

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

SZÉPNÉ TÓTH VIOLETTA

**MOSONMAGYARÓVÁR
2025**

**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:
DR. VARGA LÁSZLÓ DSc
EGYETEMI TANÁR**

**PROGRAMVEZETŐ:
PROF. EMERITUS DR. SZABÓ FERENC, DSc
EGYETEMI TANÁR, AZ MTA DOKTORA**

TÉMAVEZETŐK:

DR. MIKÓ EDIT
EGYETEMI DOCENS

DR. GULYÁS LÁSZLÓ
EGYETEMI DOCENS

**A TERMELÉSBŐL VALÓ KIKERÜLÉST
BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK VIZSGÁLATA
NAGYÜZEMI TEJTERMELŐ TEHENÉSZETEK BEN**

**KÉSZÍTETTE:
SZÉPNÉ TÓTH VIOLETTA**

**MOSONMAGYARÓVÁR
2025**

BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

Manapság a nagyüzemi tejtermelő gazdaságok nagy jelentőséget tulajdonítanak a leginnovatívabb és legfejlettebb takarmányozási, tartási, fejési és állat-egészségügyi technológiák alkalmazásának, hogy ezáltal gazdaságosan és magas minőségben termelhessenek tejet. A termelési mutatók javításával, valamint a költségek csökkentésével nagyobb jövedelmezőséget érhetünk el a tejtermelés során. Az olykor extrém mennyiségű tej termelésével egyidőben azonban számos egyéb problémával szembe kell néznie a tenyésztőknek. Világszerte észlelhető, hogy a tejtermelő tehenészetekben jelentősen csökkent a hasznos élettartam és a tehenek korai termelésből való kiesése is egyre gyakoribb kérdéssé vált. Magyarországon 2021-ben a hazai holstein-fríz állomány hasznos élettartama átlagosan 2,2 laktáció, a két ellés között eltelt idő pedig átlagosan 418 nap volt. Ezen kedvezőtlen értékek miatt nagyarányú üszőbeállítással kell számolnunk, így szinte minden szaporodásbiológiai szempontból egészséges üszőt tenyésztésre kell meghagynunk, hogy velük pótoljuk a termelésből kieső teheneket, így fenntartva az állomány létszámát és a termelés volumenét.

A témaválasztásom alapjául a hazai holstein-fríz tehénállományok rövid hasznos élettartama szolgált. Ennek okán szerettem volna még részletesebben foglalkozni a termelésből való kikerülések okaival, hogy szélesebb betekintést nyerjek a hazai tehenészetek legjellemzőbb selejtezési okaiba.

Kutatásom céljaul az alábbiakat tűztem ki:

1. A vizsgált telepeken megállapítani, hogy milyen okokból történik a legtöbb kikerülés a különböző laktációkban. Megvizsgálni, hogy a laktáció szakaszát tekintve, mikor a legnagyobb arányú a különböző gyógyszeres kezelések előfordulása. Megvizsgálni és értékelni a termelésből kikerült egyedek által termelt tej szomatikus sejtszámának alakulását.
2. Összefüggések keresése a tőgyödéma súlyossága és a következő paraméterek között: a kondíció, az ellési szemeszter, az első ellési életkor, a vemhességi idő, az ellés sorszama, a tőgybimbók hossza és átmérője, a tőgy bőrnek hőmérséklete, a tőgy függesztőszalag pontszama, az ujjlenyomat tartóssága, illetve a tőgy-és szaporodásbiológiai kezelések.
3. Kidolgozni egy olyan értékelési módszert (az ujjlenyomat teszt) a tőgyödéma súlyosságának számszerűsítésére, amely gyors, költséghatékony és könnyen integrálható a napi fejési rutinba egy magyarországi nagyüzemi tejtermelő gazdaságban, és támogatja az eddig ismert vizuális értékelési módszereket.
4. Létrehozni egy olyan mikroszimulációt, mely a telepi körülményekhez adaptálva segít meghatározni az egyedek optimális selejtezési idejét figyelembe véve a vemhesülési arányt és a tejtermelést.
5. A vizsgált telepek tehén családjainak összehasonlítása a kikerülési okok tekintetében. A tehén családot nőivarú leszármazottjainak száma és az életkor közötti kapcsolat vizsgálata.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A termelési és kikerülési adatok gyűjtése, elemzése

A selejtezéssel kapcsolatos vizsgálatokat tizenkét hazai nagyüzemi tejtermelő tehenészetben végeztem. A vizsgált telepek esetében a holstein-fríz fejőstehenek állomány létszáma 400 és 1500 között változott. A telepek földrajzi elhelyezkedését tekintve négy telep Csongrád- Csanád vármegyében, négy telep Veszprém vármegyében és négy telep Győr-Moson-Sopron vármegyében található. A tenyésztési és termelési adatok összegyűjtésében a RISKÁ telepírányítási rendszer volt segítségemre. Az adatelemzések és kimutatások elvégzéséhez szükséges megfelelően szűrt adatbázist a Microsoft Excel 2019 program segítségével hoztam létre. A legtöbb esetben az IBM SPSS Statistic 26 programmal történt az eredmények statisztikai feldolgozása. Az eredmények szemléltetését és szöveges értékelését a Microsoft Word 2019 programmal végeztem. A táblázatok, ábrák (grafikonok, hőterképek) elkészítésében segítségemre volt még a GIMP- GNU Image Manipulation Program 2.10.38.-as verziója, illetve a Microsoft Paint alkalmazás.

