

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

SZABÓ-SÁRVÁRI LORETTA CSILLA

MOSONMAGYARÓVÁR

2026

**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM
ALBERT KÁZMÉR MOSONMAGYARÓVÁRI KAR
ÁLLATTUDOMÁNYI TANSZÉK**

**WITTMANN ANTAL NÖVÉNY-, ÁLLAT- ÉS ÉLELMISZER-
TUDOMÁNYI MULTIDISZCIPLINÁRIS
DOKTORI ISKOLA**

UJHELYI IMRE ÁLLATTUDOMÁNYI DOKTORI PROGRAM

DOKTORI ISKOLAVEZETŐ:
PROF. DR. VARGA LÁSZLÓ, DSc
EGYETEMI TANÁR

PROGRAMVEZETŐ:
PROF. DR. SZABÓ FERENC, DSc
EGYETEMI TANÁR

TÉMAVEZETŐK:
PROF. DR. BALI PAPP ÁGNES
NY. EGYETEMI TANÁR
DR. TEMPFLI KÁROLY
EGYETEMI DOCENS

**KÍSÉRLETI TOJÓTYÚK ÁLLOMÁNYOK TERMELÉSÉNEK,
VISELKEDÉSÉNEK, ÉS EGYES GÉNEK POLIMORFIZMUSÁNAK
ÉS EXPRESSZIÓJÁNAK ÉRTÉKELÉSE**

KÉSZÍTETTE:
SZABÓ-SÁRVÁRI LORETTA CSILLA

MOSONMAGYARÓVÁR
2026

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

A modern állattermék-előállításban az állatjóllét egyre fokozódó hangsúllyal jelenik meg. A magas szintű állatvédelem és állatjóllét biztosítása a pozitív fogyasztói megítélés elérésének és a hatékony termelés fenntartásának egyaránt elengedhetetlen feltétele az Európai Unióban. A tojótyúkok társas viselkedésének jelentősége a fogyasztói szempontból egyre inkább preferált alternatív, ketrec nélküli tartástechnológiai változatok terjedése révén felértékelődhet a szelekciós programokban, mint az állatjóllétet alapvetően meghatározó tényező. A szociális viselkedés genetikai hátterének vizsgálata értékes eredményekkel segítheti a célzott szelekciót a tenyésztési munkában, továbbá hozzájárulhat azon okok megismeréséhez, amelyek káros viselkedésformák kialakulásához vezethetnek.

1.1. Célkitűzések

Termelési értékmérő tulajdonságok vizsgálata

Céлом volt, hogy a Bábolna TETRA Kft. által biztosított kísérleti tojótyúk állományokban (P1, P2, P3) felmérjem az alomtojások arányának és a tojástermelési intenzitásnak az alakulását a termelési időszak alatt (20-52. élethét között).

A különböző populációk viselkedésformáinak kvantitatív elemzése

Céлом volt a tojótyúkok különféle viselkedésmintáinak rögzítése és statisztikai összehasonlítása. Külön figyelmet fordítottam arra, hogy megállapítsam, mely viselkedési jellemzők lehetnek leginkább alkalmasak arra, hogy elkülönítsük az egyes tojótyúk csoportokat.

A viselkedési jellemzők, az élősúly, és a tollhiány közötti korrelációk meghatározása

A kutatás célja a viselkedési mintázatok (pl. agresszió, komfortviselkedések) és egyes fenotípusos jellemzők (élősúly, tollhiány) közötti statisztikai összefüggések azonosítása.

A *PRL* és a *SORCS2* gén polimorfizmusának jellemzése különböző genotípusokban

Célom volt a prolaktin (*PRL*) gén 24 bázispáros inzerció-deléciójának, valamint a sortilin-kapcsolt VPS10 domént tartalmazó receptor 2 (*SORCS2*) gén intron régiójában található C/T polimorfizmusnak a vizsgálata a tojótyúk-állományokban, három különböző genetikai háttér (P1, P2, P3) szerint.

A génexpresszió mintázatainak elemzése különböző csoportokban

Célom volt a dopamin receptor D1-4 (*DRD1-4*), az idegi növekedési faktor (*NGF*), és a *SORCS2* gének esetében az expresszió és a viselkedési mintázatok közötti összefüggések azonosítása.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. Kísérleti állomány

A mosonmagyaróvári kísérleti állományt 1920 szabadtartásra alkalmas, árutermelő tojótyúk alkotta, három különböző, barna héjú tojást termelő Rhode Island fajta alapú konstrukcióban (P1, P2, P3), amelyek előállítását és előnevelését a Bábolna TETRA Kft. végezte. Csőr Kurtítás nem történt a vizsgált állományokban. A madarak csoportos, zárt mélyalmos (szalma) és kifutóval ellátott, mélyalmos, istállózott tartásmódban kerültek elhelyezésre 18 hetes életkorban a Széchenyi István Egyetem állatkísérleti telepein, Mosonmagyaróváron. Kifutózott tartásban 720 (2-2 fülke/csoport

elosztásban, 5 tyúk/tojófészek eléréssel), zárt tartásban 1200 (4-4 fülke/csoport, 5 tyúk/tojófészek) madár termelt. A csoportméret 120 tyúk/fülke volt kifutós tartásban (6,1 tyúk/m² telepítési sűrűség az istállóban, és 3,2 tyúk/m² a kifutóterületen), 100 tyúk/fülke volt zárt tartásban (6,0 tyúk/m² telepítési sűrűség). Az állomány takarmányozása mindkét tartásmódban azonos volt. A vizsgálat során az állatok kezelését és a mintavételt a 2010/63/EU irányelvben ajánlott előírásoknak megfelelően végeztük. A takarmányozás valamennyi telepen és fülkében azonos volt.

