

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

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 ISKOLA VEZETŐ:

PROF. DR. VARGA LÁSZLÓ, DSc.
EGYETEMI TANÁR, AZ MTA DOKTORA

PROGRAMVEZETŐ:

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

TÉMAVEZETŐK:

DR. habil. 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**

**A TERMELÉSBŐL VALÓ KIKERÜLÉST BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK
VIZSGÁLATA NAGYÜZEMI TEJTERMELŐ TEHENÉSZETEKBEN**

Írta:
SZÉPNÉ TÓTH VIOLETTA

**Készült a Széchenyi István Egyetem Wittmann Antal Növény-, Állat- és
Élelmiszer- tudományi Multidiszciplináris Doktori Iskola
Ujhelyi Imre Állattudományi Doktori Programja keretében**

Témavezető: Dr. habil. Mikó Edit; Dr. Gulyás László

Elfogadásra javaslom (igen / nem)

(aláírás)

A jelölt a doktori komplex vizsgán megfelelt.

Mosonmagyaróvár,

.....
a Komplex Vizsga Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom (igen/nem)

Első bíráló (Dr.) igen/nem

(aláírás)

Második bíráló (Dr.) igen/nem

(aláírás)

Esetleg harmadik bíráló (Dr.) igen/nem

(aláírás)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján%-ot ért el.

Mosonmagyaróvár,

A Bírálóbizottság elnöke

Doktori (PhD) oklevél minősítése.....

Az EDT elnöke

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS.....	9
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	12
2.1. A hazai tejágazat aktuális helyzete.....	12
2.2. A selejtezés jelentősége, gazdasági hatása a tejtermelésre	13
2.3. A tőgygyulladás kiváltó tényezők és a tőgygyulladás hatásai .	19
2.4. Az ödéma általános leírása	22
2.5. A tőgyödéma kialakulása és kockázati tényezői.....	24
2.6. A tőgyödéma értékelési módjainak bemutatása.....	29
2.7. A tőgyödéma megelőzési és kezelési lehetőségei.....	33
2.8. A tőgy morfológiájának és egészségi állapotának jelentősége a hasznos élettartam függvényében	35
2.9. A kondíció jelentősége	37
2.10. A tehén család hatása az ivadékok teljesítményére és hasznos élettartamára	38
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	42
3.1. A termelésből való kikerülési okok vizsgálatának anyag és módszere.....	45
3.1.1. Adatgyűjtés, elemzés.....	45
3.2. A tőgyödéma vizsgálatának anyag és módszere	48
3.2.1. A vizsgált állatállomány	48
3.2.2. Adatgyűjtés	48
3.2.3. Statisztikai elemzés	52

3.3.	A mikroszimuláció kialakításának anyag és módszere	54
3.3.1.	A vizsgált tejtermelő tehenészetek és az adatgyűjtés módszerének bemutatása	54
3.3.2.	Az elléstől az első termékenyítésig eltelt idő (önkéntes várakozási idő) eloszlásának vizsgálata	56
3.3.3.	A vemhesség hosszának vizsgálata	58
3.3.4.	A termékenyítések közötti idő vizsgálata	59
3.3.5.	A termékenység vizsgálata	61
3.3.6.	A modell ellenőrzése	63
3.4.	A tehéncsaládok összehasonlító elemzésének anyag és módszere.....	66
4.	EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK.....	68
4.1.	A tejtermelésből való kikerülési okok részletes vizsgálata	68
4.2.	A tőgyödéma vizsgálati eredményei	83
4.3.	A mikroszimuláció eredményei	95
4.3.1.	A modell paraméterei	95
4.3.2.	A laktációs görbe szimulációja	98
4.3.3.	A tejhozam alakulása.....	99
4.3.3.1	Az összes szimulált egyed paramétereinek vizsgálata.	100
4.3.3.2	Csak a vemhes tehenek figyelembevétele a szimuláció során	104
4.4.	A tehéncsaládok összehasonlító elemzésének eredménye	108
5.	KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	118

5.1. A tejtermelésből való kikerüléssel kapcsolatos következtetések és javaslatok.....	118
5.2. A tőgyödéma vizsgálatával kapcsolatos következtetések és javaslatok.....	120
5.3. A mikroszimulációval kapcsolatos következtetések és javaslatok 121	
5.4. A tehéncsaládok összehasonlító vizsgálatával kapcsolatos következtetések és javaslatok	122
6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	125
7. ÖSSZEFOGLALÁS	127
8. SUMMARY	129
9. IRODALOMJEGYZÉK	131
TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	160
ÁBRÁK JEGYZÉKE	162
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	164
A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK.. 166	
A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉN KÍVÜL MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK.....	171

TERMELÉSBŐL VALÓ KIKERÜLÉST BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK VIZSGÁLATA NAGYÜZEMI TEJTERMELŐ TEHENÉSZETEK BEN

KIVONAT

Doktori disszertációmban feltártam tizenkét hazai tejtermelő tehenészet esetében a holstein-fríz tehenek leggyakoribb termelésből való kikerülési okait. Megvizsgáltam, hogy bizonyos kikerülési okok egyes laktációban milyen arányban fordulnak elő. Telepi szinten is vizsgáltam a kikerülési okok arányát. Vizsgálatot végeztem arra irányulóan is, hogy az ellésszám tekintetében a laktáció bizonyos szakaszaiban, hogyan alakul a különböző gyógyszeres kezelések aránya. Ezután a tőgyödéma vizsgálatával kezdtem foglalkozni, mint a tőgygyulladás lehetséges kockázati tényezője. Megfigyeléseket végeztem az ödémás állapot változásával, súlyosságával kapcsolatban. Összefüggéseket kerestem a tőgyödéma súlyossága és számos paraméter között, mint például a tőgybőr rugalmassága, hőmérséklete, a tőgybimbó, hossza és átmérője, valamint a tőgy- és szaporodásbiológiai kezelések gyakorisága között.

Egy kutatócsoport segítségével megalkottunk egy mikroszimulációt, mely az adott telepre adaptálva segítséget nyújt a selejtezés időpontjának meghatározásában úgy, hogy figyelembe veszi a vemhesülési arányt és a tejtermelést.

Végül a vizsgált telepek legnépesebb öt-öt tehéncsaládját összehasonlítottam aszerint, hogy melyik családban milyen kikerülési okok voltak megfigyelhetők a leány ivadékok esetében a legnagyobb gyakorisággal.

INVESTIGATION OF INFLUENCING TO QUIT THE MILK PRODUCTION IN LARGE SCALE DAIRY FARMS

ABSTRACT

In my doctoral thesis, I investigated the most common reasons for the withdrawal of Holstein-Friesian cows from production in the case of twelve domestic dairy farms. I examined the proportion of certain culling reasons that occur in certain lactations. I also examined the proportion of culling reasons at the farm level. I examined how the proportion of drug treatments changes depending on the number of calvings in different stages of lactation. I then began to investigate udder oedema as a possible risk factor for mastitis. I made observations on the changes in the oedematous condition, its severity. I searched for correlations between the severity of oedema and several parameters such as udder skin elasticity, temperature, udder teat, length and diameter, and the frequency of udder and reproductive biology treatments.

With the help of a team of researchers, we have created a microsimulation adapted to the specific farm to help determine the time of culling by taking into account pregnancy rate and milk production.

Finally, the most populous cow families of the farms studied were compared according to the culling reasons of the daughter progeny in each family.

1. 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 (Holstein-fríz Tenyésztők Egyesülete, 2021). 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 selejtezések egy része szakmai döntésen alapszik, stratégiaileg irányított. Ebben az esetben a tenyésztő valamely szakmai megfontolás alapján egészséges, de tartását tekintve nem jövedelmező egyedeket távolít el az állományból. A másik selejtezési típus a kényszer selejtezés, mely stratégiaileg nem tervezhető. Ilyenkor a tehenek többnyire valamilyen betegség következtében kerülnek ki a termelésből. Mikor a tejtermelő tehen életében egészségügyi probléma merül fel, abban az esetben nem

biztos, hogy képes lesz maradéktalanul elérni a genetikailag lehetséges maximum tejhozamát, ez pedig bevételkieséshez vezethet. Általános alapelv, hogy a tej mennyiségét, minőségét növelni, illetve javítani, valamint gazdaságosan termelni csakis egészséges állománnyal lehet.

A témaválasztásom alapjául a hazai holstein-fríz tehenállományok 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. Előzetes vizsgálatunkban megfigyeltük, hogy megközelítőleg a tehének 30%-a az első laktációban kerül ki az állományból. Laktációs szakaszt tekintve, pedig az ellést követő 50. napon belül van a kiesések jelentős hányada (Tóth és mtsai, 2019). Ezen szám adatok a tejtermelés gazdaságosságát és jövedelmezőségét negatívan befolyásolják, hiszen a gyakorlatban általában az a megállapítás, hogy a tehen első laktációjával termeli meg a felnevelés költségeit, majd az ezt követő laktációiban kezd jövedelmezővé válni a tejtermelése, ezért a nagyüzemi tejtermelő tehenészetekben törekedni kell arra, hogy a nagy genetikai értékű egyedeket minél tovább termelésben tartsák. A fenntartható tejtermelés egyik alapköve a hasznos élettartam növelésének elősegítése. A nagyüzemi holstein-fríz tehenészetekben a fő selejtezési okok között szerepelnek a szaporodásbiológiai rendellenességek, a tőgygyulladás-tőgyproblémák, az anyagforgalmi betegségek, a nem megfelelő mennyiségű tej termelése, a lábvégbetegségek, illetve a sántaság. A vizsgálatokat nagyüzemi körülmények között tartott holstein-fríz állományokban végeztem.

Kutatásom céljával 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 sorszáma, a tőgybimbók hossza és átmérője, a tőgy bőrének hőmérséklete, a tőgy függesztőszalag pontszáma, 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 tehéncsaládok nőivarú leszármazottjainak száma és az életkor közötti kapcsolat vizsgálata.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A hazai tejágazat aktuális helyzete

A KSH (2021.) adatai alapján 2021. decemberében a magyarországi szarvasmarha állomány 902 000 egyed számolt, melyből 420 000 volt tehén, ebből pedig 196 000 volt a tejhasznosítású. A tehén állomány vármegyei megoszlását tekintve a 2021-es évben Hajdú-Bihar (59 900 tehén) és Bács-Kiskun (37 700 tehén) vármegyékben volt a legnagyobb a tehén állomány. A legkevesebb tehén Heves (9 400 tehén) és Komárom-Esztergom (7 200 tehén) vármegyékben volt. A disszertációban vizsgált telepek Győr-Moson-Sopron, Veszprém és Csongrád-Csanád vármegyékben helyezkednek el. Ezen vármegyék tehén állománya a következőképpen alakult 2021-ben: 25 300, 23 300 és 18 500 egyed. Magyarország tehéntej termelése 2 085 ezer tonna volt 2021-ben, ami egy tehenre vetítve átlagosan 7 447 liter tejet jelent. Ugyanebben az évben a felvásárolt tehéntej mennyisége 1, 74 millió tonna volt, átlagosan 3,9%-os zsír és 3,4%-os fehérjetartalommal. A tehéntej literenkénti felvásárlási ára 114 forint, az egy főre jutó éves tej és tejtermék fogyasztás vaj nélkül pedig 170,5 liter volt (KSH, 2021). A hazai holstein-fríz tehénállomány laktációs tejtermelése 10 767 kg volt, 3,7% zsír és 3,3% fehérjetartalommal. Az átlagos tejelő napok száma pedig 297 nap volt (Holstein-Fríz Tenyésztők Egyesülete, 2021).

Az állományadatok 2024. év végére a következőképpen alakultak: szarvasmarha állomány 861 000 egyed, melyből 406 000 volt a tehén. A tehénállomány vármegyei megoszlásának sorrendjében nem történt változás 2024-re vonatkozóan. A hazai éves tehéntej termelés a 2024-es

évben 2 053 ezer tonna, az egy tehénre jutó éves tejtermelés pedig 7 661 liter volt. A felvásárolt tehéntej mennyisége 1, 73 millió tonna volt, 3,9%-os zsír és 3,4%-os fehérjetartalommal. Ebben az évben a tehéntej felvásárlási átlag ára 175 forint volt literenként, az egy főre jutó éves tej és tejtermék fogyasztás vaj nélkül pedig 165 liter volt (KSH, 2024). 2024-ben a hazai holstein-fríz állomány laktációs tejtermelése 11 422 kg volt, 3,8%-os zsír és 3,4%-os fehérjetartalommal. Az átlagos tejelő napok száma pedig nem mutatott változást (Holstein-Fríz Tenyésztők Egyesülete, 2024).