A tőgyödéma pontozása, a tőgy morfológiai tulajdonságainak vizsgálata

A tőgyödéma jelenlétét és súlyosságát 2021. decembere és 2022. novembere között egy Csongrád-Csanád vármegyei nagyüzemi tejtermelő gazdaságban vizsgáltam. Összesen 62 tőgyödémás tehenet találtam a várható ellés előtt két héttel lévő tehenek csoportjában a teljes vizsgálati időszak alatt. A tőgyödéma jelenlétét és súlyosságát a tőgy

fizikai vizsgálatával határoztam meg, a Morrison és mtsai. (2018) által kidolgozott négyponos skála segítségével. Az ödéma súlyosságát 0-tól 3-ig pontoztam, ahol a 0 pont azt jelentette, hogy nem volt ödéma, az 1 pont az enyhe ödémát, a 2 pont a közepes súlyosságú ödémát és a 3 pont a súlyos ödémát jelölte. A tőgyödéma súlyosságának változását minden egyes kiválasztott egyed esetében hetente követtem nyomon ellés előtt és az ellést követő 8. hétig. A kohorsz-vizsgálathoz több változót is figyelembe vettem az ödéma kimeneti változójaként. Ezek a következők voltak: az ujjlenyomat tartóssága, a kondíció, a tőgybimbó hossz és átmérő, a tőgybőr hőmérséklete, a függesztőszalag erőssége, az első elléskor betöltött életkor, a vizsgálat előtti vemhességi idő, az ellés sorszama, az ellés féléve (nyári vagy téli félév), az ellés körüli vizsgálati nap, a tőgy- és a szaporodásbiológiai diagnózis és állatorvosi kezelések.

Az ujjlenyomat tartóssága a bőr feszességének mértékét jelenti. A meghatározása során a mutatóujjat az ödémás területbe kell nyomni, és stopper órával mérni, hogy mennyi idő alatt tér vissza a tőgy bőr az eredeti állapotába. Ezt az időt másodpercekben fejeztem ki. A tehén mindkét hátulso tőgynegyedének közepét egymás után kell a mutatóujjal benyomni, legalább 2 másodpercig. Az adatfeldolgozás során a két értéket átlagoltam. A tőgybimbók hosszának mérésére mérőszalagot használtam és mm-ben fejeztem ki az értékét. A tőgybimbók átmérője a bimbók szélessége az alapnál, mm-ben kifejezve. A méréshez digitális tolómérőt (MIB 02026065 Digital Caliper 150/0,01 mm DIN 862) használtam. A tőgybimbók mindkét jellemzőinek feldolgozásakor az elülső és a hátulso tőgybimbók adatait párosítva összevontam. A tőgy bőr felszíni hőmérsékletét érintésmentes

infravörös hőmérővel (modell: AOV8711, teljesítmény: DC3V, pontosság: $\pm 0,2$ °C, válaszidő: 1 s, mérési távolság: 2-5 cm) mértem a hátulsó tőgynegyedeken. A hőmérsékletet Celsiusban fejeztem ki.

Statisztikai elemzés

Elkészítettem valamennyi vizsgált változó (beleértve az ujjlenyomat fennmaradását) ödémára vonatkozó alapstatisztikáját a tehének 294 megfigyelésével (egy tehenen minden paraméter esetében átlagosan 4,7 alkalommal végeztem mérést), amelyeket a teljes vizsgálati időszak alatt rögzítettem. Ez utóbbihoz egytényezős varianciaanalízist készítettem az ödéma pontszámának függvényében, mint csoportosító változóval. A Tukey HSD (honestly significant difference) post hoc tesztet használtam az ödéma pontszám osztályai közötti szignifikáns különbségek kimutatására. Valamennyi mutató közötti kapcsolatot ezután korrelációs együtthatók számolásával értékeltem, figyelembe véve az egyes egyedi megfigyeléseket is. Ezután faktoranalízist (faktorrotáció: varimax normalizált) végeztem a kapcsolódó változók vizsgálatára. Az ödémával közös faktorba tartozó tényezők változását (ujjlenyomat tartóssága, vizsgálati nap), valamint az ödéma mértékének változását a vizsgálati időszak alatt grafikusán ábrázoltam. Az ödéma mértékének esélyhányadosát az ujjlenyomat tartósságából számoltam. A 62 egyedből álló teljes populációból 50 olyan tehen adatait elemeztem, amelyeknél a tőgyödéma maximális értéke 3 volt. Ezek eredményeit összehasonlítottam a többi tehen eredményeivel ($n = 12$), amelyeknél az ellés körüli időszakban a tőgyödéma maximális értéke 2 pont volt. Minden vizsgált változót (pl. első ellési kor, vemhesség hossza, kondíciópont, tőgybimbók hossza és átmérője stb.) potenciális

kockázati tényezőként kezeltem a súlyos (3 pontos) tőgyödéma kialakulására és logisztikus regresszió (logit) alkalmazásával vizsgáltam őket, a backward elimination (visszafelé történő kizárás) módszerével, amíg csak olyan változók maradtak a modellben, amelyek P-értéke $<0,05$ nem volt. A paraméterbecslést, a Wald-statisztikát és az esélyhányadost (OR) 95%-os konfidenciaintervallummal (95% CI) közöltem. Az összes számítógépes feldolgozást, ami a tőgyödéma vizsgálatával kapcsolatos a Statistica 14.0.0.0.15-ös verziójával végeztem (TIBCO Software Inc., 2020).

