

**DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI**

**A MAGYARORSZÁGI ANGUS ÁLLOMÁNYOK GENETIKAI ELEMZÉSE**

**KÉSZÍTETTE:  
MÁRTON JUDIT**

**MOSONMAGYARÓVÁR  
2025.**

**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM**  
**MEZŐGAZDASÁG- ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYI KAR**  
**WITTMANN ANTAL NÖVÉNY-, ÁLLAT- ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYI**  
**MULTIDISZCIPLINÁRIS**  
**DOKTORI ISKOLA**  
**UJHELYI IMRE ÁLLATTUDOMÁNYI DOKTORI PROGRAM**



**DOKTORI ISKOLA VEZETŐ:**  
**DR. VARGA LÁSZLÓ DSC**  
**EGYETEMI TANÁR**

**PROGRAM- ÉS TÉMAVEZETŐ:**  
**DR. SZABÓ FERENC, DSC**  
**EGYETEMI TANÁR**

**TÁRS-TÉMAVEZETŐ:**  
**DR. ANTON ISTVÁN, DSC**  
**PROFESSOR EMIRITUS**

**A MAGYARORSZÁGI ANGUS ÁLLOMÁNYOK GENETIKAI ELEMZÉSE**

**KÉSZÍTETTE:**  
**MÁRTON JUDIT**  
**MOSONMAGYARÓVÁR**

**2025.**

# 1. A KITŰZÖTT KUTATÁSI FELADAT RÖVID ÖSSZEFOGLALÁSA

## 1.1. BEVEZETÉS

A húsmarhatartás és húsmarhatenyésztés kiemelt szerepet játszik a globális élelmiszertermelésben, minőségi fehérjeforrás előállításában. Sokoldalúsága számos anyagi és nem anyagi előnnyel jár a társadalom számára. A marhahúságazat több olyan kihívással is szembesül, amelyeket fenntarthatósági szempontból szükséges kezelni. A fokozott élelmiszer iránti kereslet kielégítése, a marhahústermelés volumenének növelése a jelenlegi kevésbé fenntartható rendszerekkel jelentősebb környezeti terheléssel járna, közvetlenül károsíthatná az ökoszisztémát. A fenntarthatóbb marhahústermelés érdekében elengedhetetlen olyan genetikai és gazdálkodási stratégiák kidolgozása, amelyek javítják a termelékenységet, miközben csökkentik a környezeti lábnyomot. A marhahúságazat legfőbb korlátja a kedvezőtlen reprodukció, a jelentősen alacsonyabb termelékenység, hosszabb termelési ciklus más állatfajokhoz képest. A húsmarhaállományok gazdasági fenntarthatóságát számos tulajdonság befolyásolja, amelyek közvetlen hatással vannak a tehén reprodukív és produktív teljesítményére. A hatékonyság növelése, a támogatásoktól való függés csökkentése, a jövedelmezőség javítása és fenntarthatósági követelményeknek való megfelelés teljesítése kulcsfontosságú tényezők az ágazat hosszútávú versenyképessége szempontjából. Az ellési időszakban korábban ellő üszők megközelítőleg eggyel több borjút adnak életük folyamán, a későbbi ellő társaiknál. A hasznos élettartam növelése közvetlenül javítja a jövedelmezőséget, csökkenti a költségeket. Szakirodalmi adatok alapján hat választott borjút szükséges egy tehén beállításának gazdasági megtérüléséhez.

Az angus az egyik legősibb, legelterjedtebb húsmarhafajta világszerte. Számos nemzetközi kutatási eredmény, gyakorlati tapasztalat alapján az angus igénytelenebb, jobban alkalmazkodik a klimatikus és egyéb körülményekhez, olcsóbban tartható, jó minőségű végterméket ad, temperamentuma és kezelhetősége biztonságosabb munkakörnyezetet biztosít. Kevés adat áll rendelkezésre a hazai angus populáció genetikai sajátosságairól, ami korlátozza a célzott tenyésztési és szelekciós stratégiák kidolgozását. Az angus fajtán belül genetikai eltérések figyelhetők meg, amelyek hatással vannak értékmérő tulajdonságokra, figyelembevételük hozzájárulhat a tenyésztési stratégiák optimalizálásához. A fajta megfelelő genetikai szelekciója és optimalizált tenyésztési programja hosszú távon jelentős előnyöket biztosíthatnak a magyar és nemzetközi húsmarhaágazat számára.