2.2. A selejtezés jelentősége, gazdasági hatása a tejtermelésre

A selejtezés, vagyis az állatoknak az állományból való kivonása egészségügyi, termelékenységi vagy egyéb gazdasági okokból jelentős hatással van a tejtermelésre a tejelő állományokban. Egy tejtermelő állattartó telepen a különféle állat-egészségügyi problémák gyakran vezetnek a termelés visszaeséséhez, ami bevételkiesést von maga után. Amennyiben a tejtermelő képesség csökkenése olyan szintet ér el, hogy egy beteg tehén helyettesítése egy új leellett üszővel, amely több tejet termel, gazdaságilag indokoltá válik, akkor érdemes a beteg állatot kivonni a termelésből. Amikor az állatokat a gazdaságosság szempontjából túl fiatal korukban selejtezik ki a termelésből, az jelentős befolyással van az állomány termelésének gazdaságosságára. De Vries és Marconades (2020) vizsgálata alapján az USA-ban a tejtermelő tehének átlagos hasznos élettartama alig haladja meg a három évet. Magyarországon 2021-ben a

Holstein-fríz Tenyésztők Egyesületének (2021) adatai szerint az átlagosan teljesített laktációk száma 2,2 volt. Borbély és mtsai (2022) szerint ez 40%-ot meghaladó éves selejtezési aránynak felel meg. Kanadában a 2023-as évi selejtezési arány 30,4% volt (CDIC, 2023). Az Amerikai Egyesült Államokban ez az érték 37% körüli (USDA, 2018). McConnel és mtsai (2008) arra a következtetésre jutottak, hogy a tejtermelés növelésére irányuló tenyésztési szelekció közvetetten rontotta a tehenek betegségekkel szembeni ellenálló képességét, ezzel csökkentve azok hasznos élettartamát. A tejtermelő tehenészetek jövedelmezőségének növelésében kulcsfontosságú tényező a termelési veszteségek csökkentése, ezért Lakner (1997) szerint az egyik cél az, hogy a nagy tejtermelő képességű teheneket a lehető legtovább termelésben tartsuk. Néhány tanulmány arról számol be, hogy a felnevelési költségek várható megtérülése csak a második laktáció kezdetén valósul meg (Bach, 2011; Archer és mtsai, 2013). Ózsvári (2007) munkásságában beszámol arról, hogy a tehenek az első laktáció során elérhetik genetikai adottságuk körülbelül 70-80%-át, a második laktáció idején 80-90%-át, majd a harmadik laktációban akár 90-100%-át is. Az ötödik és hatodik laktációban a tejtermelés szinten tartása figyelhető meg, majd a hetedik laktáció után a tejtermelés tekintetében folyamatos csökkenés következik be. A tehenek tejtermelési paramétereit jelentős mértékben befolyásolja a kor, mivel bizonyos esetekben a tejhozam annál nagyobb lehet, minél idősebb az egyed. Az első laktációs tejtermelés körülbelül 15%-kal kisebb mértékű, mint a későbbi laktációkban. Egy vizsgálat igazolta, hogy a tejhozam a harmadik laktáció után éri el a legmagasabb szintet, így a fiatal tehenek termelésből való kivonása semmiképpen sem előnyös vagy ajánlott (Rilanto, 2020). Amikor a tehenek már a korai laktációk során

kikerülnek a termelésből, az állományban megnő azoknak a fiatal teheneknek az aránya, amelyek még nem érték el a genetikailag meghatározott maximális tejtermelő képességüket. Széles (1996) kutatásai szerint az állomány fiatalítása csökkenti a tehenészetek átlagos éves tejtermelését. Bíró és Ózsvári (2006) szerint a selejtezési döntések jelentősen befolyásolják a fajlagos jövedelmezőséget, mivel a korai laktációkban (1. és 2. laktáció) történő selejtezés csökkenti a tejtermelést, viszont növeli a vágóértéket. Az Egyesült Államokban De Vries (2013) megállapította, hogy amikor a tehenek a laktáció korai szakaszában kerülnek ki az állományból, az tehenenként körülbelül 500-1000 dollárba (380-760 €) kerül a tejtermelőnek, és ez a költség nem tartalmazza a tejvesztés költségét. Több tanulmány is igazolta, hogy a tejelő tehenek korai selejtezése valóban nagymértékű jövedelemkieséshez vezet (Orpin és Esslemont, 2010; Lunak, 2020; Wright és Rusk, 2020). Hultgren és mtsai (2008) és Brickell és Wathes (2011) kutatásaikban megállapították, hogy az üszők 11–22%-át még az első ellés előtt selejtezik. További kutatások, pedig leírták, hogy a tehenek 8–19%-át már az első laktáción belül kisejtezik (Bach, 2011; Brickell és Wathes, 2011). A tejelő tehenek selejtezése a termelési ciklus korai szakaszában (azaz a tehén biológiai öregsége előtt) mind gazdasági (Magda, 2003; Vredenberg és mtsai, 2021; Gambonini és mtsai, 2022), mind környezetvédelmi (Axelsson, 2013) szempontból fenntarthatatlan gyakorlatnak számít.

A teheneknél a selejtezés két fő kategóriába sorolható: a kényszer selejtezésre és az ökonómiai okokból történő selejtezésre. A kényszer selejtezés esetén a döntést nem a telepvezető hozza meg, hanem az állatok állapota olyan mértékben romlik, hogy azok „automatikusan”

kiselejteződnak az állományból. Ilyenkor általában valamilyen betegség vagy szaporodásbiológiai okok miatt selejtezik az állatot, esetleg a tehén elhullik (Gröhn és mtsai, 2003; Langford és Stott, 2012). Kényszer selejtezésre ad okot például az elhúzódó tőgygyulladás vagy a kezelhetetlen lábvég-betegség. A selejtezési döntések többsége gazdasági megfontolásokon alapul, ezt nevezzük irányított selejtezésnek vagy stratégiai okokból történő selejtezésnek. Ilyen esetekben akár az is előfordulhat, hogy a teheneket a nem megfelelő tejtermelési paraméterek miatt vonják ki a termelésből, vagy akár tovább tartásra is értékesíthetik őket, úgy, hogy nincs ismert egészségügyi problémájuk. (Schuster és mtsai, 2020). Ezek általában olyan tehenek, amelyek esetében gazdaságilag észszerűbb helyettesíteni őket egy másik tehénnel (Fetrow és mtsai, 2006). Bíró és Ózsvári (2006) szerint a szerényebb tejtermelő képességű tehenek állományban tartásának költsége magasabb, mint a selejtezésük költsége. Hadley és mtsai (2006) megállapították, hogy a helyes ökonómiai alapú selejtezési döntések meghozatala az állomány termelékenységét és jövedelmezőségét hivatott növelni, mivel a beteg vagy gyenge termelésű tehenek tenyésztésben tartása csökkentheti az állomány tejtermelési szintjét és negatívan befolyásolhatja a szaporodásbiológiai mutatókat. Ennek következtében a gyenge tejtermelő képességű vagy beteg tehenek hosszabb ideig történő megtartása akadályozhatja az állomány genetikai fejlődését is. Weigel és mtsai (2003) szerint, ha a tejtermelés mennyiségére alapozott selejtezés túlságosan nagymértékű, akkor az növelheti a betegségek előfordulásának és a szaporodásbiológiai problémák gyakoriságának kockázatát az átlag feletti tejtermelésű tehenek esetében. Ez az állítás elsősorban azzal a megfigyeléssel áll összefüggésben, hogy a kimagasló tejtermelési

képességű tehenek nagyobb valószínűséggel szenvednek különféle betegségekben és érzékenyebbek azokra, mint csökkent tejtermeléssel bíró társaik. A helyes selejtezési döntések meghozatala rendkívül bonyolult folyamat, mely különböző tényezők összetett kombinációján alapul (De Vries, 2013, 2017). A megfelelően alátámasztott, helyes döntés meghozatalához jelentős mennyiségű tényezőt kell szem előtt tartani, többek között az életkort, a laktációs ciklusok számát, a tejhozamot, a szaporodásbiológiai és egészségi állapotot, valamint a betegségekre való hajlamot (Beaudeau, 1995). A döntéshozatali folyamatot elsősorban az olyan paraméterek határozzák meg, mint például a megtermelt tej mennyisége és piaci ára, a selejtezendő tehenek piaci értéke, a fiatal üszők rendelkezésre állása, felnevelési vagy beszerzési költségei, valamint a takarmánytermő területek rendelkezésre állása (McCullough és Delorenzo, 1996; Grandl és mtsai, 2019; Adriaens és mtsai, 2020; Rostellato és mtsai, 2021). Selejtezés minden esetben költségeket von maga után, mivel egy új tenyészállat felnevelése vagy beszerzése általában többbe kerül, mint a selejtezett állat értéke. Ezeket a költségeket lehet mérsékelni, ha például feljavítjuk a selejtezendő állat kondícióját (Magda, 2003). Az állattartó gazdasági döntése arról, hogy mikor selejtezze ki a tehenet, előfordulhat, hogy nem ugyanabban az időben jön létre, mint amikor a tehenet valójában ki kellene selejtezni (Langford és Stott, 2012).

Több kutatás is foglalkozott a selejtezés okainak elemzésével, amelyek kimutatták, hogy a fő okok közé tartoznak a szaporodásbiológiai zavarok, a masztitisz, a csökkenő tejhozam és a különböző lábproblémák (Bascom és Young, 1998; Beaudeau és mtsai, 2000; Ahlman és mtsai, 2011; Chiumia és mtsai, 2013). Rilanto (2020) saját kutatásában hasonló okokat

talált, bár eltérő prioritással. Az ő vizsgálatában az előfordulási sorrend a következő volt: sántaság és lábproblémák (26,4%), tőgyproblémák (22,6%), anyagcsere- és emésztési zavarok (18,1%), valamint szaporodásbiológiai problémák (12,5%). Egy vizsgálat megállapította, hogy a tehén állomány selejtezéseinek 22,9%-át a szaporodásbiológiai rendellenességek, 15%-át pedig a masztitisz és egyéb tőgyproblémák okozták (Fetrow 1987). Tóth és mtsai (2019) esetében az általuk vizsgált állomány 30%-át tőgygyulladás és tőgyproblémák, 22%-át pedig szaporodásbiológiai zavarok miatt selejtezték. Grandl és mtsai (2019) tanulmányukban leírták, hogy a tehenek nagy részét a laktáció korai szakaszában elsősorban az anyagcserével kapcsolatos egészségügyi okok miatt távolították el az állományból. Kijelenthető, hogy az egészségügyi rendellenességek közvetlen hatással vannak a selejtezésre és a termelési tulajdonságokra (Esposito és mtsai, 2014). Langford és Stott (2012) eredményeik alapján kijelentették, hogy a tehén jóllét javítása a tőgygyulladás, a sántaság, vagy a meddőség előfordulásának hosszú távú csökkentésével növeli az állomány átlagos hasznos élettartamát, illetve csökkenti a krónikus betegségekből adódó plusz költségeket. Ezen felül növeli a tehén utánpótlási lehetőséget is. Ez is azt mutatja, hogy a helyes állategészségügyi menedzsment és annak szigorú betartása/betartatása elsődleges fontosságú a selejtezési stratégia kialakításával kapcsolatban. Ennek köszönhető, hogy ma már a menedzsment a kezelések helyett sokkal inkább a betegségek megelőzését állítja a középpontba (Derks, 2014). Reimus és mtsai (2020) tanulmányukban felhívják a figyelmet arra, hogy a helyes gazdálkodási gyakorlatok, beleértve a jó tartási körülményekbe történő beruházásokat, jobb egészségügyi- és állatjólléti állapotot, illetve hosszabb hasznos élettartamot eredményezhetnek.

2.3. A tőgygyulladást kiváltó tényezők és a tőgygyulladás hatásai

A tejtermelő tehenek életében az egyik leggyakrabban előforduló betegség a tőgygyulladás, illetve annak kezelési költségét tekintve az egyik legköltségesebb betegségek közé tartozik (Rajala és Schultz, 1999; Halasa és mtsai, 2007; Hogeveen, és mtsai, 2011; Koeck és mtsai, 2012). A tőgygyulladás egy olyan betegség, amelynek kialakulását számos tényező egyidejű jelenléte idézi elő, így multifaktoriális eredetűnek mondjuk. Ez a gyulladás a tejutak (*ductus lactiferi*) nyálkahártyáját, a tőgy mirigyes vagy kötőszöveti részét, esetleg mindkettőt érintheti. Az egészséges tőgy semmilyen kóros elváltozást nem mutat, továbbá a tejben található szomatikus sejtek száma nem lépi túl a megengedett felső határértéket (400 ezer sejt/ml) (853/2004/EK rendelet, 2004). A szubklinikai tőgygyulladás során a tőgy nem mutatja a gyulladás látható vagy tapintható jeleit, azonban a tej szomatikus sejtszáma emelkedik, és kémiai összetétele eltér az egészséges tejétől (Monostori és Dégen, 2017; Pfützner és mtsai, 2017). Ilyen változások közé tartozik, például, a szomatikus sejtszám növekedése mellett a tej klorid-ion koncentrációjának jelentős emelkedése, valamint a nátrium, kalcium és magnézium szintjének növekedése, miközben a kálium és a laktóz mennyisége csökken (Biró, 2014). A klinikai tőgygyulladás lehet akut vagy krónikus formában jelentkező. Akut gyulladás esetén a tőgyön vizuálisan is észlelhető tünetek jelentkeznek. A látható tünetek közé tartozik például a tőgynegyedek szemmel látható duzzanata, kipirosodása, érzékenysége tapintáskor és a hőmérséklet növekedése. Krónikus gyulladás során nem mindig jelentkeznek látható tünetek a tőgyön. Mindkét esetben az első tejsugarak

kifejésekor a tej már érzékszervi eltéréseket mutathat. Az érintett tőgynegyedből származó tejben csomók, pelyhek vagy véres váladék is megjelenhet. Amennyiben a tőgygyulladás szisztémás jellegű, az állat általános egészségügyi problémákra utaló jeleket, mint például láz, apátia vagy étvágytalanság is mutathat (Tóth és Bak, 2001). Függetlenül attól, hogy klinikai vagy szubklinikai tőgygyulladásról van-e szó, mindkét esetben jellemző a tej termelésének csökkenése és a szomatikus sejtszám növekedése (Kovács, 2015). A legkomolyabb esetekben a gyulladt tőgynegyed tejtermelése akár teljesen megszűnhet (Gomes és Henriques, 2016).