2.2. Viselkedésvizsgálat

A viselkedési adatok gyűjtését véletlenszerűen kiválasztott egyedeknél végeztük el a 35-37. élethéten, 80-90%-os tojástermelési intenzitás mellett. A viselkedésvizsgálatot zárt, kifutó nélküli mélyalmos tartástechnológiában csoportonként 120 tyúk esetében végeztük el (összesen 360 tyúknál), 8-12 óra közötti időszakokban. Az élősúly a viselkedésvizsgálatok során szintén mérésre, rögzítésre került. Az egyedi megfigyelés és azonosítás érdekében tíz egyedből álló csoportokat különítettünk el az istállóban az egyes fülkék folyosó oldali részében terelő segítségével (2,5 tyúk/m²). A különböző viselkedési mintázatok rögzítése során a *Väisänen et al.* (2005) által készített etogram alapján dolgoztunk. Az egyedi azonosítást különböző színkódú jelölők mindkét lábon való elhelyezésével valósítottuk meg. A megfigyelt egyedektől a viselkedésvizsgálatot követően tollmintát gyűjtöttünk DNS-izolálás és genotipizálás céljából. A tollhiányt 0-tól 5-ig terjedő skálán értékeltük a viselkedésvizsgálatokat követő tollminta gyűjtéssel egy munkamenetben. A 0 minősítés teljesen ép, hiánytalan tollazatot jelentett, míg 5 esetén súlyos tollhiány mutatkozott valamennyi felvételezett testrészen.

2.3. DNS-izolálás és PCR-RFLP

Vizsgálataimhoz DNS-forrásként a viselkedés-felvételezésben szereplő tyúktól (n=360) tollmintákat gyűjtöttem. A DNS-t a Promega (USA) Wizard Genomic DNA Purification kit segítségével izoláltam.

A *PRL* 24 bp-os indeljének vizsgálata polimeráz láncreakció (PCR) módszerrel történt, a genotípusok elkülönítését 2%-os agaróz gélben végeztem. PCR és restriktációs fragmenthossz polimorfizmus (RFLP) módszerek segítségével különítettem el a *SORCS2* genotípusokat. A *SORCS2* gén C alléljának hasításához a NEBcutter alkalmazás segítségével választottam restriktációs endonukleázt, hasítóenzimet (*RsaI*). A vizsgált *SORCS2* genotípusokat agaróz gélelektroforézis segítségével detektáltam 2%-os gélben.

2.4. RNS-izolálás és géneexpressziós vizsgálatok

A géneexpressziós vizsgálatban vizsgálati csoportonként 10-10 tyúktól gyűjtöttem szövetmintát (hipofízis, cerebellum, máj, mellizom, zsírszövet). A mintavételt a vágás utáni 20 percen belül végeztem el, majd a szövetmintákat folyékony nitrogén tartályba helyeztem, és a felhasználásig tároltam. A mintákból teljes RNS-izolálást végeztem TRIzol Reagent (Thermo Fisher Scientific, USA) és 1-bromo-3-chloropropane, BCP (VWR International, USA) felhasználásával.

A DNáz kezeléshez RQ1 RNase-free DNase kiset (Promega, USA) használtam a gyártó javaslatait figyelembe véve. A cDNS szintéziséhez iScript cDNA Synthesis kiset (BIO-RAD Laboratories, USA) használtam a gyártó ajánlása szerint oligo dT és random hexamer primerekkel. A referencia géneket tekintve *YWHAZ* és *RPL32* géneket használtam.

2.5. Statisztikai feldolgozás

A termelési eredmények statisztikai elemzése SPSS Statistics for Windows v.20 (IBM Corp., USA) programmal történt. A csoportok átlagainak (pl. alomtojas arány, elhullási %) összevetéséhez khí-négyszet (χ^2) és Fisher-féle egzakt tesztekkel használtam. Az élősúly átlagokat One-way ANOVA és Boferroni korrekció használatával vettem össze. A referenciagének segítségével normalizált gén-expressziós adatokat nem-paraméteres Mann-Whitney próba segítségével értékeltem. Az élősúly, a tollhiány és a különböző viselkedésminták előfordulási gyakorisága között Spearman-féle korrelációt számítottam. Az egyes viselkedési változók elkülönítő erejének feltárására Random Forest alapú klasszifikációs elemzést végeztem RStudio környezetben, a randomForest csomag alkalmazásával. A részletes viselkedési mintázatok és a fenotípusos változók közötti kapcsolatok erősségének és irányának vizsgálatához Percentage Bend korrelációt alkalmaztam. A páronkénti korrelációkat a pbcor függvénnyel elemeztem, az alapértelmezett 0,2-es torzítási paraméter mellett.