### **Vizsgálataim során az alábbi célkitűzéseket határoztam meg:**

1. A magyarországi angus törzstenyészetek populációgenetikai szerkezetének, jellemzőinek vizsgálata, az egyes részpopulációk egymáshoz viszonyított elhelyezkedésének, genetikai távolságának megállapítása, beltenyésztettségi fokának feltérképezése.
2. A fenntarthatóságot és jövedelmezőséget nagy mértékben meghatározó tulajdonságok (születési súly (BW), első elléskori életkor (AFC), az élve született borjak száma (NCB), a hasznos élettartam (LP), 205 napra korrigált súly (WW)) elemzése a különböző angus genetikai csoportok között.
3. A magyarországi angus állományok első elléskori életkorára vonatkozó populációgenetikai paraméterek meghatározása GLM apa - és BLUP egyed modell használatával. Az alkalmazott modellekkel kapott eredmények összehasonlítása.
4. A környezeti és genetikai tényezők hatásának vizsgálata az első elléskori életkorra.
5. Az első elléskori életkor fenotípusos és genetikai trendjeinek elemzése a magyar angus populációban.
6. Az angus tenyészbikák tenyészértékének meghatározása, GLM apa és BLUP egyedmodell segítségével az első elléskori életkorra vonatkozóan.

## **2. ANYAG ÉS MÓDSZER**

A vizsgálatok a Magyar Hereford, Angus, Galloway Tenyésztők Egyesületének (MHAGTE) törzskönyvezési és teljesítményvizsgálati adatainak felhasználásával történtek. Az adatok leválogatásához az MHAGTE registry szoftverét használtam. Az információk előkészítését Microsoft Excel 2021 MSO, Microsoft Word 2021 MSO programokkal végeztem. Az értékelést, a korrelációs mátrix összeállítását az IBM SPSS Statistics for Windows, Version 27.0 segítségével hajtottam végre (IBM SPSS 27.0, 2024).

### **2.1. A magyarországi angus állományok populáció genetikai vizsgálata, értékmérő tulajdonságaik elemzése**

A magyarországi angus állományok populáció genetikai vizsgálatának, értékmérő tulajdonságaik elemzése során 16 magyarországi törzstenyészetből származó 1369 angus szarvasmarha mintáit vizsgáltuk. A genotípusok azonosításához 12 mikroszatellit markert elemeztünk (BM1824, BM2113, ETH3, ETH10, ETH225, INRA023, TGLA122, TGLA126, BM1818, MGTG4B, CSSM66, CSRM60) ABI 3500 Genetic Analyzer (Applied Biosystems,

Foster City, CA, USA) automatizált eszköz segítségével. Az egyes érékmérő tulajdonságok vizsgálatához 4082 tehén termelési adatait (születési súly, első elléskori életkor, született borjak száma, hasznos élettartam) elemeztük. A 16 törzstenyészet esetében genetikailag meghatározott négy csoportot különítettünk el: kék (ACM): kanadai és amerikai típusú vörös, nagyrámájú, modern típus; piros (FJLNOP): hagyományos típusú vörös; zöld (BDEGHI): hagyományos, brit típusú; sárga (K): hagyományos brit típusú fekete és amerikai importból származó vörös. Az adatfeldolgozás és elemzés az alábbi szoftverekkel történt: IBM SPSS Statistics 27.0 (adatértékelés, korrelációs mátrix összeállítás), PowerMarker, Genalex 6.5, GDA-NT2021 (populációgenetikai paraméterek), STRUCTURE (klaszterszám meghatározás), MEGA (dendrogram készítés), Python Networkx 2.3 (köztes centralitás, genetikai hasonlósági háló elemzés).

## **2.2. A Magyarországon tenyésztett angus tehének első elléskori életkorának, populációgenetikai jellemzőinek vizsgálata, a tenyészbikák tenyészértékbecslése**

Az 1998 - 2021 között született tehének első ellési életkorát vizsgáltuk. Az adatbázis 2955 ismert anyai és apai származású törzskönyvezett angus és magas angus vérhányadú (>75%) tehenet tartalmazott öt különböző genetikai csoportban sorolva. A vizsgált populáció egyedei 2106 tehén és 200 angus tenyészbika ivadéka. Az AFC meghatározásakor csak az élve született borjakat vettük figyelembe. A genetikai csoportokat származás, színváltozat, méret és típus szerint különböztettük meg: 1. csoport: kanadai és amerikai típusú vörös angus nagyrámájú, modern típus; 2. csoport: hagyományos típusú vörös angus; 3. csoport: hagyományos, kizárólag brit típusú angus; 4. csoport: hagyományos brit típusú fekete és amerikai importból származó vörös angus; 5. egyéb csoport: a 4 csoportból származó egyedeinek keveréke.

