya nyulaiban szignifikánsan magasabb volt a számuk a 21. napon. A különbség a 29. napra eltűnt, majd az 5. héten a Toyocerin kiegészítés mindkét csoportban (KT, TT) szignifikánsan alacsonyabb coliform számot eredményezett. A TK csoportban tapasztalt 10^3 - 10^4 nagyságrend-fiziológiásnak tekinthető, a KK csoportban mért 10^5 körüli nagyságrend – bár emésztőszervi tüneteket még nem okozott – rizikófaktornak tekinthető.~~

Összefoglalva megállapítható, hogy a Toyocerin kiegészítés javította a kisnyulak testtömeg gyarapodását. Más állatfajban tapasztaltakhoz hasonlóan a bélflóra összetételében a coliform baktériumokra hatott, számukat csökkentette, míg a főflórát alkotó bacteroidesek számát nem befolyásolta számottevően.