3. EREDMÉNYEK

3.1. Tojástermelési intenzitás

A három vizsgált tojótyúk állomány (P1, P2, P3) tojástermelési intenzitásának (%) alakulását értékeltem a 20. és az 52. élethét között a kifutóval rendelkező kísérleti telepen. A tojástermelés kezdeti emelkedése mindhárom csoportban jól megfigyelhető a 20-25. élethéten. A P1 és a P2 csoport tojástermelése gyorsabb ütemben éri el a termelési intenzitás csúcsát (93-95%) a 23-24. élethéten, majd a 26. élethéten zárkózik fel a P3 csoport teljesítménye. A csoportra jellemző maximális intenzitás elérését követően a

40. élethéttől mindhárom konstrukció esetében enyhe csökkenés kezdődik, de a vizsgálat időszakának végén, az 52. élethéten is 80-90% között marad.

A három különböző csoport tojástermelési intenzitását zárt, kifutó nélküli kísérleti telepen is felmértem. A kifutóval ellátott tartásmódhoz hasonlóan a tyúkok a zárt rendszerben szintén a 24-25. élethéten érik el a tojástermelési intenzitásuk csúcsát, azonban az ezt követő termelési hetek során nagyobb ingadozás figyelhető meg. A termelési intenzitás elérése ebben a technológiában is a P3 csoport tyúkjainál következett be lassabb ütemben. Jellemzően a 40. élethéttől kezdődően 80-90% között ingadozik a termelés mindhárom csoportban, egészen az 52. élethétig.

A teljes termelési időszakra vetített tojástermelési intenzitás mindhárom csoport esetében a kifutóval ellátott tartásmód mellett volt nagyobb (összességében mintegy 4%-kal), azonban egyik csoport esetében sem különbözött szignifikáns ($P > 0,05$) mértékben a zárt tartásmódhoz viszonyítva.

3.2. Az alomtojások aránya

Eredményeink alapján megállapítható, hogy az alomtojások aránya kifejezetten magas a termelési időszak kezdetén, majd fokozatosan és jelentős mértékben csökken. A fészekhasználat kialakulása és rögzülése után a termelési időszak alatt ezt követően csekély mértékű ingadozás figyelhető meg; a fészekben elhelyezett tojások nagyobb aránya végig fennmarad, míg az alomtojások aránya minimális és elfogadható mértékű a kifutóval ellátott csoportoknál.

Zárt tartásmód esetén megállapítottam, hogy az alomtojások aránya hasonló módon, de visszafogottabb ütemben csökken a termelési időszak kezdetén, majd a kifutózott fülkékhez képest nagyobb arány marad fenn jellemzően a

45. élethétig mindhárom vizsgált csoportban. Az alomtozás arány kezdeti csökkenésében a csoportok között a kifutós rendszerhez hasonló tendencia állapítható meg, amely szerint a fészekhasználat fejlődése a P3 csoport tyúkjainál ment végbe a leglassabb ütemben, és az alomtozások aránya a 28. élethéten is meghaladta a 30%-ot.

3.3. Az elhullási arány alakulása

A 30. élethétig tapasztalt elhullási arány zárt tartásban a P1 csoportban szignifikánsan ($P < 0,05$) nagyobb volt, mint a P3-ban, míg kifutós tartásban a P1 és a P2 csoportban nagyobb volt, mint a P3-ban. Az 52. élethéten az elhullási arány zárt tartásmódnál a P1-ben nagyobb ($P < 0,05$) volt, mint a P2-ben, továbbá kifutós tartásnál a P1-ben nagyobb ($P < 0,05$) volt, mint a P2-ben és a P3-ban.

A 30. élethéten egyetlen vizsgált populáció között sem figyeltünk meg szignifikáns ($P > 0,05$) különbséget a tartásmód szempontjából értékelt elhullási arányban. Az 52. élethéten szignifikáns ($P < 0,05$) különbség volt a P1 populáció zárt és kifutóval ellátott csoportjai között, továbbá a teljes vizsgálati állomány esetében is szignifikánsan ($P < 0,05$) nagyobb elhullási arányt figyeltünk meg a kifutóval ellátott tartásmódban a zárt fülkékben mért arányhoz képest.

3.4. A felvételezett viselkedésformák alakulása

A viselkedésvizsgálattal (35-37. élethét között) egy időben mért élősúly tekintetében a P2 és P3 csoport egyedei szignifikánsan ($P < 0,05$) nagyobb súllyal rendelkeztek, mint a P1 csoport tyúkjai.

A tollhiány vizsgálata során megállapítottuk, hogy a P2 csoport tyúkjainál szignifikánsan ($P < 0,05$) kisebb mértékű tollhiány tapasztalható, mint P1-nél, míg a P3 csoport köztes értékeket mutatott és nem különbözött szignifikáns ($P > 0,05$) mértékben sem a P1, sem a P2 csoporttól. A P2 és a P3 csoport szignifikánsan ($P < 0,05$) kevesebb agresszív viselkedésformát mutatott, mint a P1 csoport egyedei. A P2 csoportban szignifikánsan ($P < 0,05$) több komfortviselkedés volt megfigyelhető, mint a P1 és a P3 csoportokban. A komfortviselkedések között kifejezetten a szárnycsapkodás és a tollborzolás fordult elő statisztikailag igazolható mértékben több alkalommal ($P < 0,05$) a P2 csoport tyúkjainál.