A populációgenetikai paraméterek meghatározása, a tenyészbikák tenyészértékének becslése a GLM apa és a BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) egyed modell használatával történt. Az AFC genetikai trendjét a vizsgált állatok átlagos tenyészértékéből (TÉ) GLM és BLUP modellek alkalmazásával határoztuk meg. Az AFC genetikai trendjét lineáris regressziós módszerrel vizsgáltuk, három különböző forrást használva: az apák GLM alapú TÉ-ét, az apák BLUP alapú TÉ-ét, az azonos évben született teljes populáció BLUP alapú TÉ-ét.

A fenotípusos trend számításakor az évenkénti AFC-t átlagoltuk, az átlagértékeket a születési év függvényében ábrázoltuk és lineáris regressziós elemzéssel meghatároztuk a fenotípusos trend irányát és mértékét.

### **2.3. Értékmérő tulajdonságok elemzése az eltérő genetikai angus csoportok között**

A vizsgált populáció 5075 tehénből (1990 - 2020 között születettek) és 19142 borjúból (1997-2023 között születettek; 10629 bika-, 8513 üszőborjú) állt. A hat vizsgált tulajdonság: első elléskori életkor, hasznos élettartam, élve született borjak száma, selejtezési kor, születési súly, 205 napra korrigált súly. A vizsgált angus törzstenyészetek genetikai csoportosítása a szaporodási és élettartam jellemzők szempontjából DNS mikroszatellit alapú azonosításon alapult. A selejtezési kor meghatározásakor a továbbtartásra értékesített egyedek nem kerültek az adatbázisba. A született borjak számánál és az első elléskori idő meghatározásánál csak az élve született borjakat vettük számításba, a vetélést, halva ellést figyelmen kívül hagytuk. A születési súlyt az ellést követő 24 órán belül mérték, a 205 napra korrigált súlyt a borjak 6–9 hónapos korában történő mért súlyából számítottuk.

A vizsgálatot IBM SPSS Statistic 20 szoftverrel végeztük. Az adatok normál eloszlásának az ellenőrzéséhez Kolmogorov-Smirnov tesztet használtunk. A varianciák homogenitását Levene teszttel végeztük. A csoportok összehasonlítása Kruskal-Wallis-próbával, a csoportok közötti különbségek mérése Dunett T3 post hoc tesztel történt. Valamennyi statisztikai elemzésnél a szignifikancia értéke  $p < 0,05$ .

## **3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKESELÉSÜK**

### **3.1. A magyarországi angus állományok populáció genetikai sajátosságai**

A vizsgált 12 lókuszban megfigyelt allélszámok 11 és 18 között változtak. Az átlagos effektív allélszám  $N_e=3,201$ . A valós  $H_o=0,710$  és a várt heterozigotitás  $H_e=0,659$ . A vizsgált gazdaságokban a várt heterozigotitás  $H_o=0,6$  (M állomány) és  $H_o=0,809$  (B állomány) között változott. Az összes állományban a D tenyészet kivételével a vártnál több heterozigóta állatot találtunk. Hat populáció (BJMNOP) beltenyésztettségi együtthatója  $F_{is} \leq 0,1$  a B populáció értéke  $F_{is} < 0,2$ . Az állományok vizsgálatakor a B állomány rendelkezett a legmagasabb heterozigóta értékkel, a D állományban kisebb mértékű beltenyésztettséget állapítottunk meg. Az állományok csoportosítását három eltérő módszerrel határoztuk meg. A Structure szoftver alapján a legvalószínűbb klaszterszám négy.  $K=4$  esetén a 16 magyarországi angus tenyészetből genetikailag meghatározott négy csoport: kék: (ACM), zöld: (BDEGHI), piros: (FJLOP), sárga: (K). Közülük kettőt, az ACM-et és az FJLNO-t a főkomponens analízis (PCA) is megerősítette. A dendrogram – Nei-féle genetikai távolsága alapján – a filogenetikai fa

ugyanazon ágra helyezte az ACM csoportot, 50-nél nagyobb bootstrap értékekkel, az FJLNOP csoport: JLOP csoport erős genetikai rokonságot mutat.