A tőgygyulladásból eredő gazdasági veszteségeket a tőgyegészség védelmére vonatkozó programok kidolgozásával és azok szigorú alkalmazásával lehet mérsékelni. Caraviello és mtsai (2003) kutatásai alapján kiderült, hogy ha a tőgy morfológiája, mint például annak mélysége, az elülső tőgyfél illeszkedése, a tőgybimbók pozíciója és a tőgy függesztő szalagja megfelelő állapotban vannak, akkor csökken a tehének selejtezésének esélye. A tőgy egészségét számos tényező befolyásolhatja, így például a helytelen állattartási körülmények, tőgyelőkészítési gyakorlatok el nem végzése vagy helytelen elvégzése, de akár a tőgyre káros hatással lévő fejési technikák alkalmazása is hozzájárulhat a tőgygyulladás kialakulásához (Tóth és mtsai, 2017). Egy tanulmány szerint a robotizált fejési rendszerek használata csökkentette a tőgygyulladás miatti selejtezés kockázatát más fejési módszerekkel összehasonlítva (Rilanto, 2020). Számtalan kutatás rámutat arra, hogy a tejtermelés hatékonyságát jelentősen befolyásolják különféle egészségügyi zavarok, úgymint a mozgásszervi problémák és a tőgygyulladás (Warnick és mtsai, 2001; Seegers és mtsai, 2003; Müller és Sauerwein, 2010; Harjanti és

Sambodho, 2020; Prasomsri, 2022), amelyek gyakran alacsonyabb szaporodásbiológiai hatékonysággal is társulnak (Santos és mtsai, 2004; Pinedo és mtsai, 2016; Wang és mtsai, 2021), és rövidebb hasznos élettartamhoz vezetnek (Randall és mtsai, 2016; Gussmann és mtsai, 2019; Shabalina és mtsai, 2020). A különféle szaporodásbiológiai problémák, a tőgy és a tőgybimbók állapota, valamint a lábproblémák a legfőbb tényezők, amelyek a korai és kényszerű selejtezéshez vezetnek (Doornewaard és mtsai, 2018; Canadian Dairy Information Center, 2019; Yanga és Jaja, 2021). Volt olyan kutatás melyben megállapították, hogy a tőgygyulladásos tehenek 7%-át már az adott laktáció korai szakaszában kivonták a termelésből (Lescourret és Coulon, 1994). Gyakori, hogy a tehenek tőgygyulladásból való gyógyulása hosszadalmas folyamattá válik, de a teljes gyógyulás akár el is maradhat. Egy tanulmányban rávilágítottak arra, hogy a masztitisz a második leggyakoribb ok, ami a tehenek akár 5-17%-ának selejtezését okozza (Seegers és mtsai, 2003). A Bar és mtsai (2008) által végzett kutatásokban arra a következtetésre jutottak, hogy a tehenek 5-20%-át tőgygyulladás miatt selejtezték az állományból. Allaire és mtsai (1977) által elért eredmények alapján kimutatták, hogy a tőgygyulladás és egyéb tőgyproblémák miatti selejtezések gyakorisága az életkor növekedésével emelkedik. Chiumia és mtsai (2013) tanulmányában a selejtezések 27,4%-áért a szaporodásbiológiai problémák, míg 26,9%-áért a tőgygyulladás és egyéb tőgyproblémák voltak a felelősek. A tőgygyulladás olyan állománybetegség, amely főként a nagy tejtermelési kapacitással rendelkező fajtáknál jelentkezik gyakrabban (Horváth, 1983). Fox (2009) szerint a tőgy fertőzések előfordulási aránya az ellés előtt 28,9-74,6% közötti, míg az ellés után 12,3-45,5% között változik. Az egyik fő feladat a tejtermelés során a

tőgygyulladás megelőzése, ezáltal a termelési költségek minimalizálása (Sánchez és mtsai, 2013).

2.4. Az ödéma általános leírása

Az ödéma, más néven vizenyő, egy olyan állapot, ami a szervezet vízháztartásának zavarából eredhet, és súlyos klinikai jelek formájában is megnyilvánulhat. A test vízterei a hajszálerek falai és a sejthártyák által vannak elválasztva egymástól. A bevitt víz először a vérplazmába kerül, onnan pedig kiszivárog a környező szövet hézagokba, végül pedig újra felszívódik a vénás rendszerben. Ezáltal a hajszálerek elülső szakaszában a folyadék kiáramlik, míg a hátsó részében visszaszívódik. Ezt nevezzük Starling-egyensúlynak (Michel és mtsai, 2020; Woodcock és Michel, 2021). Amikor ebben az egyensúlyban zavar keletkezik, kialakul egy jellemző kórállapot. Ha a folyadék a szövetek között halmozódik fel, ödémáról beszélünk míg, ha a testüregekben, akkor azt vízkórnak hívjuk. Az ödémás területek jellemzően duzzadtak, térszertapintásúak, és ha benyomjuk, az ujjlenyomat hosszabb ideig látható marad (Potsabay és Szép, 1965). Az ödéma különböző testrészeket érinthet, beleértve a tőgyet, a lábakat és a hasat, befolyásolva a tehén kényelmét és általános jóllétét. Az ödéma különféle formái közé tartozik a pangásos, gyulladáso, gyengeséghez vagy rossz állapothoz kötődő, angioneurotikus, valamint a vesebetegséghez kapcsolódó ödéma (Sályi, 1959). Szarvasmarhánál különösen fontos a tőgyödéma, mint a vizenyő egy sajátos helyi megjelenési formája (Kutas, 1987). Potsabay és Szép (1965) szerint az ellés előtti vizenyő főként a laza kötésű, többszöri ellésen átesett, ún. limfatikus teheneknél alakul ki a vemhesség végső szakaszában, általában

a szárazon állás idején. Az elléshez közeledve növekszik az adiuretin hormon termelődése az állat szervezetében, ami vizenyő kialakulásához vezethet, bár ez a folyamat önmagában nem tekinthető betegségnek, hanem a szervezet normális vízháztartásának változását jelzi. Azonban, ha ehhez az állapothoz sóforgalmi zavarok vagy mechanikai okokból eredő további vizenyők társulnak, súlyos egészségügyi problémák léphetnek fel. A sóforgalmi zavarok gyakran a vemhes állatok kalcium és foszfor hiányából erednek. Mechanikai okok közé tartozhat a nem megfelelően elhelyezkedő magzat, ami nyomást gyakorolhat a medencei vénákra, ami összefüggésben van a tőgy vénákkal, ezáltal a tőgyben és a hasfalban duzzanatot hozhat létre. Ez a vizenyő típus térszterű, hideg tapintású, feszes, összefüggő duzzanatként nyilvánul meg a pérán, a hátulsó lábakon és a has alján. Enyhébb esetekben az ödéma az ellés után magától megszűnik. Az ellés előtti ödéma megelőzésében kulcsfontosságú a vemhes állat megfelelő takarmányozása, a megnövekedett kalcium- és foszforigény figyelembevétele, valamint a D-vitamin megfelelő szintjének biztosítása. A vizenyőre hajlamos egyedek esetében a víz- és sóbevitelt az érintett időszakban minimalizálni kell (Potsabay és Szép, 1965). Emery és mtsai (1969) megfigyelései alapján az ellés előtti időszakban a keményítőben gazdag takarmányok nagy mennyiségben történő etetése növeli az ödémás állapot megjelenését.

Az ödémás állapot oka még nem teljesen tisztázott, de olyan tényezők állhatnak a háttérben, mint például az öröklődés, keringési zavarok és takarmányozás (Olsson és mtsai, 1998). A tőgyre koncentrálódó ödéma szintén összefüggésbe hozható a takarmányozással, az első elléskor betöltött idősebb életkorral, az ideálisnál magasabb testkondíciós pontszámokkal, genetikai jellemzőkkel, az fiatal üsző fejlődése és a

tőgyfejlődés során bekövetkező fiziológiai változásokkal és az oxidatív stresszel (Kumar és mtsai, 2024).

2.5. A tőgyödéma kialakulása és kockázati tényezői

A tőgyödéma kialakulásának egy lehetséges előzménye a vérerekben uralkodó magasabb hidrosztatikus nyomás és a tőgybimbóból történő csökkent vénás kiáramlás által okozott pangás lehet (McGavin és Zachary, 2009). A tőgyödéma a tőgy és a környező szövetek szövetközötti terében felhalmozódó nyirokfolyadék jelensége (Tucker és mtsai, 1992; Kojouri és mtsai, 2015). E jelenség kialakulásában jelentős szerepet játszanak a genetikai háttérű tényezők (Gilbert és Schwark, 1992; Van Dorp és mtsai, 1998), de a vemhesség vége felé alkalmazott egyoldalú takarmányozás is elősegítheti (Block, 1994). Ebben az esetben szintén befolyásoló tényező a magzat által kifejtett nyomás, amely a vénákat összenyomhatja, elszoríthatja. Az ödéma különösen az extrém tejtermelésre kitenyészített fajtáknál és egyedeknél figyelhető meg (Gilbert és Schwark, 1992; Van Dorp és mtsai, 1998). A fiziológiás tőgyödéma nem fertőző, anyagcsereeredetű zavar, amely gyakran előfordul tejtermelő szarvasmarháknál (Okkema és Grandin, 2021). A holstein-fríz fajtájú tehenek 66%-ánál Morrison és mtsai (2018) szerint legalább egyszer előfordult már tőgyödéma. Malven és mtsai (1983) megfigyelései szerint a hosszabb vemhességi idővel rendelkező teheneknél nagyobb valószínűséggel alakul ki súlyos tőgyödéma. Hillerton (2022) megállapította, hogy az ideálisnál magasabb kondíciós pontszámmal rendelkező teheneknél nagyobb volt a fiziológiás tőgyödéma előfordulása. Conway és mtsai (1977) arról számoltak be, hogy az ősszel ellő teheneknél súlyosabb volt az ödéma,

mint a téli és tavaszi ellésű teheneknél. Dentine és McDaniel (1983) vizsgálatai során azt találták, hogy az ősszel és télen ellett teheneknek súlyosabb ödémájuk volt, mint a tavasszal vagy nyáron ellett teheneknek. A tőgyödéma súlyossága és az évszak hatás közötti kapcsolatot konkrétan egyik tanulmány sem tudta megmagyarázni. A szerzők mindkét cikkben azt feltételezték, hogy ennek magyarázata a vizsgálati helyek közötti (Illinois és Észak-Karolina) éghajlati különbségekből eredt. Melendez és mtsai (2006) hasonló megállapítást tettek, ugyanis a téli időszakban (október és március között) ellő üszők esetében majdnem négyszeres valószínűséggel alakult ki gyakrabban tőgyödéma, mint a nyáron (április és szeptember között) ellett üszőknél. A szerzők ezt a takarmányfelvétellel hozták összefüggésbe. Véltetően a téli időszakban nagyobb a takarmányfelvétel és ezzel együtt a nátrium és kálium bevitel is az ellés előtti időszakban, ami összefüggésbe hozható a tőgyödéma kialakulásával. A mérsékelt tőgyödéma a tejelő tehenek fiziológiai állapota az ellés körül (Vestweber és mtsai, 1987; Waller és mtsai, 2007). Ez az állapot általában az ellést követő néhány napon belül, de legkésőbb 3 héten belül magától megszűnik (Ahlers, 1977; Jackson, 1996; Durna Corum és mtsai, 2021). Az ellés előtti tőgyödéma súlyosabbnak és gyakoribbnak bizonyult az üszőknél, mint az idősebb tejelő teheneknél. Emery és mtsai (1969) úgy vélték, hogy az üszők körében a tőgyödéma nagyobb arányú előfordulásának oka a még kevésbé fejlett érrendszeri keringés lehet. Davis és Collier (1985) is megállapították, hogy az üszők és a tehenek érrendszeri keringése között van különbség, főként a tőgy területén. Megfigyelték, hogy a tőgy vérellátása a teljes keringés 15-16%-át teszi ki, de ez az arány nagyban függ az állat korától, a tejtermeléstől és a tápláltsági állapottól. Leírták, hogy a laktáló tehen tőgyének vérkeringése

hatékonyabb, mivel a tejtermelés és a tőgy véráramlása között szoros összefüggést találtak. Ezen kívül azt is megfigyelték, hogy növekedési hormon beadása után a tőgy vérellátása 14,6%-ról 17,6%-ra növekedett. Djonov és mtsai (2001) a tőgy érrendszerének fejlődését vizsgálták különböző életszakaszokban. Megállapították, hogy az üszők tőgyének érrendszere sokkal egyszerűbb felépítéssel rendelkezik, mivel egyszerű kapilláris plexusból áll, ahol a kapillárisok sarjadzó angiogenezis útján növekednek és párhuzamosan futnak az epitheliális vezetékkel. Ezzel szemben a laktáló tőgy érrendszere maximálisan fejlett, kosárszerű, méhsejthez hasonló struktúrákkal körülvéve a szekretoros alveolusokat, jelentősen megnövekedett sejtfelülettel és metabolikus aktivitással rendelkező endotheliális sejtekkel. Bár Meyer és mtsai (2006) vizsgálata nem kifejezetten a tőgyödémával kapcsolatos, de megállapították, hogy a tőgy fejlődésére az életkor van az egyik legnagyobb hatással. A későbbi tőgyödémával kapcsolatos szakirodalmak nem adnak kifejezett magyarázatot arra, hogy miért gyakoribb a tőgyödéma az üszöknél, mint a teheneknél, inkább csak egy általánosan elfogadott tényként említik a jelenséget. Malven és mtsai (1983) szerint az üszők szövetei érzékenyebben reagálnak az ellés körüli hormonális változásokra, különösen az ösztrogénre, ami növeli az érfal permeabilitását és a szöveti folyadékviszataratást, emiatt hajlamosabbak a tőgyödémára, mint a tehének. Ramos (2020) szerint az ellés előtti időszak élettani és immunológiai változásai okozhatják a tőgy, fertőzésekkel szembeni megnövekedett hajlamát. Néhány tanulmány eredményei alapján megállapításra került, hogy a tőgyödéma negatív hatással bír a tejtermelésre és a tőgy egészségi állapotára (Dentine és McDaniel 1983; Kojouri és mtsai, 2015; Morrison és mtsai, 2018). Egy vizsgálat kimutatta,