A mikroszimuláció kialakításának módszere

A mikroszimuláció létrehozásában a Szegedi Tudományegyetem TTIK Informatikai Intézet Számítógépes Optimalizálás Tanszék kutatói voltak a segítségemre. A szimuláció elkészítéséhez hat tejtermelő tehenészet adatait dolgoztuk fel. Az elemzett paramétereket a RISKA telepírányítási rendszerből gyűjtöttük ki. A következő adatok álltak rendelkezésre: az ellést követő első termékenyítés időpontja, a két sikertelen termékenyítés közötti idő, a vemhesség hossza, a két ellés közötti idő (napokban) és a termékenyítések sikeressége. A vizsgálat az 1980 és 2020 közötti időszakot foglalta magába. A mikroszimulációt 1000 szimulált (valóságban nem létező) tehenre futtattuk le, de a tehen életútja valós telepi adatokon alapult. Ahhoz, hogy a mikroszimuláció minél inkább a valóságnak megfelelő legyen figyelembe kellett vennünk néhány alapvető paramétert és azok eloszlását, mint például a vemhesség hossza, a szerviz periódus hossza, a szarvasmarha ivari ciklusának hossza vagy a szárazra állítás napja.

A tehenek laktációjának hosszát befolyásoló egyik legfontosabb változót, az elléstől az első termékenyítésig eltelt időintervallumot (önkéntes várakozási időt) vizsgáltuk. Az ellést követő első termékenyítés időpontjainak adatbázisának feldolgozásakor a következő jellemzőket kellett figyelembe venni: torzított eloszlást kapunk, mivel egyes telepeken ivarzásszinkronizálást alkalmaznak. Az eloszlást az is torzítja, hogy a tehén ivarzását néha későn észlelik, ami meghosszabbítja az önkéntes várakozási időt. Az adatbázisban túl kevés adat, illetve hibásan rögzített első termékenyítési időpontok voltak, amelyeket szintén kezelni kellett. Ennek megfelelően az adatokat a legkisebb értékek 1%-kal történő csonkolásával transzformáltuk, majd kiválasztottuk a rájuk legjobban illeszkedő eloszlást (Johnson SU). A tehenek vemhessége átlagosan 285 nap, de mivel a szakirodalom 260 és 300 nap közötti intervallumot jelöl (Norman és mtsai, 2009; Vieira-Neto, és mtsai, 2017; Kašná és mtsai, 2020), ezért a valós adatokat e két érték között hagytuk, és az eloszlásokat ezekhez illesztettük. Mivel a tehén vemhességi ideje normális eloszlást követ (Sobek és mtsai, 2015), az adatokra haranggörbét illesztettünk. Ezután megvizsgáltuk, hogy a vemhesülési százalék és a termékenyítések számának kapcsolatát. A lineáris regresszió vizsgálatban a determinációs együttható közepes ($R^2 = 0,36$) erősségű kapcsolatot mutatott, ezért a szimulációban a vemhesülési arányt úgy tekintettük, hogy független a termékenyítés sorszámától.