Az IBS (Identical By State) hálózatelemzés adatai alapján az A állomány egyedei rendelkeznek a legnagyobb köztes centralitással,  $IBS = 0,624$  (közepes-magas genetikai hasonlóság), ez a küszöbérték, amelynél a hálózat még egyben maradt. Az A populáció egyedei genetikai háttérükben a legnagyobb mértékben hasonlítottak egymásra.

A genetikai elemzéseket az állatok fenotípusos megjelenésének és teljesítményadatainak ismerete nélkül végeztük. A genetikai csoportok meghatározott termelési- és teljesítmény adatainak vizsgálata és a klaszter analízissel kapott genetikai csoportok között összefüggést találtunk, amelyek az állatok eltérő típusaival magyarázhatóak.

### **3.2. A hazai angus tehének első elléskori életkorának (AFC) populációgenetikai jellemző**

#### **3.2.1. A környezeti tényezők hatása**

A hazai angus tehének AFC-jének az összesített átlaga  $28,1 \pm 0,1$  hónap (SD =5,3 hónap, CV = 18,9%). Az eredmény elmarad a szakirodalmi hivatkozásokban javasolt 22–24 hónaptól. A vizsgálatban az angus üszők átlagos tenyésztésbe kerülése 18,6 hónap, ami 5–7 hónappal alacsonyabb, az ideális 12–15 hónapos tenyésztésbe vételi kornál.

A vizsgált környezeti tényezők: apa ( $p < 0,01$ ), állomány ( $p < 0,05$ ), tehén születési év ( $p < 0,01$ ), tehén ellési időszaka ( $p < 0,01$ ) hatásai szignifikánsnak bizonyultak az AFC tulajdonságra, a tehén színváltozata alapján elkülönített csoportok között nem mutatkozott szignifikáns különbség. A Pearson féle korrelációs analízis laza, de szignifikáns korrelációt mutatott az AFC és az állomány között ( $r = 0,104$ ,  $p < 0,01$ ), negatív korrelációt a színvariánssal ( $r = -0,108$ ,  $p < 0,01$ ) és laza pozitív korrelációt a születési évszakkal ( $r = 0,060$ ,  $p < 0,01$ ), míg a születési évvel igen laza, negatív korrelációt ( $r = -0,063$ ,  $p < 0,01$ ).

Az AFC-t meghatározó környezeti tényezők százalékos aránya: tehén születési évszaka 28,99%, tehén születési éve 28,7%, tehén apja 18,32%, állomány 11,77%, maradék szórás 4,12%. A tehén születési évszaka és a születési éve a legjelentősebb tényezők, amelyek együttesen magyarázzák az AFC eltérések közel 60%-át ezek a környezeti tényezők, a tartási- és takarmányozási gyakorlatok, az időjárás és a legeltetés jelentős változásainak tudhatók be. Az apák genetikai hatása az ivadékok fenotípusos varianciájának 18,32%-át magyarázza, amely magában foglalja a genetikai és a környezeti hatásokat.

Az AFC becsült korrigált átlagértéke GLM módszerrel  $28,3 \pm 0,4$ . A vizsgált állományok átlagos AFC-je eltérő. Az 2-es állományban (brit típusú vörös angus) az AFC ( $30,0 \pm 0,7$ ) +1,7

hónap átlagtól való eltéréssel, a 3-as állományban (hagyományos brit típusú fekete angus) lévő üszöké ( $26,8 \pm 0,7$ ) -1,5 hónap átlagtól való eltéréssel (3,2 hónap különbség). 1999-ben az AFC 24,9, 2012-ben 31,6, ami 6,7 hónapos különbség. Az eltérések rámutatnak, hogy a különböző években tapasztalt környezeti, gazdálkodási feltételek jelentősen befolyásolták a tehenek szaporodási képességét. A tavaszi születésű egyedek AFC-je ( $27,7 \pm 0,3$ ) 1,3 hónappal rövidebb, mint a nyári és 0,8 hónappal az őszi évszakban születetteké.