hogy azoknak a teheneknek, melyek tőgyödémásak voltak az első próbafejéskor mért tejhozama, átlagosan 3,6 kg-al alacsonyabb volt, mint az egészséges tehenek esetében (Melendez és mtsai, 2006). Kutatási eredményeik alapján Dentine és McDaniel (1983), illetve később Kojouri és mtsai (2015) is hasonló következtetésekre jutottak az ödéma tejtermelésre gyakorolt hatásával kapcsolatban. Okkema és Grandin (2021) megállapították, hogy a tőgyödéma kedvezőtlenül befolyásolja a tehenek hasznos élettartamát, mivel a tőgyet tartó szalagok károsodhatnak, különösen súlyos tőgyödéma esetén. Az ödémás, duzzadt tőgybimbók nehezítik a fejési folyamatot, a fejkelyhek helyes rögzítését, ami a tőgybimbó sérüléséhez és így tőgygyulladás vagy bőrgyulladás kialakulásához vezethet. A tőgyödéma, mint gyakori anyagcserezavar, jelentős szerepet játszhat a tejtermelő állományokban a tőgy és a tőgybimbók károsodásában (Moroni és mtsai, 2018), ami növelheti a klinikai masztitisz kialakulásának esélyét (Waage és mtsai, 2001; Compton és mtsai, 2007; Morrison és mtsai, 2018; Zigo és mtsai, 2019; Hisira és mtsai, 2023). Fernandes és mtsai (2022) kutatásuk során nem találtak kapcsolatot a tőgyödéma és a tőgyfertőzések között. Horváth (1982) rávilágít arra, hogy az üszők vagy tehenek nem megfelelő előkészítése az ellésre és a mozgás hiánya előidézheti a tőgyödéma kialakulását, ami a tőgy bőrön keletkező apró sérülések révén hozzájárulhat a tőgy fertőződéséhez. Nestor (1988) megállapítása szerint az ödémás tőgy nagyobb eséllyel szenved sérüléseket vagy gyullad be. Slettback és mtsai (1995) kutatási eredményei szerint az ellés előtti tőgyödéma elősegítheti a klinikai masztitisz kialakulását. Hasonlóan, Gröhn és mtsai (1990), Ivemeyer és mtsai (2011), valamint Dolder és mtsai (2017) is a tőgyödémát a masztitisz egyik kockázati tényezőjeként jelölték

meg. Morrison és mtsai (2018) kutatásaik során arra a következtetésre jutottak, hogy a tőgyödéma összefüggésben áll a klinikai masztitisz magasabb előfordulásával a laktáció első 30 napjában, ami a csökkent tejleadási képesség, a nem optimális tőgybimbó állapot és a sérült tőgybimbó-záróizom miatt lehet. A patológiai tőgyödéma nem enyhül magától, hosszan tartó fennmaradása esetén a tőgy bőre és az az alatti kötőszövet megkeményedik. A tőgyödéma jelei az ellés előtti ödémához hasonlóak; csak itt a tőgy és annak környéke duzzad meg tésztaszerűen, míg az ellés előtti ödémás állapot esetén a péra, a has alja és a hátsó lábak környéke. A tőgy bőre ilyenkor nem lesz meleg vagy fájdalmas. Ha ujjunkkal benyomjuk az ödémás részt, a képződött mélyedés hosszabb ideig látható marad. Horváth (1983) két típusú tőgyödémát különböztetett meg. A patológiai tőgyödéma esetén a tőgy bőre elvékonyodik, fényes, meleg, fájdalmas és enyhén kipirosodott lesz. A patológiai tőgyödéma leggyakrabban traumás sérülések vagy fertőző eredetű masztitisz következményeként jelentkezik (Hetzl és Bölcsházy, 1952). Ramos (2020) észrevételei szerint az ellés után kialakuló patológiai tőgyödéma során a tőgy térfogata nő, duzzadtta és aszimmetrikussá válik, bőre vöröses (*erythema*) gyulladáshoz jeleket mutat, rugalmassága csökken, hőmérséklete megemelkedik. A tőgy szövetközi (*intersticiális*) terében felhalmozódó folyadék korlátozza a tej tárolására szolgáló helyet (Tucker, 1992). Ilyen állapotban a tőgy könnyen sérülhet, ami tőgy flegmone kialakulásához vezethet. Az ödéma másik típusa, az idült (krónikus) tőgyödéma már az ellés előtt 1-2 hónappal megjelenhet, és az ellés utáni hetekig megmaradhat. Ebben az időszakban a tőgyet tartó szalagok megnyúlhatnak, sőt szakadások is keletkezhetnek bennük. A tőgy bőre kezdetben tésztaszerűen puhává, majd idővel merevvé válik. Morrow és

Schmidt (1964) megfigyeléseik alapján a súlyos vagy ismétlődő tőgy ödémában szenvedő teheneknél gyakrabban fordult elő laza tőgy függesztés és oldalra néző tőgybimbók. A krónikus tőgyödéma hatására a tőgybimbók fokozatosan rövidülhetnek és vastagodhatnak, a bimbócsatornák szűkülhetnek, ezáltal nehezítve a fejési folyamatot (Kutas, 1987; Gilbert és Schwark, 1992; Medrano-Galarza és mtsai, 2012; Okkema és Grandin, 2021). Az ellés előtt kialakuló súlyos vagy huzamosabb ideig tartó tőgyödéma növelheti a nehéz fejhetőséget, a tőgyszövet megkeményedését, a tőgy és a tőgybimbók nekrozisát, valamint a masztitisz előfordulását és ennek következményeként a csökkent tejtermelés kockázatát (Grunert és mtsai, 1996; Cook, 1998; Melendez és mtsai, 2006; Bacic és mtsai, 2007; Compton mtsai, 2007). Hayes és Albright (1976), valamint Gussmann és mtsai (2019) is magasabb selejtezési rátát észleltek a súlyos tőgyödémától szenvedő teheneknél. A fenti források alapján a tőgyödéma negatív hatást gyakorolhat a tőgy függesztő rendszerére és az állatok hasznos élettartamára, így érdemes lenne a tőgyödéma megelőzésére és csökkentésére törekedni a tejtermelő tehenek körében, ami gazdaságilag is előnyös lenne.

2.6. A tőgyödéma értékelési módjainak bemutatása

A tőgyödéma jelenlétét és súlyosságát a tejelő szarvasmarháknál többféle vizsgálati módszerrel határozzák meg. Az ödéma mértékét szubjektív módon, egy különböző léptékű skálán pontozzák. Dentine és McDaniel (1983) vizsgálatukban 1-től 5-ig terjedő skálát alkalmaztak. A vizsgálatot az állatgondozók végezték el, de a szerzők nem ismertetik a vizsgálati

protokolllt cikkükben. Tucker és mtsai (1992) egy új, 10 pontos skálát vezettek be, amely a hasi, a comb tájéki és a péra duzzanatot is figyelembe veszi. Az értékelés vizuális és tapintásos vizsgálat kombinációjával történt. Az ödéma értékelése során figyelték a bőr feszességét, fényességét, a folyadék hullámzását mozgás közben, valamint a bőrre nyomást gyakorolva annak visszatérési sebességét, de csak azt figyelték meg, hogy „gyors” vagy „lassú” a visszatérés. Később Morrison és mtsai (2018) egy pontosabb rendszert dolgoztak ki, amelyben a tehenek 0-tól 3-ig terjedő pontszámot kaptak. Esetükben a pontozás vizuális és tapintásos értékelés alapján történt. A szerzők által használt skálák pontjainak jelentését az *1. táblázat* mutatja be.

1. táblázat: A tőgyödéma pontozási rendszerei

Szerző	Pontozási skála	Pontozás módja
Dentine és McDaniel (1983)	1-5 1 pont: Nincs ödéma 2 pont: Enyhe ödéma 3 pont: Mérsékelt ödéma 4 pont: Súlyos ödéma 5 pont: Rendkívül súlyos ödéma	Nincs adat
Tucker és mtsai (1992)	1-10 0 pont: Nincs észlelhető ödéma. 1 pont: Ödéma a tőgy alapjánál egy vagy két negyedben. 2 pont: Ödéma a tőgy alapjánál három vagy négy negyedben. 3 pont: Ödéma a tőgy alsó felét beborítja. 4 pont: Ödéma kezd megjelenni a középvonalban (tőgytől a szegycsontig tartó rész) és a köldöknél. 5 pont: Kiterjedt folyadékfelhalmozódás a középvonal és a köldök mentén. 6 pont: Ödéma az egész tőgyet beborítja. A függesztő szalag barázdája eltűnt. 7 pont: A középvonal folyadékfelhalmozódása kiterjed a szegycsontig. 8 pont: A középvonal folyadékfelhalmozódása háti irányba terjed. A bőr alatti hasi véna nem különböztethető meg. 9 pont: A folyadékfelhalmozódás kiterjed a combokra. 10 pont: Súlyos ödéma. Kifejezett folyadékfelhalmozódás a péraajkakban. Az ödéma kiterjedt az összes fent említett területre	Vizuális és tapintásos
Morrison és mtsai (2018)	0-3 0 pont: Nincs ödéma - Egyáltalán nem észlelhető folyadékgyülem a tőgyben 1 pont: Enyhe ödéma - A függesztő szalag láthatósága kezd csökkenni; egyenetlen tőgynegyedek; az ödéma kezd kialakulni 2 pont: Közepes ödéma - A tőgyfüggesztőszalag már nehezen kivehető, az ödéma elkezd a tőgy elülső része és a köldök felé terjedni 3 pont: Súlyos ödéma – A függesztő szalag nem látható; az ödéma kiterjed a péra felé és nagyobb felhalmozódás figyelhető meg a köldök környékén	Vizuális és tapintásos

A humán gyógyászatban és a kisállat-állatorvosi gyakorlatban (Froner Argenta és mtsai, 2022) az ödéma egyéb formáinak súlyosságát az ujjal benyomós módszer (angolul: Pitting test, Godet-jel) segítségével azonosítják. Ennél a vizsgálatnál, amikor a mutatóujjal nyomást gyakorolunk a duzzadt, ödémás területre, akkor egy mélyedés keletkezik. Az ödémát a Godet-jel pozitív értékelésekor a benyomódás mélysége és a bőr normál-állapotba való visszatéréséhez szükséges idő mértékének alapján osztályozzák (Berry, 2021). Embereknél a *lymphatikus* és vénás eredetű ödéma azonosítására és jellemzésére széles körben használják a Pitting tesztet (Sanderson és mtsai, 2015). Az ödéma fizikai vizsgálatakor az orvosnak le kell írnia a bemélyedés helyét, idejét és kiterjedését a kezelési terv összeállításához (Trayes és mtsai, 2013). A Pitting teszt elvégzésének és értékelésének leírásai azonban igen eltérőek. A különbségek leginkább a nyomás mértékében és időtartamában figyelhetők meg. A nyomás mértékének leírásakor egyesek úgy írják le, hogy "a lehető leghatározottabban" (Brorson, 2012) vagy "határozottan, de a beteg számára fájdalommentesen" történjen (Lymphoedema Framework, 2006). A nyomás időtartamát tekintve a szakiroldami források nem egységesek, ugyanis 5 és 60 másodperc között javasolják a nyomást fenntartani humán vizsgálat esetén (Stanton és mtsai, 2006; Sussman és Bates-Jensen, 2006; Muldoon, 2011).

Avais és mtsai (2020) tejelő kecskék tőgyödémáját vizsgálták, amelyet vizuálisan és a tőgy ujjal történő megnyomásával állapítottak meg. Ha a bőr több mint 3 másodperc elteltével tért vissza az eredeti állapotába, a kecskét tőgyödémásnak tekintették. A gödör mélységét és a bőr visszatérésének idejét nem mérték. Kaiser és mtsai (2020) kocák fialás utáni tejmirigygyulladását vizsgálták, amely magában foglalta a

tőgyödéma értékelését is. A vizsgálat csak arra terjedt ki, hogy a tejmirigy ödémás volt-e vagy sem. A tejmirigy ödémásnak minősült, ha a mirigy tapintásra tézstaszerű volt, és nyomás hatására gödör maradt benne. Shahzad és mtsai (2011) a bivalyok tőgy ödémájának jelenlétét vizuális és tapintásos módszerekkel is értékelték, de nem értékelték a nyomás erősségét, a gödör mélységét és a bőr eredeti állapotba való visszatérésének idejét. Bár szemléltetés céljából ismert volt az ujjbegyekkel végzett tőgyre gyakorolt külső nyomás, mely hatására rövid ideig a benyomódás fennmaradt (Swett és mtsai, 1938; Tucker és mtsai, 1992), de az ödéma mértékének meghatározására szarvasmarháknál soha nem alkalmazták széles körben e módszert. Disszertációm egyik célja, hogy kidolgozzak 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.

2.7. A tőgyödéma megelőzési és kezelési lehetőségei

A tejtermelésben egy kulcsfontosságú cél a tőgygyulladás megelőzése, amivel jelentős mértékben csökkenthetők a termelési költségek (Sánchez és mtsai, 2013). Ebben a tőgyödéma megelőzése is lényeges szerepet játszik. A tőgyödéma megelőzésére és kezelésére többféle lehetőség is a rendelkezésünkre áll. Az egyik ezek közül az üszők számára kifejlesztett takarmány receptúra, ami figyelembe veszi az anionos sók mennyiségének bevitelét a vemhesség végső szakaszában (Al-Ani és Vestweber, 1986; Nestor és mtsai, 1988; Lema és mtsai, 1992; Tauriainen és mtsai 2003).