3.5. A viselkedésformák szerepe a csoportok elkülönítésében

Random Forest osztályozást végeztem annak megállapítására, hogy mely viselkedési változók különböztetik meg leginkább a három vizsgált tojótyúk populációt. Az Össz.Agresszív viselkedés változó rendelkezett a legnagyobb MDA (Mean Decrease Accuracy; 18,13) és MDG (Mean Decrease Gini; 26,09) értékekkel, ami arra utal, hogy ez a tulajdonságcsoporthoz különbözteti meg legnagyobb mértékben a vizsgált tojótyúk csoportokat, míg a többi viselkedési mintázat a csoportba sorolás szempontjából kevésbé volt informatív. A komfortviselkedések (kifejezetten pl. a tollászkodás) összesítve szintén jelentős mértékben járultak hozzá a döntési fák tisztaságához, de kevésbé voltak fontosak a csoportba sorolás pontosságát szempontjából. Az összes tollpiszkálás a komfortviselkedésekhez hasonló mértékben bizonyult jelentősnek a csoportok közötti különbségek alakulásában, és a szelíd tollpiszkálás előfordulási gyakorisága nagyobb elkülönítő hatással bírt, mint a súlyos tollpiszkálás.

A kísérleti állományok elkülönítése szempontjából csekélyebb jelentőséggel értékelhető az aktivitás alakulása, a tulajdonságcsoportból pedig legnagyobb elkülönítő hatást a kapirgálás viselkedésforma mutatta.

3.6. Korreláció a tollhiány, az élősúly és a viselkedésformák között

A tollhiány nem mutatott szignifikáns ($P > 0,05$) kapcsolatot sem az élősúllyal, sem a főbb vizsgált viselkedési formákkal. Gyenge, de szignifikáns ($P < 0,05$) negatív korrelációt figyeltem meg az élősúly és az összesített agresszív viselkedésformák gyakorisága között. Az agresszív viselkedésformák gyenge, szignifikáns ($P < 0,05$) pozitív korrelációt mutattak az aktivitással kapcsolatos viselkedések gyakoriságával.

Azok a tyúkok, amelyek több komfortviselkedést mutattak (pl. tollászkodás), hajlamosabbak lehetnek a tollpiszkálásra, amit pozitív korreláció ($P < 0,05$) jelzett. Az összes komfort és aktív viselkedésformák között gyenge, negatív, szignifikáns ($P < 0,05$) kapcsolat figyelhető meg, vagyis az aktívabb tyúkok kevesebb komfortviselkedést mutattak. Az aktív mozgáshoz és a pihenéshez kapcsolódó viselkedésmintázatok között gyenge, de szignifikáns ($P < 0,05$) pozitív korreláció figyelhető meg. A tollborzolás és nyújtózás között figyeltem meg a legerősebb korrelációt.

3.7. A prolaktin (*PRL*) gén 24 bp-os indel polimorfizmusa

A *PRL* promoter régiójában található 24 bp-os indel polimorfizmus genotipizálását minden kísérleti tojótyúk csoportban 100 egyednél (összesen $N=300$) végeztem el annak érdekében, hogy meghatározzam a csoportokra jellemző allél- és genotípus-gyakoriságot.

Megállapítottam, hogy a vizsgált *PRL* polimorfizmus mindhárom kísérleti tojótyúk állományban megtalálható. A deléció mutató allél (D) mindhárom csoportban jelentősen nagyobb arányban fordult elő az inzercióval (I) szemben: a legnagyobb D gyakoriság a P2, a legkisebb a P1 csoportban figyelhető meg.

3.8. A *SORCS2* gén C/T polimorfizmusa

A *SORCS2* gén polimorfizmusa szintén megfigyelhető volt mindhárom csoport esetében. Az allélgyakoriság szempontjából minden populációban a C allél volt gyakoribb, amely legnagyobb arányban a P3-ban (81,7%) fordult elő, míg a P2 csoportban figyeltük meg a legnagyobb T allélgyakoriságot (26,3%). A homozigóta CC genotípus volt a leggyakoribb mindhárom populációban, míg a CT heterozigóta egyedek szintén jelentős arányt képviseltek, különösen a P2 csoportban (44,2%). A TT homozigóta genotípus ritkának tekinthető a teljes vizsgált állományban (átlagosan 2,8%).

A teljes vizsgált állományra vonatkozólag megállapítottam, hogy a *SORCS2* genotípus nem volt szignifikáns ($P > 0,05$) hatással a viselkedési mintázatra egyik csoportban sem, kivételt ez alól mindössze a P2 csoport esetében az összes aktivitás (a TT egyedek aktívabbak, mint a TC genotípusúak), a P3 csoport esetében pedig a szárnycsapkodás (a TT egyedek esetében több, mint a CC és CT tyúkknál) jelentett. A teljes állomány esetében a CC genotípusú egyedek tendenciaszerűen ($P = 0,053$) több agresszív viselkedést mutattak, mint a TT tyúkok.