### **3.2.2. Populációgenetikai paraméterek**

Az AFC (GLM  $0,51 \pm 0,06$  és BLUP  $0,38 \pm 0,05$ )  $h^2$  értékei magasabbnak bizonyultak a szakirodalmi forrásokhoz képest. Az eltérés a populáció szerkezetében, a szelekciós intenzitásban vagy a környezeti feltételekben mutatkozó különbségekkel magyarázható. A két módszerrel becsült öröklődhetőségi becslések közötti különbség a variancia-komponens becslésének módszertani eltéréseiből fakad. A direkt és anyai genetikai hatások közötti korreláció értéke igen szoros és negatív  $r_{dm} = -0,97 \pm 1,00$ . Az 1,0-s standard hiba (SE) azonban azt jelzi, hogy ez a korreláció statisztikailag nem különbözik a nullától. A variancia többségét genetikai és egyéb nem állandó környezeti tényezők befolyásolják az általunk vizsgált angus populációkban.

### **3.2.3. Az apa hatása az első ellési életkorra**

A GLM módszerrel meghatározó különbségeket találtunk a tenyészbikák ivadékcsoportjainak AFC átlagértékei között. A 20716-os regisztrációs számú tenyészbika ivadékai átlagosan  $31,7 \pm 1,1$  hónaposan ellettek ( $TÉ_{GLM} = +6,8$  hónap), a 20495-ös tenyészbika ivadékai  $22,4 \pm 1,0$  hónapos korukban ( $TÉ_{GLM} = -11,7$  hónap), az eltérés 9,3 hónap. Az ivadékcsoportok közötti különbség és az apák AFC-jének TÉ-je között is nagy differenciát tapasztaltunk. A BLUP állatmodell használatával a TÉ két szélső értéke (27934: +6,0 hónap és 20495: -6,2 hónap), eltérésük 12,2 hónap. A Spearman-féle rangkorrelációs együttható ( $r_{ho} = 0,86$ ;  $p < 0,01$ ) viszonylag erős egyezést jelez a két módszer között. Ez a korreláció azonban nem feltétlenül tükrözi teljes mértékben a kevesebb ivadékkal vagy szélsőséges értékekkel rendelkező apák rangsorolásának különbségeit. Az eredmény rámutat arra, hogy a modell továbbfejlesztése és a tenyészértékbecslések pontosságának javítása érdekében érdemes részletesebb genetikai információkat bevonni.

### **3.2.4. Fenotípusos és genetikai trendek az első elléskori életkorban**

A becsült fenotípusos és genetikai trendek adatai alapján a fenotípusos trend minimális ( $b = +0,03 \pm 0,05$ ) és nem szignifikáns, illeszkedése ( $R^2 = 0,02$ ;  $p > 0,05$ ), jelezve, hogy a környezeti és genetikai hatások és időbeli változások nem befolyásolták jelentősen az első ellési életkort. A genetikai trend, bár a GLM modellel értékelve szignifikáns csökkenést mutatott az AFC tekintetében ( $b = -0,20$ ;  $p < 0,05$ ;  $R^2 = 0,18$ ), a megbízhatóbb BLUP alapján sem az anyai, sem a direkt tenyészték szerint nem csökkent ( $b = -0,00$ – $+0,01$ ;  $SE = 0,00$ – $0,03$ ;  $p > 0,05$ ,  $R^2 = 0,00$ ). A 23 éves vizsgálati periódus során nem történt fenotípusos vagy genetikai változás. Az azonban, hogy a korábbinál magasabb öröklődhetőségi becsléseket kaptunk, arra utal, hogy az angus populációban az első elléskori életkor alapján szelekció lehetséges.

### **3.3. Az értékmérő tulajdonságok összehasonlító vizsgálatainak eredménye az angus állományok eltérő genetikai csoportjai között.**

#### **3.3.1. Első ellési életkor (AFC)**

Az AFC értéke a vizsgált csoportok tekintetében kis mértékben eltért. A négy genetikai csoport átlagos AFC  $2,35 \pm 0,54$  év. A legalacsonyabb AFC-t a piros csoportnál találtuk  $2,28 \pm 0,49$  év, a legmagasabb érték a sárga csoportnál jelentkezett  $2,47 \pm 0,68$  értékkel. A különbség a legalacsonyabb és a legmagasabb érték között  $0,19$  év, megközelítően 69,4 nap. Az AFC genetikai csoportjai közötti különbségek szignifikánsak ( $p < 0,01$ ).