Ezután megfontolhatjuk a mérsékeltebb tejtermelésre végzett szelekciót a tőgyödéma fenotípusos megnyilvánulásának csökkentése érdekében (Al-Ani, 1984). Továbbá segíthet megelőzni a tőgyödémát, ha az oxidatív stressz mérséklése céljából az E-vitamin, C-vitamin, karotinoidok és flavonoidok megfelelő mennyiségű bevitelét biztosítjuk a takarmányban (Mueller és mtsai, 1989; Alhadrami és Faye, 2016; Reddy és mtsai, 2016; Mueller és mtsai, 2019). Randall és mtsai (1974) takarmányozási kísérletük során arra a következtetésre jutottak, hogy a takarmány nátrium- vagy káliumtartalmának növelése fokozta a tőgyödéma kialakulásának esélyét, ezért ajánlott a takarmány sótartalmának mérséklése is. Sharma (2005) beszámolója szerint súlyosabb esetekben a diuretikumok (például furosemid) és kortikoszteroidok (például dexametazon) alkalmazása, illetve a tőgy masszírozása 3-4 napon belül gyógyulást eredményezhet. Ghodasara és mtsai (2012) szintén javasolják a rendszeres masszázst az ödémás tőgy esetében, illetve és a hideg-meleg borogatás alkalmazását, mivel ezek elősegíthetik a vérkeringés serkentését. Ranjan és Zahid (2011) szerint mérsékelt tőgyödéma jelentkezésekor általában nem szükséges kezelés, mivel az ödémás állapot magától megszűnhet néhány nap-egy hét alatt. Bowers és mtsai (2006) kutatásukban azt találták, hogy az ellés előtt megfejt üszőknél az ellés utáni tőgyödéma súlyossága alacsonyabb mértékű volt, mint azoknál az üszőknél, amelyeket ellés előtt nem fejtek meg. Az ellés előtti fejés hatása a tőgyödémára még mindig tisztázatlan, és ebben a kérdésben a szakirodalmi vélemények megoszlanak. Egyesek bizonyították, hogy az ellés előtti fejés csökkentheti a tőgyödéma súlyosságát (Davis és Trimmerger, 1941; Zeliger és mtsai, 1973), míg más kutatások szerint az ellés előtti fejésnek nincs jelentős hatása a tőgyödéma kialakulásának mértékére (Eaton és mtsai, 1949; Ackerman és mtsai,

1955). Egy vizsgálat szerint azok az üszők, amelyek ellés körüli időszakban (ellés előtti 3 és ellés utáni 3 hét közötti időszak (Verma és mtsai, 2024) túlzott kondícióvesztésen mentek keresztül és béta-hidroxivajsav (BHB) szintjük emelkedett, azoknál az üszőknél nagyobb eséllyel alakult ki tőgyödéma, ami pedig növelheti a klinikai masztitisz kockázatát. A tanulmány készítői az üszők esetében előforduló klinikai masztitisz megelőzése érdekében 10 farmmenedzsment lépést dolgoztak ki, amelyek közül a hetedik a tőgyödéma megelőzésének fontosságát emeli ki (De Vlieghe és mtsai, 2012). A tőgyödéma nem csak a masztitisz egyik rizikófaktora, hanem összefüggésbe hozható például a *Bovine Herpes Mammillitis* (BHM) vírus megjelenésével is, mégpedig úgy, hogy maga az ellés folyamata és az ödémás állapot stresszt jelent a tehén számára és a legyengült állapota kedvező környezetet biztosít a vírus számára (Martin, 1973; Gibbs, 1984; Kemp és mtsai, 2008). A tőgyödéma és a nyilvántartott termelési adatok, valamint az egészségügyi feljegyzések közötti összefüggések feltárása lehetővé teszi a termelők számára, hogy gyorsan azonosítsák a kockázati tényezőket és mérsékeljék az ödéma negatív hatásait (Okkema és Grandin, 2021).

2.8. A tőgy morfológiájának és egészségi állapotának jelentősége a hasznos élettartam függvényében

A tejelő jelleg és a testkapacitás kulcsfontosságú szerepet játszanak a hasznos élettartam tekintetében (Berta és Béri, 2011). Zavadilova és mtsai (2012) pozitív kapcsolatot találtak a tőgy tulajdonságok és a hasznos élettartam között. Ducrocq (1994) kiemelte, hogy a tehén tőgyének

anatómiai felépítése (pl. a tőgy illesztés minősége, a tőgybimbók pozíciója, a függesztő szalagok állapota) jelentős mértékben hozzájárul a produktív élettartamhoz. Waage és mtsai (2001) rámutattak, hogy a tőgyödéma és a bimbók ödémás állapota összefüggést mutat az ellés idejéhez kapcsolódó klinikai masztitisz gyakoriságával. A tőgy morfológiai jellemzőit illetően fontos tudni, hogy ezek a tulajdonságok jól öröklődnek ($h^2=0,5-0,7$), és akár egy vagy két generáció alatt hatékonyan javíthatók (Gulyás, 2002). Seykora és McDaniel (1985 a, b, 1986) szerint a tőgy és tőgybimbók bizonyos morfológiai jellemzői hajlamosíthatnak a masztitisz kialakulásának nagyobb esélyéhez. Thomas és mtsai (1984) azt találták, hogy a mélyen húzódó hátulsó tőgyfél, a tőgy szélén helyezkedő tőgybimbók, vagy a nem megfelelő bimbó hossz és átmérő szintén hajlamosító tényezők a tőgygyulladás gyakoribb kialakulásában. Lojda és mtsai (1980) kutatásaiban a tölcsér alakú tőgybimbóvégek és a kráteres bimbó formák jelentős összefüggést mutattak a masztitisz előfordulásával. Ryniewicz (1980) megfigyelései alapján a kedvezőtlen tőgymorfológiai tulajdonságokkal rendelkező tehenek nagyobb eséllyel szenvednek tőgygyulladásban. A lógó, laza tőgy és az ezzel összefüggő morfológiai változások negatív hatással vannak a tejtermelésre és a tehenek hasznos élettartamára (Dentine és McDaniel, 1984). A kedvezőtlen anatómiai jellemzők, mint például a laza tőgy függesztő szalagokkal bíró tőgy, a talajhoz közeli tőgy, az irreguláris formájú tőgy vagy a rendellenesen vastag vagy vékony tőgybimbók, fokozzák a tehenek tőgygyulladás iránti hajlamát (Tóth és Bak, 2001).

2.9. A kondíció jelentősége

A kondíció pontozása hasznosnak bizonyult a tejelő tehenek tápláltsági állapotának felmérésében (Hady és mtsai, 1994). Több kutatásban is bebizonyosodott, hogy az állat kondíciója és egészségi állapota között negatív összefüggés van (Garnsworthy, 2006; Roche és Berry, 2006; Berry és mtsai, 2007; Roche és mtsai, 2009). Éppen ezért a kondíció figyelemmel követése nem csak az állat tápláltsági állapotáról, hanem az egészségügyi állapotáról is információt nyújt számunkra. A szaporodásbiológiai mutatókat és az egészségügyi állapotot nagyban befolyásolja az állat aktuális kondíciója, az elléskori kondíció és annak változása az ellés után (Roche és mtsai, 2009). McDougall és mtsai (2011) megállapította, hogy erős negatív összefüggés van a romló kondíció és a méh fertőzések között. A holstein-fríz tehenek esetében bizonyított, hogy genetikai összefüggés van a tejtermelés és a kondíció, valamint a tejtermelés és az egészségi állapot között (Coffey és mtsai, 2004). A tej mennyiségre való intenzív szelekció romló kondíciót és nagyobb mortalitást eredményezett (Roche és mtsai, 2013). Egyes vizsgálatok megállapították, hogy a gyenge kondíciójú tehenek körében gyakrabban fordul elő a klinikai masztitisz (Roche, és mtsai, 2006). Ezzel egyidejűleg a túlkondíció sem kívánatos a multifaktoriális eredetű (tőgygyulladás, ketózis) betegségek előfordulása szempontjából (Fekete, 1993). Schröder és Staufienbiel (2006) kutatásaik alapján megállapították, hogy a szárazon állási időszak alatt túlsúlyos, azaz elhízott állapotban lévő teheneknél nagyobb valószínűséggel jelentkeznek fertőzőses megbetegedések, anyagcsere-zavarok és szaporodásbiológiai problémák.

2.10.A tehén család hatása az ivadékok teljesítményére és hasznos élettartamára

Egy tanulmány, mely az anyai hatást vizsgálta rámutatott arra, hogy az anyák életkora volt az egyik legfontosabb tényező, amely befolyásolta a leányok életteljesítményét. A nagy tejhozamú tehének a legfiatalabb anyáktól születtek ($1,89 \pm 1,14$ ellés, $3,12 \pm 1,42$ éves), míg az alacsony tejhozamú tehének a legidősebbektől ($2,72 \pm 1,80$ ellés, $3,97 \pm 2,01$ éves; $P < 0,001$). Ezek az eredmények arra utalnak, hogy optimális egészségügyi, takarmányozási és környezeti feltételek mellett az anyai öregedés fontos meghatározója lehet az ivadékok életteljesítményének, de a szerzők kiemelik, hogy további vizsgálatokra lenne szükség a pontos következtetések levonásához (Astiz és mtsai, 2014). Berry és mtsai (2008) vizsgálatukban negatív összefüggést találtak az anya tejtermelése és az ivadék teljesítménye között, mely abban nyilvánult meg, hogy a magasabb termelésű tehének ivadékainak alacsonyabb volt a tejhozama, rosszabb volt a túlélési aránya és magasabb volt a szomatikus sejtszáma. A szerzők ezt azzal magyarázták, hogy vélhetően a tehén magasabb tejtermelése metabolikus stresszt okoz a vemhesség alatt, ami epigenetikai változásokat idézhet elő az ivadéokban, így befolyásolva annak későbbi tejtermelését és életteljesítményét. González-Recio és mtsai (2012) megállapították, hogy a vemhességük alatt laktáló a tehénektől született leányok, első laktációjuk során 52 kg-mal kevesebb tejet termeltek, 16 nappal rövidebb ideig éltek, mint azok a leányok, amelyek üszöktől születtek. Az anyai tügygyulladásos időszakok során kifejlődött embriók születésük után az átlagosnál rövidebb produktív élettartamot mutattak (-11 nap; $MCSE^1=8$;

¹ Monte Carlo standard hiba

HPD95² -22 és 2 között változott), a tejhozam szintjének enyhe (-18 kg; MCSE = 17), de a nullától nem szignifikánsan eltérő csökkenésével (HPD95 -43 és 7 között). Továbbá azt is megállapították, hogy minél magasabb volt az anya laktációs száma, annál nagyobb volt a negatív hatás az ivadékokra (1. laktációban -18, 2. laktációban -47 kg, 3. laktációban -91 kg tej) az üszöktől született ivadékok teljesítményéhez képest. Egy másik tanulmányban azt figyelték meg, hogy az első alkalommal korán (18-23 hónapos korig) ellett tehenek lányai az első laktációjukban 4,5%-kal több napi átlag tejet termeltek, 7%-kal magasabb volt a kondíció pontjuk, és 3 nappal korábban került sor az első termékenyítésre, mint azon tehenek esetében, amelyek anyja későn (30-36 hónapos korban) ellett először. Viszont a korán ellett tehenek lányai a fogamzás során rosszabbul teljesítettek, mivel átlagosan 7%-kal több termékenyítésre volt szükségük, és 7,5%-kal magasabb volt a visszaivarzási arányuk. Ezt az eredményt a szerzők azzal magyarázták, hogy az első ellésű tehén gyakran még maga is növekedésben van, vagyis a vemhesség időszakában a magzat intenzív versenyben lehet a tápanyagokért az anyja saját anyagcsere szükségleteivel. Ennek következtében a korai ellésű tehenek olyan borjakat hozhatnak a világra, amelyeknek később, elsőborjas tehenekként nehézségeik lesznek a fogamzással. Ez a magyarázat összhangban van a magzati programozás (fetal programming) koncepciójával, mely szerint a méhen belüli környezet hosszú távú hatással lehet az ivadék későbbi teljesítményére és egészségére. A viszonylag fiatal (36-41 hónapos) tehenek második elléséből származó leányok 6%-kal több első laktációs napi átlag tejet termeltek, 2%-kal magasabb kondíció pontot kaptak, és szignifikánsan jobb termékenységi profilt mutattak, mint azok a tehenek,

² Legnagyobb valószínűségi sűrűségű intervallum (Highest Probability Density)

amelyek anyja késői korban (47-55 hónapos korban) ellett másodjára. Ezekből az eredményekből a szerzők arra következtettek, hogy az első ellés optimális ideje 24 és 29 hónap között van. A következő ivadékok várhatóan jobban kiegyensúlyozott termelési, kondíció és szaporodásbiológiai profillal rendelkeznek majd (Banos és mtsai, 2007). Olechnowicz és mtsai (2016) szerint a tehenek első elléskori életkora nincs nagy hatással a tehenek hasznos élettartamára; azonban az első elléskori ajánlott életkor 24 hónap vagy annál korábban legyen. Vieira-Neto és mtsai (2017) kutatásuk során a tehenek vemhességi idejük tekintetében vizsgálták a leány ivadékokat. A vizsgált populáción belül rövid vemhességi időnek számították a 256-269 nap közötti vemhességet. Átlagos volt a vemhességi idő 270-282 nap között, illetve hosszúnak számított 283-296 nap között. Az átlagostól eltérő vemhességi idővel rendelkező tehenektől származó üszőknél nagyobb volt a választás utáni elhullás (átl. vemh. id. = 3,2 vs. rövid vemh. id. = 6,5 vs. hosszú vemh. id. = 5,4%). Az állományból való kikerülés aránya nagyobb volt a rövid és a hosszú vemhességi idejű tehenektől származó üszők esetében, mint az átlagos vemhességi idejű tehenektől származó üszők esetében. A vemhesülési arány az első termékenyítéskor a hosszú vemhességi idejű tehenek leányainak esetében volt a legalacsonyabb, és 500 napos korban az átlagos vemhességi idejű tehenek üszőinek nagyobb aránya volt vemhes. Riaz (2021) vizsgálatában nem talált szignifikáns ($p > 0,05$) korrelációt az anyai hosszú élettartam és az ivadékok hosszú élettartama között, viszont az anyai ellés szám esetében azt találta, hogy az ivadékok betegségeinek előfordulási aránya csökkent az anyai ellésszám növekedésével (az első ellésű tehenek borjai hajlamosabbak voltak a betegségekre). A vizsgált selejtezési okok között a szaporodásbiológiai

betegségek voltak az elsődleges selejtezési okok (28,9%), ezt követte a nem megfelelő mennyiségű tejtermelés (8,4%), a tőgygyulladás és tőgyproblémák (4,8%), a lábproblémák (6,0%) és az oltógyomor elmozdulása (3,6%). Szignifikáns ($p < 0,01$) pozitív korrelációt talált az anyák és az üszők selejtezési okai között.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

Doktori munkám négy vizsgálaton alapszik. A kutatást a termelésből való kikerülési okok elemzésével kezdtem. Ezt a vizsgálatot tizenkét hazai nagyüzemi tejtermelő tehenészet telepírányítási rendszeréből kinyert adatbázis alapján végeztem. A következő vizsgálat kutatómunkám során a tőgyödéma jelenlétének, súlyosságának vizsgálata, illetve a tőgyödéma értékelési rendszerének kidolgozása volt, melyet egy Csongrád-Csanád vármegyei tehenészetben végeztem. Ezután megtörtént egy mikroszimuláció felállítása hat tehenészeti telep adatbázisa alapján, mely döntéstámogatás útján segít meghatározni a selejtezés gazdaságilag optimális időpontját. Az utolsó vizsgálat pedig a tehéncsaládok összehasonlító elemzése, illetve a nőivarú leszármazottak száma és a kikerülési okok gyakorisága közötti kapcsolat vizsgálata volt. Ezt a vizsgálatot szintén mind a tizenkét telep adatai alapján végeztem el. A telepi eredmények bemutatása minden esetben anonim módon, betűjelekkel ellátva került ismertetésre a tulajdonosok és telepvezetők kérése alapján.