A tehéncsaládok összehasonlító elemzésének anyag és módszere

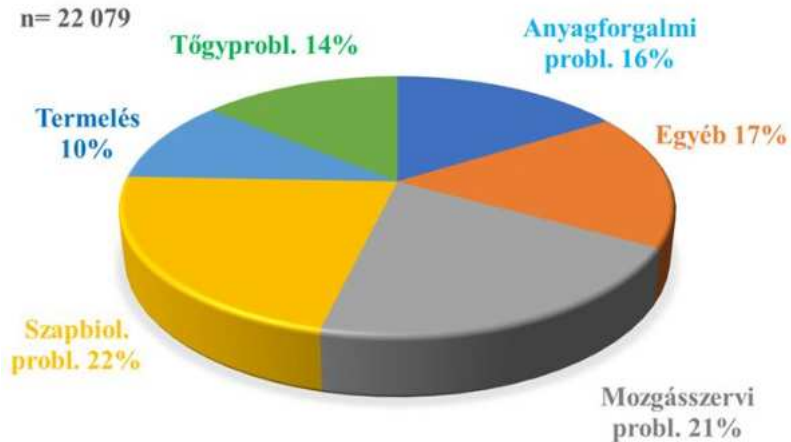
A tehéncsaládok népességének megállapítását, illetve a tehéncsaládok nőivarú leszármazottainak száma és a kikerülési okok közötti kapcsolatot mind a 12 telepen vizsgáltam. A tehén család egy olyan nőivarú szarvasmarhákból álló csoport, amelyek ugyanattól a tehéntől származnak anyai ágon. Vizsgálatomban az anya egy olyan nőivarú egyed, amely egy adott családi vonal alapítója vagy élete során legalább egy nőivarú ivadéka született. Minden telep esetében visszavezetem az állomány alapító tehenekig (anyák) a származási sort, 2020-tól egészen 1990-ig visszamenőleg. A számomra szükséges paramétereket a RISKA telepírányítási rendszerből gyűjtöttem össze, melyek a következők voltak: anya (állomány alapító tehenek és legalább egy nőivarú ivadéka született) fülszáma, születési és kikerülési dátuma, kikerülési módja, selejtezési kódja. Ugyanezen paramétereket gyűjtöttem ki a nőivarú leszármazottak esetében is. A származási vonalat maximum 13 generáción (leánytól a nyolcadik szépunokáig) keresztül vezettem vissza. Minden anya esetében megszámláltam, hogy összesen hány nőivarú leszármazottja született, ebből mennyi a leánya, unokája, dédunokája, ükunokája, szépunokája stb. Megszámláltam anyánként, hogy az összes nőivarú leszármazottból a különböző kikerülési okok (egyéb okok, szaporodásbiológiai, tőgy, mozgásszervi, anyagforgalmi problémák, illetve kedvezőtlen tejtermelés) esetében hány leszármazott került ki. Megállapítottam a nőivarú leszármazottak legkorábbi és legkésőbbi kikerülési életkorát, illetve az átlag életkorát és elkészítettem annak alapvető leíró statisztikáját, majd ezt telepenkénti bontásban is elkészítettem. Ezután megvizsgáltam a nőivarú leszármazottak száma és az életkor közötti kapcsolatot, amihez

Spearman- féle korrelációs elemzést végeztem. Végül minden telepről kiválasztottam az öt legnépesebb tehéncsaládot és megvizsgáltam a nőivarú leszármazottak száma és azok kikerülési okainak gyakorisága közötti kapcsolatot, melyhez korrelációs mátrixot készítettem.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A tejtermelésből való kikerülési okok részletes vizsgálata

A kikerülési okok vizsgálatakor tizenkét telep adatait elemeztem. A vizsgálat hat év selejtezési adatait dolgozta fel, 2015-től 2020-ig.



1. ábra: A vizsgálatban résztvevő tehenészetek termelésből való kikerülési okainak alakulása (2015-2020)

Először a vizsgálatban szereplő tehenészetek kikerülési okait együttesen vizsgáltam (lásd 1. ábra), ami alapján, megállapítottam, hogy a legnagyobb kikerülési arányt a szaporodásbiológiai rendellenességek mutatták a vizsgálati időszakban, melynek mértéke 22% volt. Ezután a mozgásszervi problémák jelentették a következő nagyobb értéket, amelyek 21%-os arányt képviseltek. Az anyagforgalmi betegségek miatt a tehenek 16%-a hagyta el a termelést. A tehenek 14%-a a tőgyproblémák, míg 10%-a pedig a nem megfelelő termelés miatt került ki az állományból. Igaz, hogy a harmadik legnagyobb arányt az "egyéb" kategória jelentette, viszont ez egy összevont csoport, mely olyan betegségeket, állapotokat foglal

magában, mint például az alkati gyengeség, a hirtelen szívmegállás, a tüdőgyulladás, a hőguta, a vérmérgezés vagy a fulladás. A továbbiakban vizsgáltam, hogy a laktáció, mely szakaszában milyen arányban jelentkeznek a különböző gyógyszeres kezelések. Az *1. táblázatban* százalékos formában tüntettem fel a gyógyszeres kezelések arányát a vizsgált laktáció szakaszát tekintve a telepi adatok alapján.

1. táblázat: A különböző gyógyszeres kezelések százalékos előfordulása a laktációs szakasz tekintetében (2015-2020)

Ellés sorszám	A gyógyszeres kezelések aránya a laktáció különböző szakaszaiban						
	1-50 (nap)	51-100 (nap)	101-250 (nap)	251-400 (nap)	401-600 (nap)	600+ (nap)	Összesen
1.	9,3 %	2,5 %	5,7%	6,1%	6,0%	1,3%	30,9%
2.	6,2%	2,8%	6,6%	5,9%	2,9%	0,3%	24,7%
3.	5,7%	2,2%	5,3%	5,3%	2,2%	0,3%	21,0%
>3.	6,4%	1,5%	6,1%	6,9%	2,2%	0,2%	23,4%
Összesen	27,6%	9,1%	23,8%	24,2%	13,3%	2,0%	100,0%