#### **3.3.2. Élve született borjak száma (NCB)**

Az NCB értéke a vizsgált csoportok tekintetében jelentősen eltért. A négy genetikai csoport átlagos NCB-je:  $5,89 \pm 3,69$ . A genetikai csoportok közötti különbségek szignifikánsak ( $p < 0,01$ ). A legalacsonyabb NCB:  $5,3 \pm 3,6$  kék csoport, a legmagasabb érték  $8,85 \pm 4,15$  a sárga csoportnál. A legalacsonyabb és a legmagasabb érték közötti különbség  $3,6$  borjú.

#### **3.3.3. Hasznos élettartam (LP)**

A LP értéke nagymértékben különbözött a vizsgált csoportok között. A négy genetikai csoport átlagos LP-je  $6,85 \pm 4,13$  év. A csoportok közötti eltérések szignifikáns ( $p < 0,01$ ). A legalacsonyabb LP-t a kék csoportban találtuk,  $6,14 \pm 3,6$  év, míg a legmagasabb értéket,  $9,8 \pm 4,6$  évet, a sárga csoportban. A legalacsonyabb és a legmagasabb érték közötti különbség

3,7 év, ami jelentős, három borjú feletti különbség, amit a vizsgálat NCB eredményei is megerősítettek.

#### **3.3.4. Selejtezési kor (AGE)**

A vizsgált genetikai csoportok tekintetében az AGE (születéstől a selejtezésig) mérsékelten különbözött. A négy genetikai csoport átlagéletkora  $9,2 \pm 4,26$  év. A legalacsonyabb AGE a kék csoportban  $8,44 \pm 4,11$ , a legmagasabb a sárga csoportban  $12,27 \pm 4,53$  jelentkezett. A két érték közötti különbség 3,83 év. Ez a különbség megfelel az LP és a AFC különbségeinek. A genetikai csoportok és az AGE alapján képzett csoportok közötti különbségek szignifikánsak ( $p < 0,01$ ). A genetikai csoportok és az AGE közötti korrelációk tükrözik a tenyészállatok teljesítményét és az állományban maradási befolyásoló tényezőket.

#### **3.3.4. Születési súly (BW)**

A BW értéke kismértékben eltért a vizsgált csoportokban. A négy genetikai csoport átlagos testtömege  $29,4 \pm 4,28$  kg volt. A genetikai csoportok és a BW alapján képzett csoportok közötti különbségek szignifikánsak ( $p < 0,01$ ). A legalacsonyabb érték a kék csoportnál jelentkezett  $29,23 \pm 4,2$  a legmagasabb a piros csoportban  $31,35 \pm 5,8$ . A legalacsonyabb és a legmagasabb születési súly különbsége 2,12 kg.

#### **3.3.5. 205 napra korrigált súly (WW)**

A WW értéke a vizsgált csoportok tekintetében lényegesen eltér. A négy genetikai csoport átlagos WW-je  $176,90 \pm 44,07$  kg. A genetikai csoportok és a WW alapján képzett csoportok közötti különbségek szignifikánsak ( $p < 0,01$ ). A legalacsonyabb WW-t a kék csoportban találtuk  $166,57 \pm 41,1$  a legmagasabb értéket  $212,56 \pm 25,9$  -t pedig a sárga csoportban. A legkisebb és a legnagyobb 205 napra korrigált választási súly közötti különbség 45,99 kg.

A vizsgálat eredményei alapján jelentős különbségek vannak a legfontosabb reprodukciós és élettartam tulajdonságok között a DNS mikroszatellit információk által meghatározott Angus állományok genetikai csoportjai között. Ezek az eredmények hasznosak lehetnek a tenyésztési program kidolgozásában, és segíthetnek a szelekciós döntések meghozatalában, hozzájárulva a fajta hatékonyabb és fenntarthatóbb tenyésztési stratégiájához. A hat vizsgált tulajdonság átlaga AFC  $2,35 \pm 0,54$  év, NKB  $5,89 \pm 3,69$  egyed, LP  $6,85 \pm 4,13$  év, KOR  $9,2 \pm 4,26$  év, BW  $29,4 \pm 4,28$  kg és WW  $176,9 \pm 44,1$  kg. A sárga csoport a reprodukciós és növekedési tulajdonságokban (NCB, LP, AGE, WW), a piros az AFC-ben és a BW-ben teljesített a legjobban. A kék mutatta a leggyengébb teljesítményt az NKB, a LP, az AGE, a BW és a WW között. A nagyobb testű

vörös angus állományok nagymértékben elmaradtak a hagyományos, kisebb brit típusú fekete és vörös angus populációk teljesítményétől a fenntarthatóságot és jövedelmezőséget befolyásoló vizsgált tulajdonságokban.