3.9. A génexpressziós vizsgálatok eredményei

3.9.1. Génexpresszió a vizsgált szövetekben

A dopamin receptor (*DRD1–4*), az idegi növekedési faktor (*NGF*) és a *SORCS2* gének *YWHAZ* és *RPL32* referenciagének segítségével normalizált expresszióját határoztam meg különböző szövetekben (hipofízis, cerebellum, máj, mellizom, zsír). A *DRD3* gén cerebellumban mért nagyobb, és a zsírszövetben nem mérhető szintű expressziójától eltekintve általánosan megfigyelhető, hogy valamennyi vizsgált gén kifejeződése a hipofízisben volt a legnagyobb, de egyéb perifériás szövetben is detektálhatók voltak a tyúk mintáiban. A *DRD1* és *DRD2* receptor gén expressziója volt a legnagyobb a hipofízisben. A *DRD3* gén expressziós szintje általánosan alacsonyabb a többi dopamin receptor génhez képest a vizsgált szövetekben. A *DRD4* expressziója magas volt a hipofízisben, ami megerősítheti a hipofízis dopaminerg alapú szabályozásában betöltött fontosságát. Emellett figyelemre méltó expressziót mutatott a mellizomban és a zsírban is, ami eltérés a *DRD1* és *DRD2* mintázatához képest.

Az *NGF* expressziója szintén a hipofízisben volt a legnagyobb. Jelentős kifejeződést tapasztaltam ezen kívül a máj és a mellizom mintákban.

A *SORCS2* gén expressziója a legnagyobb a hipofízisben volt, ami a neuroendokrin rendszer központja és szoros kapcsolatban állhat a viselkedés szabályozásával. A *SORCS2* (valószínűleg a dopaminerg útvonalakon keresztül) a központi idegrendszerben betöltött szerepe révén befolyásolhatja az agressziót (*Li et al.*, 2016). Jelentős kifejeződést mértem továbbá a cerebellumban, míg alacsonyabb szinten a mellizomban, a májban és a zsírszövetben is detektálható volt.

3.9.2. A génextpresszió egyedi alakulása különböző szövetekben

A *DRD1–4*, az *NGF* és a *SORCS2* gének tyúk hipofízis mintákban mutatott expressziója mutatott leginkább összefüggést az agresszív viselkedésminták gyakoriságával. Megállapítottam, hogy a *SORCS2* gén expressziója a hipofízisben az agresszió mértékével összefüggésben növekszik, hiszen nagyobb kifejeződést figyeltem meg a több agressziót mutató egyedek klaszterénél, mint a kevés agresszív viselkedést mutató tyúkoknál.

A hierarchikus klaszterezés alapján a D2 és a D4 dopamin receptor gének (*DRD2–DRD4*) expressziós profiljai a hipofízisben egymáshoz hasonló mintázatot mutattak, ami alapján közös szabályozási mechanizmusra és funkcionális kapcsolatra következtethetünk.

A *SORCS2* és a dopamin rendszer közötti összefüggést igazolják azok a szignifikáns ($P < 0,05$) pozitív korrelációs együtthatók, amelyek a hipofízis *SORCS2* értéke és a hipofízis *DRD1* ($r=0,56$), a cerebellum *DRD1* ($r=0,46$), a hipofízis *DRD2* ($r=0,54$), vagy a cerebellum *DRD4* ($r=0,37$) értékei között figyelhetők meg.

3.9.3. Hipofízis *SORCS2* expresszió a vizsgált csoportokban

A hipofízis *SORCS2* génextpressziója szignifikáns ($P < 0,05$) mértékben nagyobb volt a P1 csoportban, mint a P2-ben vagy a P3-ban, míg a P2 és P3 csoportok nem különböztek ($P > 0,05$).

Megállapítottam, hogy a hipofízisben mért *SORCS2* expresszió a P1 és a P3 csoportban, valamint a teljes vizsgálati állomány esetében is szignifikáns ($P < 0,05$) különbségeket mutatott az agresszió mértékétől függően. Az egyes populációkon belüli összehasonlítás során megfigyelhető volt, hogy mindhárom populációban a leginkább agresszív tyúkok nagyobb *SORCS2* expressziót mutattak, mint a legkevésbé agresszív tyúkok.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Mindhárom vizsgálati állományban a kifutóval ellátott tartásmód mellett figyeltem meg nagyobb tojástermelési intenzitást és kisebb alomtojás arányt, de a különbség az egyik csoport esetében sem volt szignifikáns ($P > 0,05$) mértékű. Az elhullási arány a 30. élethéten nem különbözött a zárt és a kifutóval ellátott csoportok között, az 52. élethéten viszont a P1 és a P2 állomány esetében nagyobb ($P < 0,05$) volt a kifutózott tartásmódban, mint a zárt csoportokban. A csoportok szempontjából a P1 tyúkok esetében figyeltem meg a legnagyobb elhullási arányt, mindkét tartásmódban és időpontban (30. és 52. élethéten). Eredményeim alapján a P1 és a P2 tojótyúk konstrukció esetében nem javasolható a kifutó alkalmazása, hiszen az a tojástermelési intenzitásra nem gyakorolt javító hatást ($P > 0,05$), míg az elhullási arány szempontjából statisztikailag igazolhatóan kedvezőtlen hatással bírt ($P < 0,05$). A kifutós tartásmód a P3 csoport szempontjából összességében kedvező hatást gyakorolt, csökkent az alomtojás arány, javult és kiegyenlítettebb volt a tojástermelési intenzitás, míg nem nőtt jelentős mértékben az elhullási arány.