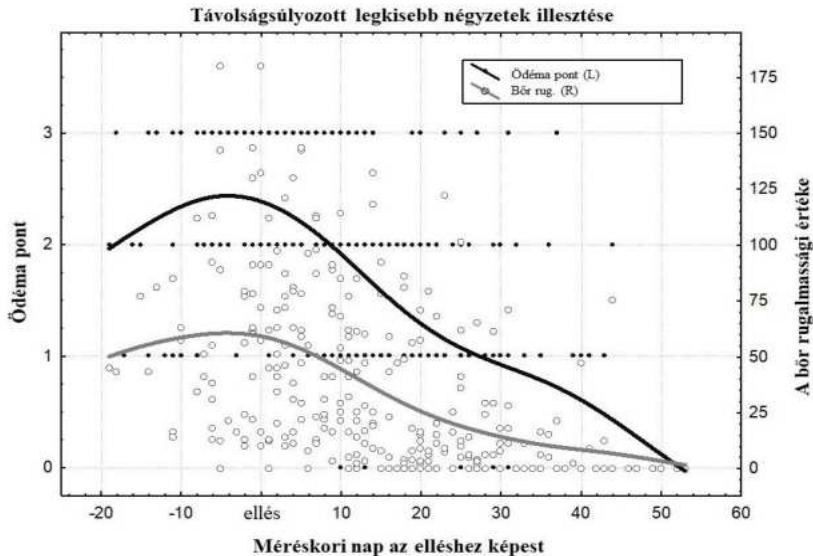
Az *1. táblázat* adatai alapján jól látható, hogy a tehén első és második ellése után jelentkeznek a legnagyobb arányban a különböző gyógyszeres kezelések, 30,9 és 24,7%-ban. Az ellés számától függetlenül megfigyelhető, hogy az adott laktáció első 50 napjában jelentkeznek legnagyobb mértékben a gyógyszeres kezelések. A laktáció második sarkalatos pontja a gyógyszeres kezelések előfordulása szempontjából a laktáció 251. és 400. napja közötti időszak volt. Ebben az időszakban az immunrendszer gyengülése, ami

miatt például az anyagforgalmi problémák gyakoribbak lehetnek, válasz lehet az általam kapott eredményekre, vagy esetleg a már meglévő krónikus betegségek súlyosbodása is okot adhat a gyakoribb gyógyszeres kezelésekre. A Kruskal-Wallis teszt eredménye ($p=0,0029$) alapján szignifikáns különbség állapítható meg az egyes laktációs szakaszokban történt gyógyszeres kezelések arányai között. Elvégeztem a tesztet arra vonatkozóan is, hogy az ellés sorszáma befolyásolja-e a különböző gyógyszeres kezelések arányát az egyes laktációs szakaszokban. A teszt elvégzése után megállapítottam, hogy az ellés sorszáma és hogy a tehén a laktáció melyik szakaszában van, az esetben nem hat szignifikánsan ($p=0,6081$) a gyógyszeres kezelések gyakoriságára.

A tőgyödéma vizsgálati eredményei

A 2. ábra a 2. faktorban összefüggő három változót mutatja. Jól látható, hogy az ödéma pontszámok és az ujjlenyomat fennmaradásának másodpercei nagyon hasonló meredekségűek a vizsgálati nap szerint. Amint azt a legkisebb négyzetek illesztése is mutatja, ezek már néhány nappal az ellés előtt elérik maximális értéküket. Ezután az ellést követő 50. napra mindkettő a kimutathatatlan szintre esik vissza. Nincs ödéma, ha a bőr azonnal visszatér eredeti állapotába, és nincsenek gödrök, bemélyedések a tőgyön. Vizsgálataim szerint enyhe ödéma (1. pont) esetén a benyomódás (kb. 2-3 mm) 20-25 másodperc alatt eltűnik. Mérsékelt ödéma (2. pont) esetén a kissé mélyebb bemélyedés (kb. 4-6 mm) körülbelül 45-50 másodpercig marad fenn. Ha az ödéma súlyos (3. pont), és az ujjlenyomat próba mély gödröt (8-10 mm) eredményez,

a becslések szerint (lásd a 2. ábrát és a 2. táblázat becslését) átlagosan legalább 70-75 másodpercre van szükség ahhoz, hogy a bőrfelület visszatérjen eredeti állapotába.



2. ábra: Az ödéma pontszámok és az ujjlenyomat fennmaradásának (rugalmasságának) másodperces eloszlása a vizsgálati napok szerint

A logisztikus regresszió alkalmazásakor a figyelembe vett kockázati tényezők közül csak az ujjlenyomat fennmaradása mutatott szignifikáns kapcsolatot az ödéma mértékével. A Khí-négyzet érték (12,2445, df=1) a jelenlegi modell (48,68) és a csak metszéspontot tartalmazó modell (60,92) közötti különbségre vonatkozóan rendkívül szignifikáns volt ($p < 0,001$). Így megállapítható, hogy az ödéma súlyossága szignifikánsan összefügg az ujjlenyomat fennmaradásával, azaz a tőgybőr rugalmasságával. A paraméterbecslést, a Wald-statisztikát és az esélyhányadost (OR) 95%-os konfidenciaintervallummal a 2. táblázat mutatja be.

2. táblázat: A tehenek tőgyödémájának súlyosságát becslő rugalmassági faktor logisztikus regressziós modelljének összefoglalása

Kockázati tényező	Paraméterbecslés	Wald <i>P</i> -érték	Esélyhányados	95% CI OR ¹
Az ujjlenyomat tartóssága	0,0412	0,0041	1,0421	1,0126-1,0725

¹ alsó és felső 95%-os konfidencia intervallum esélyhányados

A paraméterbecslés úgy értelmezhető, mint a lineáris regresszióban, azaz az ödéma súlyosságának 0,0412 ponttal való növekedése a bőr eredeti állapotába való visszatéréshez szükséges idő egy másodperces növekedését prognosztizálja. Az esélyhányados 1,0421 volt. Az 1-nél nagyobb esélyhányados azt jelzi, hogy a véletlenszerűség által vártnál jobb az osztályozás. Az ujjlenyomat fennmaradása tehát a legsúlyosabb ödéma (3. pontszám) esetén hosszabb, a bőr ilyenkor a legrugalmatlanabb, szemben a mérsékelt ödémával (2. pontszám). Az összesített helyes osztályozás százalékos aránya 87% volt (míg a 3. pontszámú ödéma esetében 98).