#### 4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. DNS mikroszatellit markerekkel elsőként határoztam meg a magyarországi angus állományok genetikai szerkezetét. A vizsgált 12 lókuszon megfigyelt allélszámok 11 és 18 között változtak. Az átlagos effektív allélszám  $N_e = 3,201$ , ami közepesen magas genetikai változatosságra utal. A megfigyelt heterozigotitás  $H_o = 0,710$ , a teljes várható heterozigotitás  $H_e = 0,659$ , a beltenyésztettségi együttható  $F_{is} = -0,079$ .
2. Hálózatelemzés alapján kimutattam, hogy az az IBS (Identical By State) érték, amelynél a hálózat egybefüggő maradt, 0,624 volt, ami az adott egyedek DNS szakaszainak azonos alléljaira utal.
3. Populációgenetikai elemzés eredményeként a 16 magyarországi angus törzstenyészetet négy genetikailag elkülöníthető csoportba sorolhatónak találtam.
4. Megállapítottam, hogy a mikroszatellit információk alapján elkülönítet genetikai csoportok között az angus fajtában bizonyos, értékmérő tulajdonságokban is megnyilvánuló termelési különbségek mutathatók ki.
5. Rámutattam, hogy a legelőn tartott angus tehének első ellési életkorát döntően az időjárással összefüggő környezeti tényezők (születési évszak 28,99%,  $p < 0,01$ ), a születési évjárat (28,7%,  $p < 0,01$ ), és a menedzsmenttel kapcsolatos, tenyészet hatások (11,77 %,  $p < 0,05$ ) alakították.
6. Lineáris regressziós trend elemzéssel megállapítottam, hogy a hazai angus tehénállomány átlagos első ellési életkora, sem fenotípusosan (teljesítmény trend értéke,  $b = +0,03 \pm 0,05$ ;  $p > 0,05$ ;  $R^2 = 0,02$ ) sem a BLUP szerint genetikailag (a tenyésztési érték trend értéke,  $b = -0,00 \pm 0,01$ ;  $SE = 0,00 - 0,03$ ;  $p > 0,05$ ,  $R^2 = 0,00$ ) nem változott a vizsgált 23 éves időszakban.

## 5. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

Mivel csak az értekezés témakörében megjelent publikációkról van szó, nem kell a Publikációs jegyzék cím, mert zavaró.

### 5.1. Az értekezés témakörében megjelent publikációk

#### 5.1.1. Idegen nyelvű folyóiratban megjelent lektorált cikk

- **Márton J.**, Bene S., Zsolnai A., Anton I., Szabó F.: Comparison of some economic traits by genetic cluster of Aberdeen Angus cattle. Archives Animal Breeding, (Q2, IF: 1,75).
- **Márton J.**, Bene S., and Szabó F., “Heritability Estimates of Age at First Calving and Correlation Analysis in Angus Cows Bred in Hungary,” ANIMALS, vol. 14, no. 24, 2024. (Q1, IF: 2,94).
- **Márton J.**, Szabó F., Zsolnai A., and Anton I., “Genetic diversity and phylogenetic relationship of Angus herds in Hungary and analyses of their production traits,” ANIMAL BIOSCIENCE, vol. 37, no. 2, pp. 184–192, 2024. (Q1, IF: 2,4).
- **Márton J.** and Szabó F., “Some Actualities and Challenges in Sustainable Beef Cattle Breeding and Husbandry,” CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS, vol. 107, pp. 241–246, 2023.(Q3, IF: 1,2).
- Szabó F., **Márton J.**, and Bene S., “Weaning results of Angus calves in Hungary,” in 58th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, 2007, p. 369.