Az agresszív viselkedésformákat szignifikánsan ($P < 0,05$) több esetben mutatta a P1 csoport, mint a P2 vagy a P3, továbbá a tollhiány mértéke a P1 tyúkoknál nagyobb volt, mint a P2 madaraknál. A P2 tyúkoknál figyeltem meg a legtöbb komfortviselkedési mintázatot ($P < 0,05$). A teljes állomány tekintetében negatív korrelációt figyeltem meg az élősúly és az agresszív viselkedésformák előfordulása között, továbbá az aktivitás és a komfortviselkedés között. Pozitív korrelációt találtam az agresszió és az aktivitás, valamint a tollpiszkálás és a komfortviselkedés között. Az

azonosított korrelációk segíthetik a gépi látásra alapozott viselkedés-vizsgálatok fejlesztését.

A kísérleti csoportok elkülönítéséhez legnagyobb mértékben az agresszív és a komfortviselkedési mintázat járult hozzá. A viselkedési mintázat alakulására a csoportnak (P1, P2, P3) szignifikáns ($P < 0,001$) hatása volt, ugyanakkor összességében a varianciának csak csekély részét (9,02%) magyarázta a külön-külön csoportba való tartozás.

A *PRL* gén indel allél- és genotípusarányaiban nem volt jelentős különbség az állományok között. Az inzerció nagyobb gyakorisága nagyobb tojástermelési intenzitással párosult a P1 csoportban, de a különbség nem volt szignifikáns ($P > 0,05$). A Rhode Island alapú állományokban további, egyedi tojásgyűjtéssel kiegészített vizsgálatokra van szükség a *PRL* polimorfizmus hatásának pontosabb értékeléséhez.

A *SORCS2* gén C/T polimorfizmusának genotipizálásához PCR-RFLP alapú módszert dolgoztam ki. A *SORCS2* genotípus egyetlen csoport esetében sem volt szignifikáns ($P > 0,05$) hatással a főbb viselkedésminták alakulására, ugyanakkor a teljes állomány tekintetében a CC tyúkok tendenciaszerűen ($P = 0,053$) több agresszív viselkedést mutattak a TT egyedekhez képest. A viselkedésmintázatok eltérő arányának genetikai meghatározottsága eredményeim alapján igazolható, ugyanakkor a genetikai háttér pontosabb feltárásához több viselkedési adatra van szükség, amelyek gyűjtéséhez a gyorsan fejlődő gépi látásra alapozott módszerek javasolhatók.

A teljes vizsgált állomány esetében a legtöbb agressziót mutató tyúkok nagyobb ($P < 0,001$) hipofízis *SORCS2* expressziót mutattak, mint a legkevésbé agresszív tyúkok. Eredményeim igazolják, hogy a *SORCS2* génnek a tojótyúkoknál is jelentős szerepe lehet az agresszív viselkedés alakításában.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Három, hazai fejlesztésű tojótyúk állományban (P1, P2, P3) értékeltem a zárt, mélyalmos és a kifutóval ellátott, mélyalmos tartásmód hatását egyes termelési értékmérő tulajdonságok alakulására. Nem állapítottam meg szignifikáns ($P > 0,05$) különbséget sem a tojástermelési intenzitás, sem az alomtojás arány esetében, míg a kifutóval ellátott P1 és P2 állományban nagyobb ($P < 0,05$) elhullási arány alakult ki az 52. élethétén, mint a zárt csoportokban.
2. Részletes viselkedésvizsgálatot végeztem a három kísérleti tojótyúk csoportban ($N=360$). Megállapítottam, hogy a P1 állomány több ($P < 0,05$) agresszív viselkedésformát mutat, mint a P2 vagy a P3 csoport. Az agresszív viselkedés negatív korrációt mutatott az élősúllyal ($r = -0,140$; $P < 0,05$), és pozitív korrelációban volt az aktivitással ($r = 0,154$; $P < 0,05$). Szintén pozitív összefüggést figyeltem meg a tollpiszkálás és a komfortviselkedések között ($r = 0,133$; $P < 0,05$).
3. Igazoltam a *SORCS2* gén C/T polimorfizmusának jelenlétét tojótyúkokban. A kísérleti állományokban a polimorfizmusnak nem volt szignifikáns ($P > 0,05$) hatása a viselkedésmintázatra. A homozigóta C genotípus esetében tendenciaszerűen ($P = 0,053$) több agressziót figyeltem meg, mint a homozigóta T egyedeknél.

4. Génexpressziós vizsgálataim alapján megfigyeltem, hogy a *SORCS2* gén expressziója szignifikánsan ($P < 0,05$) nagyobb a P1 csoport hipofízisében, mint a P2 vagy a P3 állományban. A teljes állományra vonatkozólag megállapítottam, hogy a leginkább agresszív tojótyúk hipofízisében szignifikánsan ($P < 0,05$) nagyobb a *SORCS2* gén expressziója, mint a legkevésbé agresszív tyúkokban.