A vizsgálatban résztvevő telepek általános jellemzése

A telepek földrajzi elhelyezkedését tekintve négy telep Csongrád- Csanád vármegyében, négy telep Veszprém vármegyében és négy telep Győr-Moson-Sopron vármegyében található. Minden telepen holstein-fríz fajtájú tehenet tartanak. A fejtt tehenek létszáma 400 és 1500 között változott az adott telepeken. A legtöbb telepen naponta háromszor fejték az állományt, de voltak a vizsgálatban olyan telepek is, ahol csak napi

kétszeri fejest alkalmaztak. A telepek mindegyikén fejőházi fejest alkalmaztak. A fejőházak padozatát tekintve a legtöbb telepen stabil padozatú fejőberendezés volt, elrendezésüket tekintve pedig a legjellemzőbb a parallel, és a halszálkás elrendezés volt, de volt olyan telep, ahol poligon halszálkás elrendezésű a fejőház. A vizsgált telepek közül három telepen mozgó padozatú, karusszel fejőállás volt. A fejőállások száma 2*12-től 2*24-ig terjedt, míg a karusszeles telepek esetében az 50-60 állásos fejőberendezés volt a jellemző. A legtöbb telepen „száraz” tőgyelőkészítést alkalmaztak, vagyis amikor a tehén beáll a fejőállásra egy fertőtlenítőszeres tőgy és tőgybimbó mosást alkalmaznak. A fertőtlenítő szert pedig, a behatási idő leteltével száraz papírtörkövel letörlik a tőgyről és a tőgybimbókról. A vizsgált telepek közül egy telep használt langyos vizes tőgymosást fejes előtt. A fejes végeztével a tőgybimbó fertőtlenítés-és ápolás a legtöbb telepen manuálisan történt. Egy telepen a fejkelyhekbe volt beépítve az automata tőgybimbó fürösztő és fertőtlenítő rendszer, egy telepen pedig robot végezte az utómártást. Öt telep esetében a termelő állomány istállója zárt, kifutó nélküli és pihenő bokszos rendszerű volt. Négy telepen pihenő bokszt nélküli a zárt istálló és egy-egy telepen a termelő tehenek kifutóval ellátott pihenő bokszos és kifutóval ellátott mélyalmos istállóban voltak elhelyezve. A telepek többségén (nyolc telep) szalmát használtak alomanyagként. Egy telepen alkalmaztak vízágyat, egy telepen gumiszőnyeget alomporral és két telepen regenerált trágyát helyeztek a gumiszőnyegre a bokszokba alomanyagként. A vizsgált telepek legfontosabb paramétereit a 2. táblázat mutatja be.

2. táblázat: A vizsgált telepek néhány paraméterének bemutatása (2020. december)

Telep	Fejt tehén létszám	Fejési átlag (kg)	Teljesített átlag laktációs szám	Két ellés közötti idő (nap)	Fejőállás száma, elrendezése	Termelő tehenek tartása	Alományag	Vizsgálat, amiben részt vett
A	505	36,44	2,0	409	2*20, parallel	zárt, pihenőboksos, istálló	vízagyó vagy szalma	kikerülés, tehéncsaládok, tőgyödéma
B	556	37,16	2,2	401	2*16, halszálka	zárt, pihenőboksos nélküli, növekvő almos istálló	szalma	kikerülés, tehéncsaládok, mikroszimuláció
C	815	32,84	2,3	463	4*8, halszálkás poligon	nyitott istálló, pihenőboksos, növekvő almos istálló	szalma	kikerülés, tehéncsaládok
D	357	31,97	2,3	451	2*12, parallel	zárt, pihenőboksos nélküli, növekvő almos istálló	szalma	kikerülés, tehéncsaládok, mikroszimuláció
E	670	34,73	1,9	414	50 állásos karusszel	zárt, pihenőboksos, növekvő almos istálló	szalma	kikerülés, tehéncsaládok
F	770	35,44	1,9	403	50 állásos karusszel	zárt, pihenőboksos istálló	gumiszőnyeg	kikerülés, tehéncsaládok
G	554	36,77	1,9	427	2*20, parallel	zárt, pihenőboksos nélküli, növekvő almos istálló	szalma	kikerülés, tehéncsaládok, mikroszimuláció
H	504	38,93	2,0	403	2*18, parallel	nyitott, pihenőboksos nélküli, növekvő almos istálló	szalma	kikerülés, tehéncsaládok
I	1251	37,60	2,1	414	60 állásos karusszel	zárt, pihenőboksos istálló	gumiszőnyeg regenerált trágyával	kikerülés, tehéncsaládok, mikroszimuláció
J	810	36,20	2,0	414	2*24, parallel	zárt, pihenőboksos istálló	gumiszőnyeg regenerált trágyával	kikerülés, tehéncsaládok
K	456	39,95	1,9	424	2*12, halszálka	zárt, pihenőboksos nélküli, növekvő almos istálló	szalma	kikerülés, tehéncsaládok, mikroszimuláció
L	1131	36,37	2,0	425	2*24, parallel	nyitott, pihenőboksos istálló	vízagyó és fűrészpor	kikerülés, tehéncsaládok, mikroszimuláció

Forrás: Az ÁT Kft. és a Holstein-fríz Tenyésztők Egyesületének adatai alapján saját szerkesztés

3.1. A termelésből való kikerülési okok vizsgálatának anyag és módszere

3.1.1. Adatgyűjtés, elemzés

A kikerülés okok vizsgálatakor mind a 12 telep adatbázisát vizsgáltam és a 2015 és 2020 közötti adatokat vettem figyelembe, összesen 22 079 termelésből kikerült tehén esetében. A legfontosabb tenyésztési és termelési adatok összegyűjtésében a RISKÁ telepírányítási rendszer volt segítségemre. Ezek közül többek között kigyűjtöttem a laktáció sorszámát, a gyógyszeres kezelések számát, a próbafejés eredményei közül a szomatikus sejszám értékét, az adott laktációban eltöltött napok számát, a selejtezési kódot. A selejtezési kódokat csoportosítottam és 6 kikerülési okcsoportot hoztam létre, melyek a következők voltak: tőgyproblémák, anyagforgalmi problémák, mozgásszervi problémák, reprodukciós problémák, nem megfelelő termelés és egyéb kikerülési okok.

A kikerülési kategóriákba tartozó leggyakrabban előfordult egészségügyi problémák:

- Tőgyproblémák: tőgygyulladás, tőgyhiba (deformált tőgy), tőgy tályog
- Anyagforgalmi problémák: ketózis, acidózis, oltógyomor helyzetváltozás, májelfajulás, vese leállás, zsírmáj szindróma, hasmenés, ellés előtti és utáni elfekvés
- Mozgásszervi problémák: lábtörés, sántaság, láb szétcsúszás, lábhiba, ízületi gyulladás, talpfekély, ín-és izomszakadás

- Reprodukciós problémák: császármetszés, méhösszenövés, méhcsavarodás, vetélés, meddőség, méhdaganat, méh előesés, méh letapadás, méh repedés, ciszta, medence gyulladás, hüvely előesés
- Nem megfelelő termelés: kevés mennyiségű tej termelése, tejtermelés megszűnése
- Egyéb okok: alkati gyenge, egyéb légzőszervi megbetegedés, tüdőgyulladás, belsővérzés, hashártyagyulladás, mellhártyagyulladás, homloküreg gyulladás paratuberkulózis, vakság, szepszis, vérfertőzés, kóros soványság, hóguta, szívburok gyulladás, fulladás, gerinctörés, nyílttörések, szögesség, agyvérzés, köldöksérv, sercegő üszök

Selejtezésnek tekintetem azt az eseményt, amikor a tehenet kiemelték a termelésből, de még a telepet nem hagyta el. Kikerülésnek tekintetem azt az eseményt, amikor a tehén véglegesen elhagyta a telepet. A telepelhagyás módja lehetett eladás, elhullás és kényszervágás. A laktáció ideje alatt gyógyszeres kezelésnek tekintetem kifejezetten a betegségek gyógykezelését (pl. lábproblémák, tőgygyulladás, légzőszervi megbetegedések kezelése stb.). Az ivarzásszinkronizáláshoz használt hormon készítmények alkalmazását figyelmen kívül hagytam, ugyanis nem minden általam vizsgált telepen történt ivarzás szinkronizálás. A vizsgálatban a szárazra állítási folyamatot is kizártam a gyógyszeres kezelések köréből, mivel ez a kezelés a tehenek elapasztását hivatott elősegíteni vagyis minden tehén a laktációja végén részesült az apasztási kezelésben.

Első lépésben megállapítottam a tizenkét tehenészeti telep adatbázisa alapján a különböző kikerülési okok arányát összevontan. Ezután

következett a kikerülési okok arányának meghatározása az első, második, harmadik és több mint harmadik laktációban, szintén a telepek összevont adatai alapján. Ugyanezen paraméterek megoszlását később megvizsgáltam telepenkénti bontásban is. Megvizsgáltam a különböző gyógyszeres kezelések előfordulását a laktáció szakaszát tekintve. Végezetül pedig a termelésből kikerült tehenek utolsó próbafejési eredményei alapján vizsgáltam a szomatikus sejtszám alakulását a különböző kikerülési okok esetében.

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 egyes változók közötti kapcsolatot a legtöbb esetben Kh^2 próbával vagy Kruskal Wallis teszttel vizsgáltam. A szomatikus sejtszám alakulását 10-es alapú logaritmussal fejeztem ki, azért, hogy parametrikus vizsgálatot tudjak végezni, mivel a nyers szomatikus sejtszám adatok jellemzően nem normál eloszlásúak, hanem erősen jobbra ferde eloszlást mutatnak. Az eredmények szemléltetését és szöveges értékelését a Microsoft Word 2019 programmal végeztem. A táblázatok, ábrák (grafikonok, hőtérképek) elkészítésében segítségemre volt még a GIMP- GNU Image Manipulation Program 2.10.38.-as verziója, illetve a Microsoft Paint alkalmazás. Adatgyűjtés szempontjából felhasználásra kerültek az Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. és a Holstein-fríz Tenyésztők Egyesületének nyilvánosan hozzáférhető adatbázisai is.

3.2. A tőgyödéma vizsgálatának anyag és módszere

3.2.1. A vizsgált állatállomány

A tőgyödéma jelenlétét és súlyosságát 2021. decembere és 2022. novembere között egy Csongrád-Csanád vármegyei nagyüzemi tejtermelő gazdaságban vizsgáltam. A gazdaságban a laktáló tehenek száma 505 volt. A teheneket naponta háromszor, egy 2*20-as férőhelyű, parallel elrendezésű fejőállásban fejték. Különlegessége, hogy a fejőkelyhekbe egy úgynevezett ADF tőgybimbófertőtlenítő rendszert építettek be. A termelő tehenek egy szalma almozású pihenőbokszos és egy vízággal ellátott pihenőbokszos istállóban voltak elhelyezve. A szárazon álló és az ellés előtt álló teheneket mélyalmos rendszerű istállóban tartották.

3.2.2. Adatgyűjtés

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 súlyossági fokozatok leírását az Irodalmi áttekintés fejezet 30. oldalán az *1. táblázat* mutatja be. 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 sorszám, az ellés szemesztere (nyári vagy téli félév), az ellés körüli vizsgálati nap, a tőgy- és a szaporodásbiológiai diagnózis és állatorvosi kezelések. Az ellés előtt lévő tehenek esetében csak a tőgyödéma súlyosságát, a kondíciót és a tőgy függesztő szalag pontszámát jegyeztem fel, hogy elkerüljem az előrehaladottan vemhes állatok nyugalmanak megzavarását. Ellés után a fent említett paramétereken kívül már a manuálisan vizsgálandó paramétereket (tőgybimbó hossza, átmérője, tőgybőr hőmérséklete, ujjlenyomat tartóssága) is tudtam vizsgálni a fejés alkalmával.

Az ujjlenyomat tartóssága esetében a bőr feszességét, rugalmasságát jelenti. Mértékének 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. A két oldal értékelése a szimmetrikusan megjelenő fiziológiás (akut) ödéma ellenőrzésére is szolgál. Az adatfeldolgozás során a két értéket átlagoltam. Az ujjlenyomat vizsgálatot mindig személy szerint magam végeztem bal kézzel. A vizsgálat során alkalmazott nyomás erősségét konyhai mérleg segítségével határoztam meg, amely átlagosan 25 N volt, és esetemben 5 N/cm² nyomásnak felelt meg. Ellés utána az ujjlenyomativizsgálatot és az összes vizsgált paraméter felvételét minden esetben a mérésre legalkalmasabb helyen, ellés után az első 5-7 napban az elletőistállóban lévő fejőállásokban később pedig a fejőházban végeztem a fejés kezdetén, a fejőkelyhek felhelyezése előtt. Ennek fő oka az volt, hogy kötelező volt a gazdaság protokollját követni, miszerint a vizsgálatot a tehenet a lehető

legkevesebb stressznek tegyük ki, tilos a tehenet az istállóban kikötni és a vizsgálat ne zavarja, ne tartsa fel a személyzetet napi munkájuk elvégzésében. Ezesetben a fejési alkalom volt az egyetlen olyan esemény, amikor a tehenek a paraméterek felvételéhez kellő ideig egyhelyben álltak. Másrészt az ujjlenyomat vizsgálat egyszerű, gyorsan elvégezhető a fejési folyamattal egy időben, és akár a fejőmunkások önállóan is elvégezhetik a későbbiekben. A kondíciót az egyed aktuális tápláltsági állapotaként határoztam meg a vizsgálati napon. Ezt az 1-től 5-ig terjedő pontozási rendszerrel értékeltem (Wildman és mtsai, 1982; Edmonson és mtsai, 1989; DEFRA, 2001; Kellogg, 2010). Hagyományosan a pontozott területek a faroktő és az ágyéki terület, de én figyelembe vettem a bordák területét is. A tehenek kondíció pontozását a tőgyödéma pontozásával és a tőgymorfológiai adatok felvételével egyidőben végeztem el.