#### 5.1.2. Magyar nyelvű lektorált folyóiratban megjelent publikáció

- **Márton J.**, Bene S., and Szabó F., “A fenntartható húsmarhatartás, húsmarhatenyésztés aktualitásai, kihívásai,” ÁLLATTENYÉSZTÉS ÉS TAKARMÁNYOZÁS, vol. 73, no. 1, pp. 47–58, 2024.
- **Márton J.**, Szabó F., Zsolnai A., and Anton I., “A magyarországi angus állományok populáció genetikai vizsgálata, értékmérő tulajdonságaik elemzése,” ÁLLATTENYÉSZTÉS ÉS TAKARMÁNYOZÁS, vol. 73, no. 2, pp. 219–232, 2024.
- Szabó F., **Márton J.**, Szűcs M., and Bene S., “A direkt- és az anyai genetikai hatás kapcsolata a húsmarhák néhány tulajdonságában,” in LXV. Georgikon Napok Tudományos Konferencia [65th Georgikon Days Scientific Conference] Keszthely, 2024. május 17–18., 2024, pp. 52–52.

- Szabó F., **Márton J.**, Szabó E., and Bene S., “Húshasznosítású tehenek korai kiesésének, hasznos élettartamának néhány kockázati tényezője,” *MAGYAR ÁLLATORVOSOK LAPJA*, vol. 143, no. 1, pp. 17–24, 2021.
- Szabó F., **Márton J.**, Dákay I., and Bene S., “Néhány tényező hatása a húshasznosítású tehenek hasznos élettartamára = Effects of some factors on longevity of beef cows,” *ÁLLATTENYÉSZTÉS ÉS TAKARMÁNYOZÁS*, vol. 69, no. 2, pp. 91–100, 2020.
- **Márton J.**, Márton D., and Márton I., “Húsmarha tenyésztésünk lehetőségei, kihívásai = Possibilities and challenges of the Hungarian beef industry,” *ÁLLATTENYÉSZTÉS ÉS TAKARMÁNYOZÁS*, vol. 66, no. 4, pp. 398–406, 2017.
- Kádár L. and **Márton J.**, *A jövedelmező húsmarhatartás alapjai*. Budapest: Vidékfejlesztési Minisztérium, 2013.
- **Márton J.**, “Húsmarha kalendárium,” in *Versenyképes húsmarhatartás - A jövedelmezőség kulcstényezői a telepi gyakorlatban*, 2013, pp. 145–160.
- **Márton J.**, “Alkalmazott tenyészérték-becslési eljárás,” in *Versenyképes húsmarhatartás - A jövedelmezőség kulcstényezői a telepi gyakorlatban*, 2013, pp. 41–55.
- Szabó F., Keller K., Kovács Á., Fekete Z., and **Márton J.**, “A húsmarhatartás ökonómiai modellezése,” *ÁLLATTENYÉSZTÉS ÉS TAKARMÁNYOZÁS*, vol. 62, no. 2, pp. 114–123, 2013.
- Szabó F., Tempfli K., Márton I., **Márton J.**, Szűcs M., and Keller K., “A húsmarhatartás környezetének és genetikai alapjainak bio-ökonómiai értékelése,” *ÁLLATTENYÉSZTÉS ÉS TAKARMÁNYOZÁS*, vol. 62, no. 4, pp. 398–410, 2013.
- **Márton J.**, “Húsmarha kalendárium,” in *Versenyképes húsmarhatartás - A jövedelmezőség kulcstényezői a telepi gyakorlatban*, 2012, pp. 201–217.
- **Márton J.**, “Alkalmazott tenyészérték becslési eljárás,” in *Versenyképes húsmarhatartás - A jövedelmezőség kulcstényezői a telepi gyakorlatban*, 2012, pp. 53–72.
- **Márton J.**, “A fenotípusos teljesítmény alapján történő tenyész kiválasztás,” in *Versenyképes húsmarhatartás - A jövedelmezőség kulcstényezői a telepi gyakorlatban*, 2012, pp. 50–52.
- Bene S., **Márton J.**, Lengyel Z., Nagy B., and Szabó F., “Angus borjak választási eredménye 2. Közlemény: Genetikai paraméterek, tenyészértékek,” *ÁLLATTENYÉSZTÉS ÉS TAKARMÁNYOZÁS*, vol. 56, no. 1, pp. 21–29, 2007.
- Szabó F., **Márton J.**, and Bene S., “Angus borjak választási eredménye. 1. Közlemény: Környezeti hatások,” *ÁLLATTENYÉSZTÉS ÉS TAKARMÁNYOZÁS*, vol. 56, no. 1, pp. 9–19, 2007.