5. Hazai fejlesztésű tojótyúk csoportok vizsgálata során megállapítottam, hogy a *SORCS2* gén expressziója a hipofízisben pozitív korrelációt mutat a dopamin receptor D1 ($r=0,561$; $P < 0,05$) és D2 ($r=0,538$; $P < 0,05$) gének expressziójával.

6. PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT KÖZLEMÉNYEK

Idegen nyelvű közlemény nemzetközi, lektorált folyóiratban

Szabó-Sárvári, L.; Zsédely, E.; Szalai, K.; Lencsés-Varga, E.; Rampasek, É.; Tempfli, K.: Human avoidance behavior associated with floor egg ratio of laying hen populations in a cage-free housing system. *Journal of Central European Agriculture*, Lektorálás alatt

Zsédely, E.; Szalai, K.; Takács, G.; Lencsés-Varga, E.; **Szabó-Sárvári, L.;** Tempfli, K. (2023): Yield performance, laying behaviour traits and egg quality of a crossbred laying hen in alternative housing systems. *Chemical Engineering Transactions*, 107, 121-126.

Magyar nyelvű közlemény hazai, lektorált folyóiratban

Szabó-Sárvári L.; Tempfli K.; Szalai K.; Zsédely E.; Bali Papp Á. (2023): Kísérleti tojótyúk állományok elhullási arányának és testtömegének alakulása kifutós és zárt mélyalmos tartásmódban. *Acta Agronomica Óváriensis*, 64:1, 102-111.

Sárvári L.; Tempfli K.; Szalai K.; Zsédely E.; Lencsés-Varga E.; Almási A.; Orbán A.; Hidas A.; Bali Papp Á. (2021): *SORCS2*-polimorfizmus és a viselkedési mintázat összefüggései új, kísérleti tojóhibrid-állományokban. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 143:6, 351-358.

Sárvári L.; Tempfli K.; Szalai K.; Zsédely E.; Lencsés-Varga E.; Herceg B.; Almási A.; Hidas A.; Orbán A.; Bali Papp Á. (2020): *SORCS2* polimorfizmus genotipizálása különböző tyúk állományokban. *Acta Agronomica Óváriensis*, 61:2, 41-52.

Idegen nyelvű konferenciaközlemény folyóiratban vagy konferenciakötetben

Szabó-Sárvári, L.; Tempfli, K.; Szalai, K.; Zsédely, E.; Bali, Papp Á. (2022): Differential expression of *DRDI* in experimental laying hen populations. In: Bánfalvi, Zs.; Gócza, E.; Olasz, F.; Pál, M.; Posta, K.; Várallyay, É. (szerk.): „FIBOK 2022”: Fiatal Biotechnológusok V. Országos Konferenciája, p.115.

Szabó-Sárvári, L.; Tempfli, K.; Szalai, K.; Zsédely, E.; Lencsés-Varga, E.; Almási, A.; Bali Papp, Á. (2020): *SORCS2* genotype is associated with plumage traits in laying chicken hybrids. In: Pusztahelyi, T.; Ceglédi, L.; Domonkos-Szabolcsy, É.; Emri, T. (szerk.): 4th National Conference of Young Biotechnologists, p.95.

Magyar nyelvű konferenciaközlemény folyóiratban vagy konferenciakötetben

Szabó-Sárvári L.; Tempfli K.; Szalai K.; Zsédely E.; Bali Papp Á. (2023): Kísérleti tojóhibridek elhullási arányának és testtömegének alakulása kifutós és zárt mélyalmos tartásmódban. In: Molnár Z.; Némethné Wurm K. (szerk.) 39. Óvári Tudományos Nap Konferencia kiadvány, p.54.

Tempfli K.; **Szabó-Sárvári L.;** Szalai K.; Zsédely E.; Bali Papp Á. (2021): Viselkedésminták elemzése különböző tojóhibrid állományokban. In: Szalka É. (szerk.): „Innováció és digitalizáció”: XXXVIII. Óvári Tudományos Nap, Absztraktkötet, p.38.

Szabó-Sárvári L.; Tempfli K.; Szalai K.; Zsédely E.; Lencsés-Varga E.; Bali Papp Á. (2019): Egy *SORCS2* polimorfizmus genotipizálása különböző tyúk állományokban. In: Póti P.; Bényi E.; Kovács-Weber M.; Bodnár Á.; Pajor F. (szerk.): VII. Gödöllői Állattenyésztési Tudományos Nap: Előadások és poszterek összefoglaló kötete, p.42.

AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉN KÍVÜL MEGJELENT KÖZLEMÉNYEK