A mikroszimuláció eredményei

A szimulációt 1000 tehen adataival futtattuk le. Különböző tehenészetekből származó tehenek szignifikáns adatait vizsgáltuk a vemhesülési arányok és a tejtermelés csökkenésének függvényében. A szimuláció konfigurálásakor a telephely valós adatait adtuk meg, és az előzetesen kiválasztott folytonos eloszlási görbéket illesztettük a valós adatokhoz. A statisztikai számítások elvégzésekor az egyszerűség kedvéért 275 napos vemhességi idővel és 60 napos szárazon állási

időszakkal számoltunk. A szimulációban a selejtezési döntés időpontját és a vemhességi arányt vizsgáltuk az egész állományra (1000 tehén), illetve a vemhesült tehenekre vonatkozóan.

3. táblázat: A vemhesült tehenek adatainak alakulása a vemhesülési arány (20-50%) és a nem vemhesült tehenek selejtezési napjának (300 nap-400 nap) függvényében.

	A nem vemhesült tehenek selejtezési napja az elléstől számítva	Eredményes termékenyítés			
		20%	30%	40%	50%
Laktációban lévő tehenek száma	300	768	888	949	979
	350	841	929	971	989
	400	866	960	987	995
A teljes megtermelt tej mennyisége (kg) tehenenként/laktáció	300	5 694 504	6 568 803	7 007 842	7 216 165
	350	6 259 145	6 891 374	7 180 072	7 294 644
	400	6 443 755	7 113 913	7 291 722	7 337 053
A laktáció átlagos hossza (nap)	300	360,80	347,47	335,24	324,73
	350	383,93	363,82	344,29	329,91
	400	401,40	367,32	339,49	329,65
Átlagos napi tejhozam tehenenként (kg) teljes laktációra vetítve	300	20,550	21,296	22,026	22,698
	350	19,377	20,381	21,477	22,364
	400	18,536	20,173	21,761	22,368
Átlagos két ellés közötti idő (nap)	300	426,24	412,84	400,55	389,90
	350	439,78	425,16	407,62	394,21
	400	452,10	429,07	404,07	395,03
A két ellés közötti napokra számított tejhozam (kg)	300	17,395	17,924	18,435	18,904
	350	16,916	17,441	18,140	18,716
	400	16,458	17,270	18,283	18,666

A kifejlesztett szimulációs modell egy adott tejtermelő tehenészet adatai alapján képes előre jelezni, hogy a különböző vemhesülési arányok és selejtezési napok mellett milyen lesz a várható tejtermelés. A modell segít a döntéshozatali folyamat objektivitásának javításában, mivel a selejtezési döntést gyakran szubjektív módon hozzák meg. Amint a 3. táblázatban látható, a modell segítségével feltételezzük, hogy minden egyes termékenyítéskor az 1000 tehénnek csak 20, 30, 40 vagy 50%-a vemhesül. A termékenyítést 300, 350 vagy 400 napig kísérlik meg, ha a tehén ez idő alatt nem vemhesül, akkor nem kísérelnek meg további termékenyítést, hanem selejtezik az egyedét. A 3. táblázat azt mutatja be, hogy a két ellés közötti megtermelt tejmennyiség hogyan változik naponta a vemhességi arányok különböző szintjei mellett. A látható, hogy ha például a tehenet a 400. napon selejtezik, és a vemhességi arány 20%, akkor ez a tejmennyiség 16,5 kg, ha pedig 50%-os a vemhesülési arány, akkor 18,7 kg. Esetünkben a vemhesülési arány növelése nem eredményezte a tejhozam gazdaságilag jelentős növekedését. Ha a vemhesülési arányokat összehasonlítjuk az ugyanazon a napon kiselejtezett tehének eredményeivel, azt is megállapíthatjuk, hogy a 20%-os és 50%-os vemhességi arányok között nincs jelentős különbség a tejtermelésben. Látható, hogy a laktáció hossza, azaz a tejtermelő napok száma meghosszabbítható a selejtezési döntés időpontjának későbbi kitűzésével. A napi tejhozam folyamatos csökkenése tapasztalható mind a 20%-os, mind az 50%-os vemhesülési arány esetén. A vemhesülési arány növelése a vizsgált paraméterek közül csak a két ellés közötti időre volt pozitív hatással.