A tőgybimbók hosszának mérésére mérőszalagot használtam és mm-ben fejeztem ki az értékét. A tőgybimbók átmérője a bimbók szélessége az alaponál, 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 hátulsó tőgybimbók adatait párosítva összevontam. A tőgybőr 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. A tőgy függesztését a World Holstein Friesian Federation (WHFF 2005) ajánlásának megfelelően a központi szalagok erősségének mértékével határoztam meg, 1-től 9-ig pontozva. A tőgyfüggesztés pontozásakor a függesztőszalag behúzóadásának mértékét figyeljük a jobb, illetve a bal oldali tőgyfél között. Az 5 pont jelenti a 2,5 cm-es mélységű

behúzódást. Ezen érték 0,5 cm-enkénti változása változtatja a pontot felfelé vagy lefelé. 1-3 pontig gyenge függesztésről, 4-6 pontig közepesen erős, 7-9 pontig erős, kifejezett függesztésről beszélünk. A pontozást minden esetben vizuális módszerrel szokták végezni. Az első elléskor elért életkor az egyed életkorát fejezi ki napokban az első elléskor. A vemhesség hosszát a tehén vemhességének a vizsgálathoz kapcsolódó időtartamaként határoztam meg, napokban kifejezve. Az ellés sorszáma esetében, a vizsgálat időpontjában két osztályra osztott tehenek összes ellésszámát adja meg, ahol az egyik csoportba az egyszer ellett (1. csoport), a másikba a többször ellett (2. csoport) egyedek tartoznak. Az ellési félét az egyedek tényleges ellési időpontja alapján határoztam meg, az évet a magyarországi nagyüzemi gazdálkodás tapasztalatai szerint két félévre osztottam (1. kódszámú nyári félév: májustól októberig; 2. kód: téli félév: novembertől áprilisig) (Gáspárdy és mtsai, 2013). Az ellés körüli vizsgálati napok azok a napok voltak, amelyeken a teheneket az aktuális ellés körüli vizsgálati időszakon belül ténylegesen vizsgáltam értékelés és adatrögzítés céljából.

Az ödéma potenciális kockázati tényezőnek volt tekinthető egyes változók esetében, mint például a tőgy- és szaporodásbiológiai rendellenességek állatorvosi kezelése az ellés körüli időszakban. A gazdaság állatorvosának kritériumai alapján azokat a kezeléseket vettem figyelembe, amelyek a bármilyen súlyosságú ödéma diagnózisától számított ± 10 napon belül történtek. A tőgy- és szaporodásbiológiai kezeléseket gyűjtőfogalomként vettem figyelembe. A tőgy kezeléseket esetében a szubklinikai tőgygyulladás volt a leggyakoribb probléma. A szaporodásbiológiai kezeléseket során a teheneket leginkább *endometritisz*, *pyometra*, visszamaradt méhlepény és hüvelyi sérülések miatt kezelték. A termelési

és tenyésztési adatokat (pl. ellési dátum, elléskor mért életkor napokban kifejezve, vemhességi idő) a RISKÁ telepirányítási rendszerből (Systo Kft., 2014) gyűjtöttem ki és az összetett változókat ezekből származtattam.

3.2.3. Statisztikai elemzés

A 62 tehenet figyelembe véve az egyes alapvető mutatók (életkor az első elléskor, vemhességi idő, ellés sorszáma és az ellés féléve (nyári vagy téli) alap statisztikáit készítettem el először.

Ezt követően elkészítettem valamennyi vizsgált változó (beleértve az ujjlenyomat fennmaradását) ödémára vonatkozó alapstatisztikáját a tehenek 294 megfigyelésével (egy tehénen 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. A faktoranalízis egy többváltozós statisztikai módszer, amelyet az adatok belső struktúrájának feltárására használnak. Fő célja, hogy a változók közötti összefüggéseket megmagyarázza néhány közös, nem közvetlenül megfigyelhető háttérváltozó, úgynevezett faktor segítségével. Matematikailag a sajátérték egy speciális skalár, amely megmutatja, hogy egy adott faktor mennyire

fontos az adatok varianciájának magyarázatában. Minden faktorhoz tartozik egy sajátérték, amely azt mutatja meg, hogy az adott faktor hány eredeti változó információtartalmát hordozza. A sajátértékek segítenek eldönteni, hogy hány faktort érdemes megtartani az elemzésben. A gyakori szabály szerint (Kaiser-kritérium) csak azokat a faktorokat tartjuk meg, amelyeknek a sajátértéke legalább 1. Esetemben ez öt faktort érintett. Minél nagyobb egy faktor sajátértéke, annál nagyobb részét magyarázza az össz-varianciának. A 0,650-nél nagyobb értékeket tekintettem jelentős factorsúlynak, tehát azok a változók (lásd. 9. táblázatban, félkövérrel kiemelve) tartoztak egy-egy faktorba.

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 tehén adatait elemeztem, amelyeknél a tőgyödéma maximális értéke 3 volt. Ezek eredményeit összehasonlítottam a többi tehén 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).

3.3. A mikroszimuláció kialakításának anyag és módszere

3.3.1. A vizsgált tejtermelő tehenészetek és az adatgyűjtés módszerének bemutatása

A tejtermelő tehenészetekben a selejtezés időpontjának meghatározása mindig egy összetett döntés, melyet számos tényező befolyásol, mint például a vemhesülési arány és a termelt tej mennyisége. A mikroszimuláció megalkotásával a célunk az volt, hogy e két paraméter (a vemhesülési arány és az újra nem vemhesült tehenek selejtezésének időpontja) változtatása esetén, megfigyeljük, hogyan alakul a tejtermelés állomány és egyed szinten, illetve ez, hogyan befolyásolja az állomány méretet. Az így kapott eredmények segíthetnek pontosabban meghatározni, hogy a már megellett, de valamilyen okból újra nem vemhesült teheneket ellés után hányadik napon érdemesebb kiselejtezni a termelésből. A mikroszimulációt 1000 szimulált (valóságban nem létező) tehenre futtattuk le, de a tehen életútja valós telepi adatokon alapult. A szimuláció az 1000 tehen lehetséges életútját és várható termelését vázolja fel számunkra, annak függvényében, hogy a két általunk vizsgált paramétert (a vemhesülési arányt és az újra nem vemhesült tehenek selejtezési időpontját), hogyan változtatjuk. Ez a két paraméter az, amit egy tejtermelő tehenészet leginkább képes tudatosan változtatni, ezzel befolyásolva a termelt tej mennyiségének alakulását, valamint az állomány méretét. Ahhoz, hogy a mikroszimuláció minél inkább a valóságnak megfelelő legyen figyelembe kellett vennünk néhány alapvető paramétert

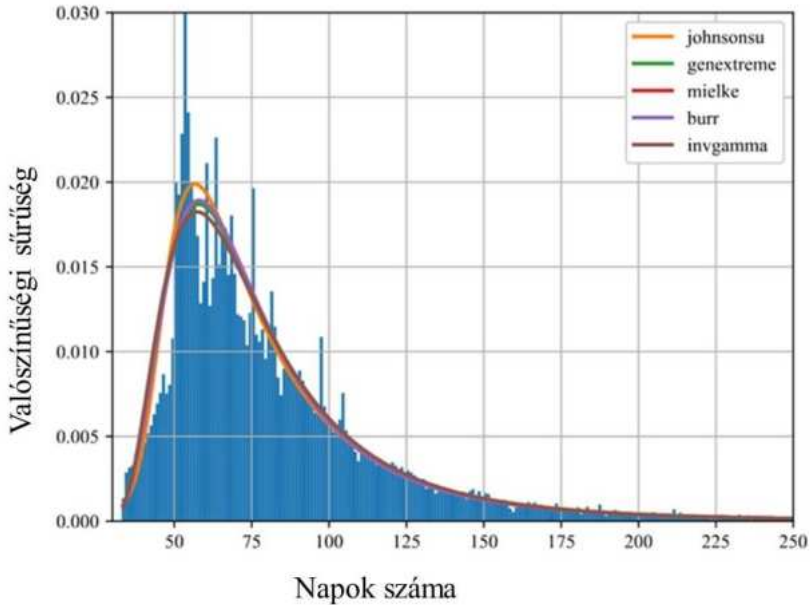
és azok eloszlását, mint például a vemhesség hossza, a szerviz periódus hossza, a szarvasmarha ivari ciklusának hossza vagy a szárazra állítás napja. Ezen tényezők eloszlásának vizsgálatát lentebb ismertetjük. A szimulációt minden esetben az ellés napján (0. nap) indítottuk és az adott tehén akkor került ki a szimulációból, mikor sokadik termékenyítés után sem vemhesült sikeresen, vagyis kiselejteztük a termelésből, tehát megszüntettük a tejtermelését. Esetünkben ez az ellés után a 300., 350., vagy 400. napon történhetett.

A mikroszimuláció létrehozásában a Szegedi Tudományegyetem TTIK Informatikai Intézet Számítógépes Optimalizálás Tanszék kutatói voltak a segítségemre. A szimuláció elkészítéséhez 6 tejtermelő tehenészet adatait dolgoztuk fel. Az elemzett paramétereket (lentebb ismertetve) a RISKA telepírányítási rendszerből gyűjtöttük ki. Minden tehenészetben holstein-fríz állomány volt; az állományméret 400 és 1500 között változott. Az átlagos napi tejtermelés 34 és 39 kg (fejési átlag) között volt. Az átlagos két ellés közötti idő a vizsgált telepeken 411 és 462 nap között mozgott. A teljesített laktáció átlagos száma 1,9-2,2 volt. A teheneket minden gazdaságban naponta háromszor fejték. A termelő tehenek tartása eltérő volt. Voltak olyan gazdaságok, ahol az istállóban szalmát használtak alomanyagként, és voltak olyanok, ahol a teheneket gumimatraccaal ellátott pihenőboksokban tartották. Minden gazdaságban nyakra vagy lábra szerelt transzpondert használtak az ivarzás megfigyelésére. A pontos elemzés érdekében a kísérletbe bevonásra kerültek azok a tehenészetek is, ahol nem végeztek ivarzásszinkronizálást. A következő adatok álltak rendelkezésre: az ellés dátuma, az ellést követő első termékenyítés időpontja (ebből tudtunk önkéntes várakozási időt számolni), a két termékenyítés között eltelt idő, a vemhesség hossza, a két ellés közötti idő

(napokban) és a termékenyítések eredménye. A vizsgálat az 1980 és 2020 közötti időszakot foglalta magába. Az Anyag és módszer fejezetben bemutatott ábrák és táblázatok mind saját szerkesztések, melyek elkészítésére szükség volt a legjobb modell kiválasztásához.

3.3.2. Az elléstől az első termékenyítésig eltelt idő (önkéntes várakozási idő) eloszlásának vizsgálata

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 a következő eloszlásokat illesztettük rájuk: Johnson SU, GenExtreme, Mielke, Burr, Inverse Gamma (invgamma). Azért ezeket az eloszlásokat választottuk, mert ezeket használják leggyakrabban a tudományos kutatásokban az aszimmetrikus eloszlások esetében. Az eloszlások illesztését az *1. ábra* szemlélteti.

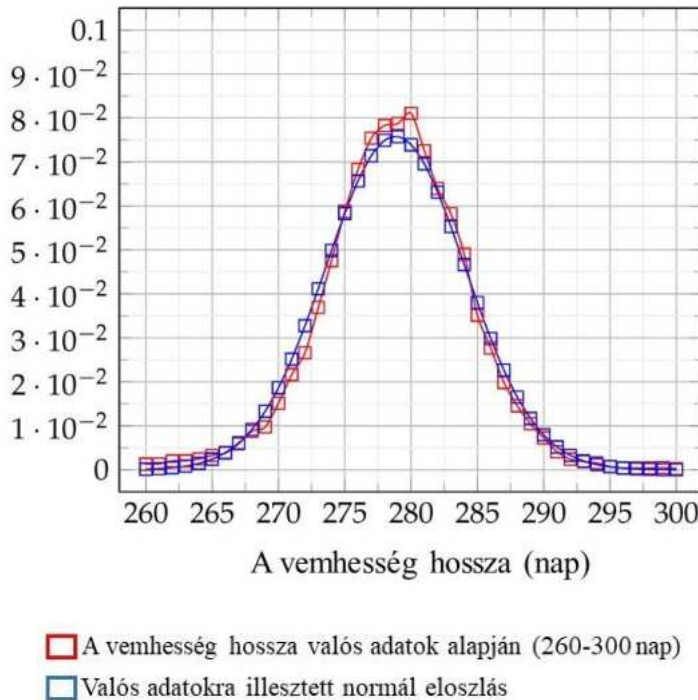


1. ábra: Az elléstől az első termékenyítésig eltelt idő eloszlásának alakulása a sűrűség függvényében, valamint az AIC értékkel illesztett első öt eloszlásfüggvény