- Tempfli, K.; Herceg, E.B.; Szalai, K.; **Szabó-Sárvári, L.**; Pongrácz, L.; Bali Papp, Á. (2024): Quantitative comparison of some faecal bacterial communities in groups of Mangalica and commercial pigs. *BIO Web of Conferences*, 125, 1-10.
- Szabó-Sárvári L.**; Tempfli K.; Molnár J.; Tóth T. (2024): Különböző citokinek génexpressziós vizsgálata brojlerekben fermentált takarmány etetés hatására. *XXX. Ifjúsági Tudományos Fórum: Konferenciakötet*. 56-61.
- Szabó-Sárvári L.**; Szabó Sz.; Tempfli K.; Gyökér E.; Póti P.; Pajor F.; Gulyás L. (2024): A lacaune juh fajta tulajdonságainak értékelése a termelés és küllem szempontjából egy törzstenyészetben. *IX. Gödöllői Állattenyésztési Tudományos Nap, Előadások és poszterek összefoglaló kötete*. p.43.
- Tempfli K.; Alpár B.; Mikovich T.; **Szabó-Sárvári L.**; Rampasek É.; Lencsés-Varga E. (2024): Probiotikus takarmánykiegészítés hatása szoptató kocák malacnevelő képességére. *IX. Gödöllői Állattenyésztési Tudományos Nap, Előadások és poszterek összefoglaló kötete*. p.74.
- Tempfli, K.; Szalai, K.; **Szabó-Sárvári, L.**; Alpár, B.; Tóth, T.; Vojnich, V.; Lencsés-Varga, E. (2024): Effects of a probiotic supplement on the quantity of some bacterial communities in fecal samples of lactating sows. *Chemical Engineering Transactions*. 114, 949-954.
- Buzás, H; **Szabó-Sárvári, L.**; Szabó, K.; Nagy-Kovács, K.; Bukovics, S.; Süle, J.; Szafner, G.; Hucker, A.; Kocsis, R.; Kovács, A. (2023): Aflatoxin M1 detection in raw milk and drinking milk in Hungary by ELISA – A one-year survey. *Journal of Food Composition and Analysis*, 121, 105368.
- Húth B.; Tempfli K.; **Szabó-Sárvári L.**; Tóth T.; Török M.; Dizseri T.; Tossenberger J. (2023): Charolais növendék bikák egyedi takarmányértékesítő képességének vizsgálata precíziós adatfelvételezéssel. *Acta Agronomica Óváriensis*, 64:2., 118-125.
- Szabó-Sárvári, L.**; Tempfli, K.; Buzás, H.; Mészáros, Zs.; Gulyás, L. (2023): Beta-casein genotyping in dairy cow herds in Győr-Moson-Sopron county. *Chemical Engineering Transactions*, 107, 451-456.

- Szabó-Sárvári L.**; Tempfli K.; Molnár J.; Tóth T. (2023): Fermentált takarmány hatása egyes interleukinek (IL-6 és IL-10) génexpressziójára brojlerekben. *Acta Agronomica Óváriensis*, 64:2, 146-155.
- Tempfli, K.; Szalai, K.; **Szabó-Sárvári, L.**; Rampasek, É.; Lencsés-Varga, E. (2023): Gene expression of peroxisome proliferator-activated receptor γ in Mangalica and Large White pigs. *Chemical Engineering Transactions*, 107, 271-276.
- Rampasek É; Tempfli K.; **Szabó-Sárvári L.**; Szalai K.; Zsédely E.; Bali Papp Á. (2022): Viselkedési vizsgálatok kísérleti tojótyúk állományokban. In: Bényi E.; Bodnár Á.; Pajor F.; Póti P. (szerk.): VIII. Gödöllői Állattenyésztési Tudományos Nap Előadások és poszterek összefoglaló kötete, p.50.
- Szabó-Sárvári L.**; Tempfli K.; Gulyás L. (2022): Kecsketej beltartalom vizsgálata bak ivadékcsopontonként szánentáli fajtában. In: Bene Sz. (szerk.): XXVIII. Ifjúsági Tudományos Fórum, 89-94.
- Szabó-Sárvári L.**; Tischlér D.; Tempfli K.; Szabó B.; Gulyás L. (2022): Egy Győr-Moson-Sopron megyei szánentáli törzstenyészetben kecsketej beltartalom vizsgálata ivadékcsopontonként. In: Bényi E.; Bodnár Á.; Pajor F.; Póti P. (szerk.): VIII. Gödöllői Állattenyésztési Tudományos Nap Előadások és poszterek összefoglaló kötete, p.77.
- Szabó-Sárvári L.**; Mészáros Zs.; Tempfli K.; Buzás H.; Gulyás L. (2022): A beta-kazein genotípus meghatározása tejelő tehénállományban. In: Bényi E.; Bodnár Á.; Pajor F.; Póti P. (szerk.): VIII. Gödöllői Állattenyésztési Tudományos Nap, Előadások és poszterek összefoglaló kötete, p.24.
- Tempfli K.; Rampasek É.; Palotás E.; **Szabó-Sárvári L.**; Gulyás L. (2022): A termékenyítési évszak hatása az alomméretre öt hazai sertéstelepen. In: Bene Sz. (szerk.): XXVIII. Ifjúsági Tudományos Fórum, 191-196.
- Szabó-Sárvári L.**; Gyökér E.; Németh A.; Tempfli K.; Póti P.; Pajor F.; Gulyás, L. (2021): Lacaune tőgymorfológiai vizsgálatok egy Győr-Moson-Sopron megyei törzstenyészetben. *Acta Agronomica Óváriensis*, 62:1, 78-93.
- Tempfli K.; **Sárvári L.**; Patonay Á.; Tóth T. (2019): A termékenyülés alakulása évszakok szerint két sertéstelepen. In: Kőszegi I.R. (szerk.): III. Gazdálkodás és Menedzsment Tudományos Konferencia kiadványa, 357-363.