A tehéncsaládok összehasonlító elemzésének eredménye

Az utolsó vizsgálat a tizenkét tejtermelő tehenészet tehéncsaládjainak vizsgálatára irányult. Összesen 58 986 anya 308 500 nőivarú leszármazottjának életkor alakulását vizsgáltam egészen 1990 és 2020 között. Ezután megvizsgáltam azon anyák (48 693 egyed) nőivarú leszármazottjainak kikerülési okait, melyeknek már legalább egy leszármazottja selejtezésre került. Ezen leszármazottak száma 222 377 volt. Végül részletesebben megvizsgáltam minden telep esetében az öt legnépesebb tehéncsalád paramétereit is.

A következő vizsgálatban kiválasztottam minden telep öt legnépesebb tehéncsaládját és megvizsgáltam a nőivarú leszármazottak száma és azok kikerülési okainak gyakorisága közötti kapcsolatot korrelációs mátrix segítségével, melynek eredményeit a 4. táblázat mutatja be.

4. táblázat: A nőivarú leszármazottak száma és azok kikerülési okainak gyakorisága közötti korrelációs együtthatók

	1	2	3	4	5	6	7
1	1,00	-0,01	0,65*	0,54*	0,21	0,06	0,00
2	-0,01	1,00	-0,40	-0,26	-0,14	-0,24	-0,39
3	0,65*	-0,40	1,00	0,39	0,27	-0,12	-0,06
4	0,54*	-0,26	0,39	1,00	-0,13	0,34	0,46
5	0,21	-0,14	0,27	-0,13	1,00	-0,35	-0,38
6	0,06	-0,24	-0,12	0,34	-0,35	1,00	0,75
7	0,00	-0,39	-0,06	0,46	-0,38	0,75	1,00

Jelmagyarázat: 1 Nőivarú leszármazottak száma, 2 Egyéb kikerülési okok, 3 Tőgyproblémák, 4 Szaporodásbiológiai problémák, 5 Termelés miatti kikerülés, 6 Anyagforgalmi problémák, 7 Mozgásszervi problémák

A telepek legnépesebb tehéncsaládjait vizsgálva a nőivarú leszármazottak és a kikerülési okok gyakoriságának kapcsolatát elemeztem. A tőgyproblémák szoros, pozitív, szignifikáns ($r=0,65$, $p<0,001$) kapcsolatot mutattak a leszármazottak számával. Ez a kapcsolat arra utalhat, hogy minél népesebb egy tehéncsalád, annál valószínűbb, hogy a leszármazottak között előfordulnak tőgyproblémák. A leszármazottak száma és a szaporodásbiológiai problémák között közepesen szoros, pozitív, szignifikáns ($r=0,54$, $p<0,001$) kapcsolatot mutattam ki, vagyis a népesebb tehéncsaládok esetében szintén gyakoribb lehet a szaporodásbiológiai problémák előfordulása a leszármazottakban. Az eredmények alapján lehetséges, hogy a termékenyebb, több ivadékot produkáló tehéncsaládok genetikailag hajlamosabbak bizonyos szaporodásbiológiai problémákra, de ez irányban nem folytattam vizsgálatot. Előfordulhat az is, hogy a népesebb tehéncsaládok gyakran jobb tejtermelők, és a magas tejtermelés negatívan befolyásolhatja a szaporodásbiológiai teljesítményt. Vélhetően a népesebb tehéncsaládok esetében, mivel több az ellések száma gyakrabban fordulhatnak elő a szaporodásbiológiai és tőgyproblémák. A többi kikerülési ok (termelés, anyagforgalmi, mozgásszervi, egyéb problémák) és a leszármazottak száma között nagyon laza kapcsolat volt megfigyelhető, vagyis ezek a problémák vélhetően nem a család méretéhez kapcsolódnak, hanem sokkal inkább az egyediség, a környezeti tényezők és a genetikai tényezőkből erednek.

Ezután megvizsgáltam a kikerülési okok egymás közötti kapcsolatát is ebben a 60 legnépesebb tehéncsaládban. Az anyagforgalmi és a mozgásszervi problémák gyakorisága között szoros ($r=0,75$)

korrelációt találtam, vagyis az anyagforgalmi problémák gyakran vezethetnek mozgásszervi megbetegedéshez. Feltételezésemet igazolja, hogy Suthar és mtsai. (2013) vizsgálatukban megállapították, hogy az ellés után jelentkező ketózis 1,8-szorosára növelte a sántaság esélyét tejeneknél. A tőgyproblémák és a szaporodásbiológiai problémák között közepes ($r=0,39$) kapcsolatot találtam, vagyis a tőgyproblémák előfordulása bizonyos esetekben hatással lehet a szaporodásbiológiára. Az általam kapott eredményekkel ellentétben Borş és mtsai. (2024) erősen szignifikáns eltérést találtak a tőgygyulladásos tehenek vemhesülési aránya és az egészséges tehenek vemhesülési aránya között (49.2% vs. 36.4%, $p < 0,05$). Šarić és mtsai. (2022) azt a megállapítást tették, hogy a klinikai tőgygyulladás jelentős mértékben meghosszabbítja az elléstől a fogamzásig eltelt időt és növeli a termékenyítési indexet. Ez a negatív hatás hozzájárulhat a tehenek korai selejtezéséhez.

ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

A magyarországi holstein-fríz tejtermelő tehenészetek kikerülési okait vizsgálva a következő új tudományos eredmények állapíthatók meg:

1. Az elülső tőgybimbók átmérője bizonyítottan ($p=0,038$) pozitív kapcsolatban áll a tőgyödéma mértékével. Az elülső és a hátulsó tőgybimbók hossza nem mutatott összefüggést az ödéma mértékével. A tőgybőr hőmérséklete statisztikailag igazolt ($p=0,007$), negatív kapcsolatot mutatott az ödéma súlyosságával. Szignifikáns ($p=0,014$), pozitív összefüggés van az ödéma előfordulása és a szaporodásbiológiai kezelések gyakorisága között. A vizsgálati eredmények arra engednek következtetni, hogy az ödéma, mint anyagcserezavar inkább a szaporodásbiológiai betegségekkel és kezelésekkkel hozható összefüggésbe.
2. Közepesen szoros kapcsolatot találtam az elülső és a hátulsó tőgybimbók hossza és az ellési félév ($-0,50$, illetve $-0,39$) között, az ujjlenyomat megmaradása és a vizsgálati nap ($-0,50$) között, és az elülső tőgybimbók hossza és a tőgy bőr hőmérséklete ($0,42$) között. Megállapítottam, hogy az ujjlenyomat fennmaradása (a tőgybőr rugalmassága) szignifikánsan összefügg az ödéma súlyosságával, ezért az ujjlenyomat teszt alkalmazható az ödéma súlyosságának értékelésére.

3. A nőivarú leszármazottak száma és az átlag életkor között laza pozitív, de szignifikáns ($r=0,270$, $p<0,001$), a legkorábbi kikerülési életkor között negatív, közepesen szoros, szignifikáns ($r=-0,502$, $p<0,001$), míg a legkésőbbi kikerülési életkor között szoros, pozitív, szignifikáns ($r=0,675$, $p<0,001$) kapcsolatot állapítottam meg.

4. A nőivarú leszármazottak és a kikerülési okok gyakoriságának kapcsolatát elemezve megállapítottam, hogy a tőgyproblémák szoros, pozitív, szignifikáns ($r=0,65$, $p<0,001$) kapcsolatot, míg a szaporodásbiológiai problémák közepesen szoros, pozitív, szignifikáns ($r=0,54$, $p<0,001$) kapcsolatot mutattak a leszármazottak számával. A leszármazottak kikerülési okai közötti kapcsolat vizsgálatakor megállapítottam, hogy az anyagforgalmi és a mozgásszervi problémák gyakorisága között szoros ($r=0,75$), a tőgyproblémák és a szaporodásbiológiai problémák között, pedig közepes ($r=0,39$) kapcsolat van.

A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

Idegen nyelvű tudományos közlemények

Tóth, V., Gulyás, L., Mikó, E., Gáspárdy, A. (2024): Evaluation of finger imprint persistence as a practical method for measuring the severity of mammary oedema in dairy cows. *Journal of Central European Agriculture*, 25. (2), 292-304. DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/25.2.4039>

Tóth, V., Heinc, E., Mikó, E., Csendes, T., Bánhelyi, B. (2024): Profitability Optimization of Dairy Farms: The Effect of Pregnancy Rate and Culling Decision. *Animals 14. (1)* 18. <https://doi.org/10.3390/ani14010018>

Tóth, V., Gráff, M., Köteles, D., Gulyás, L., Mikó, E. (2023): Examination of the presence and effect of udder edema in Holstein-Friesian cattle. *Acta Agraria Debreceniensis*, 1:125-130. DOI:10.34101/ACTAAGRAR/1/12070.

Tóth, V., Nagypál, V., Süli, Á., Mikó, E. (2019): Culling Trends on a Hungarian Large Scale Dairy Farm. *Lucrari Stiintifice Zootehnie Si Biotehnologii / Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies* 52. (2) 117-122. https://www.spasb.ro/index.php/public_html/article/view/877

Tóth, V., Nagypál, V., Süli, Á., Mikóné Jónás E. (2019): Investigation of culling practices on a dairy farm. *Review on Agriculture and Rural Development* 8 (1-2):96-101. <https://doi.org/10.14232/rard.2019.1-2.96-101>.

Magyar nyelvű tudományos közlemények

Tóth, V.; Gulyás, L.; Köteles, D.; Mikó, E. (2023): A főbb selejtezési okok

- vizsgálata nagyüzemi tejtermelő tehenészetekben. *Acta Agromomica Óváriensis*, 64. (1) 132-145.
- Tóth V.;** Gráff M.; Mikó E.; Gulyás L. (2022): A tőgyödéma vizsgálata egy Csongrád – Csanád megyei tehenészetben. *XXVIII. Ifjúsági Tudományos Fórum Keszthely, Konferenciakötet*, 65-70.
- Tóth V.;** Gulyás L.; Mikó E. (2022): A tőgygyulladás és tőgyödéma, mint a tejelő tehenek selejtezését befolyásoló tényezők (Irodalmi áttekintés). *Állattenyésztés és Takarmányozás* 71 (4) 197-210.
- Tóth V.;** Nagypál V.; Gulyás L.; Mikó E. (2020): A tőgygyulladással kapcsolatos selejtezések vizsgálata egy Dél-alföldi tejelő tehenészetben. *Animal welfare, ethology and housing systems*, 16 (1), 79-86.