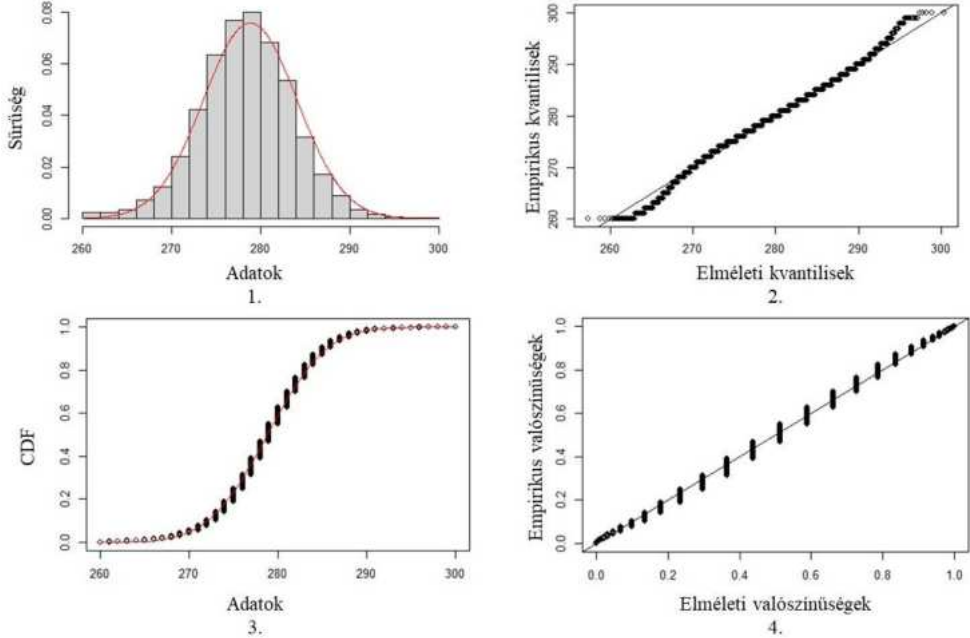
A Johnson SU eloszlás azért is lett a legjobb illeszkedés az adatainkhoz, mert ez a normális eloszlás transzformációja, és rugalmasan illeszkedik az aszimmetrikus, ferde eloszlásokhoz (Choi és Min, 2008). Látható, hogy a Johnson-eloszlás mutatta a legpontosabb illeszkedést az adatainkhoz az önkéntes várakozási idő tekintetében. Az eloszlás jól mutatja a valóságban Magyarországon alkalmazott önkéntes várakozási idő átlag hosszát, mely általában 60 nap (Borbély és mtsai, 2022). Az ideális önkéntes várakozási idő hosszával kapcsolatban eltérnek a vélemények, például Hollandiában 42 napot, az USA-ban pedig 52-53 napot tartanak kedvező várakozási időnek (Inchaisri és mtsai, 2011; Caraviello és mtsai, 2006). A mikroszimuláció futtatásakor a hazai gyakorlatban általánosan használt 60 napos értéket vettük figyelembe.

3.3.3. A vemhesség hosszának vizsgálata

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 (lásd. a 2. és 3. ábrát). Azonban az adatmennyiségünk mérete miatt (nagyobb, mint 5000 adat) nem ajánlott statisztikai tesztet végezni arra a hipotézisre, hogy az eloszlás normális eloszlást követ (Ghasemi és Zahediasl, 2012), mert a teszt ilyen adatmennyiség mellett már nagyon érzékeny az adatokban lévő eltérésekre.



2. ábra: A valós értékek és a közelítő szimulációs eredmények összehasonlítása



3. ábra: A vemhesség hosszára vonatkozó valós adatokra illesztett normális eloszlás: 1. sűrűségfüggvény, 2. Q-Q diagram, 3. eloszlásfüggvény, 4. P-P diagram.

Ezért megvizsgáltuk az illesztett görbe Q-Q és P-P ábráit. Ezek közül a Q-Q diagram vizsgálata adta meg a választ a kérdésre. Mind a P-P, mind a Q-Q diagram egy adathalmazt hasonlít össze egy elméleti eloszlásfüggvénnyel. A P-P diagram a kumulatív eloszlásfüggvényeket, míg a Q-Q diagram annak kvantiliseit hasonlítja össze. A Q-Q diagram alapján a várható és az elméleti értékek között a határérték-eloszlás szélső értékeinél van különbség. Ennek oka az intervallumnak a vemhességi idő hosszára történő nem teljesen pontos csonkítása.

3.3.4. A termékenyítések közötti idő vizsgálata

A szarvasmarha ivari ciklusa átlagosan 21 napos. Az első termékenyítéshez hasonlóan a visszaivarzó teheneket a következő 21 nap

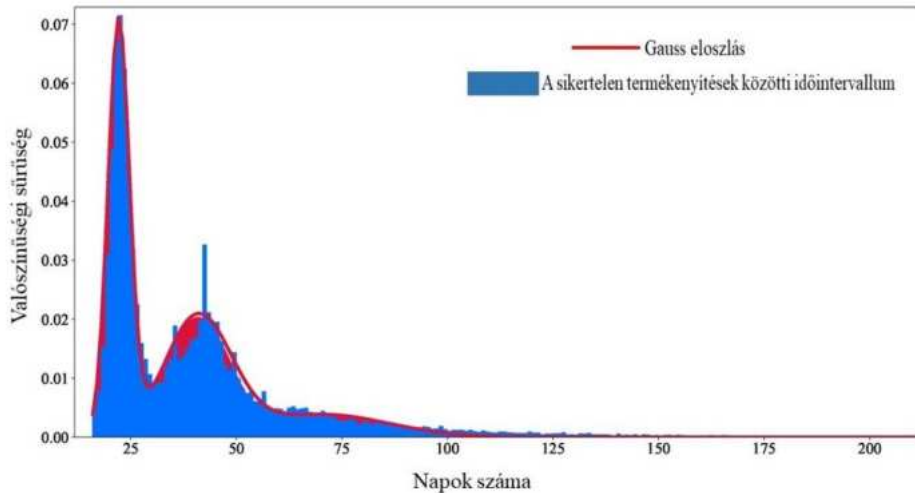
után ismét termékenyítik, majd ismét, amíg a vemhesség be nem igazolódik. Ezáltal a valós adatok eloszlása több helyi maximummal rendelkező eloszlássá válik. A görbe illesztésekor nem alkalmas egy ismert folytonos eloszlási görbe használata, hanem valamilyen kevert modellt kell használni a fontos helyi maximumok lefedésére. Ezért egy kevert Gauss-modellt illesztettünk az adatokra egy várakozás maximalizáló (EM) algoritmus segítségével (Dempster és mtsai, 1977). Az EM-algoritmus egy iteratív módszer a statisztikai modellek paramétereinek maximális valószínűségű becslésére. Először öt normális eloszlást ($K=5$) illesztettünk a görbére. Az eredményeket a 3. táblázat foglalja össze. Az illesztés eredménye a 4. ábrán látható.

3. táblázat: A Gauss vegyes modell paraméterei az illesztett görbékre kapott esetben

Ivari ciklus sorszám	Vemhesülés valószínűségi sűrűsége	Átlag	Szórás
1.	0,50	22,32	2,62
2.	0,32	41,68	9,03
3.	0,14	72,75	16,07
4.	0,03	126,02	30,68
5.	0,01	208,51	94,69

A 3. táblázat mutatja be az öt normál eloszlás összegét, miután azokat az adathalmazra illesztettük. Az eloszlások paramétereit és súlyait az összegben mutatja a táblázat. Látható, hogy az első három eloszlás súlya a legjobb, ami a 4. ábrán is kirajzolódik. A 4. és 5. eloszlás súlyai rendkívül kicsik, ezért nem vettük figyelembe őket a modellben. Az eloszlások súlya azt mutatja meg, hogy a tehének mekkora valószínűséggel vemhesülnek

az első 21 napos ciklus esetén, azok a tehenek, melyek ekkor nem vemhesültek, mekkora valószínűséggel termékenyülnek a második ciklusban (21 nappal később), amelyek ekkor sem vemhesültek mekkora eséllyel termékenyülnek a harmadik (megint 21 nap múlva) ciklusban és így tovább.



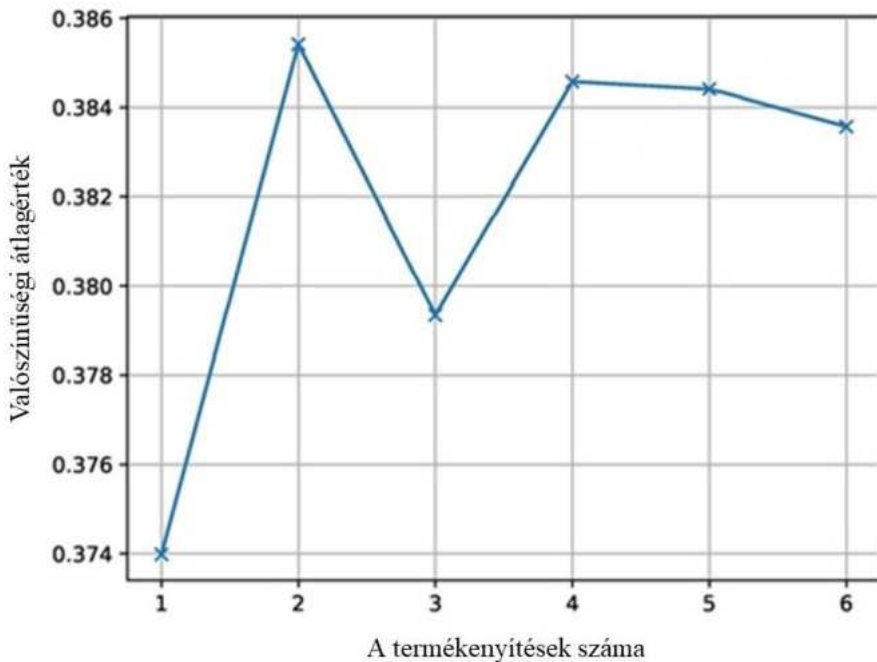
4. ábra: A sikertelen termékenyítések közötti időintervallumok valós és multi Gauss-modellre való illesztése

A túlillesztés elkerülése érdekében, mivel az adatbázisban szereplő nagy értékek hibás adatokra utalhatnak, és a legnagyobb átlag értékkel rendelkező két utolsó eloszlás súlyai elhanyagolhatóan kicsik (0,05-nél kisebbek), az utolsó két eloszlás elhagyható a modellből. Ezért az 5 illesztett eloszlás közül csak az első hármat tartottuk meg.

3.3.5. A termékenység vizsgálata

Ezután megvizsgáltuk, hogy a vemhesülési százalék és a termékenyítések számának kapcsolatát. A vemhes teheneket vizsgálva az átlagos vemhesülési százalék 38,1% volt, függetlenül a termékenyítések számától.

A termékenyítés számától való függést/függetlenséget az 5. ábra mutatja. Látható, hogy a lineáris regresszió vizsgálatban a determinációs együttható közepes ($R^2 = 0,36$) erősségű kapcsolatot mutat. Ezért a szimulációban a vemhesülési arányt úgy tekintettük, hogy független a termékenyítés sorszámától.



5. ábra: A vemhes és a teljes állományra számított valószínűségi sűrűségértékek a termékenyítések számának függvényében

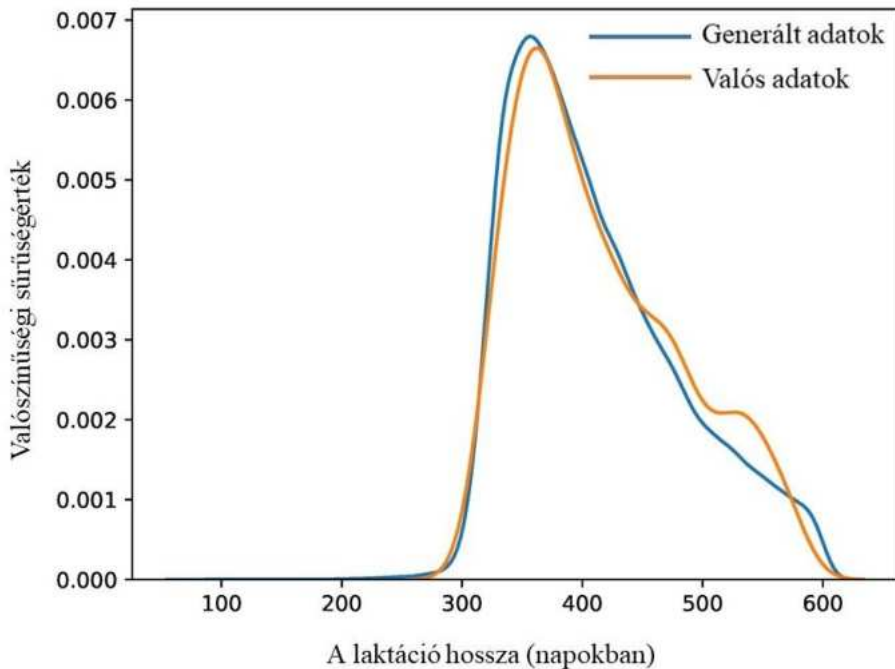
A valóságban az összes tehén esetében a vemhesülési arány alacsonyabb, mint a szimulációban kapott értékek, mert vannak olyan tehenek, amelyek nem vemhesülnek és selejtezésre kerülnek. Mivel a selejtezés időpontja nem egységes, a vemhességek aránya kis csökkenést mutat ezen tehenek miatt. Az átlagos vemhesülési arányt a legnagyobb létszámú telephely adataiból számoltuk ki, egy 0,28-as állandó értéket, amelyet úgy kaptunk, hogy a telepen történt összes vemhesítési kísérletet (17 termékenyítés volt

a legtöbb) vettük, és a sikeres termékenyítés százalékos arányát ezen próbálkozások összegéből számoltuk ki. A vizsgálat során továbbá kiszámoltuk a hat telep havi vemhesülési arányát is. Ehhez az adott hónapban történt sikeres vemhesülések számát elosztottuk az adott hónapban történt összes termékenyítés számával.

3.3.6. A modell ellenőrzése

A megadott eloszlások mentén a tehén élettartama mikroszimulációs módszerrel generálható. A szimulációs konfigurációban nemcsak konstans értékeket, hanem a konkrét adatokat és a kiválasztott illesztett eloszlások típusait is megadhatjuk. A bemeneti konfiguráció alapján a szimuláció felépít egy sztochasztikus modellt, amely meghatározott események láncolatából áll. Az események most nem konstans értékeket kapnak időintervallumként, hogy egymástól függő módon következzenek be, hanem egy adott eloszlás által generált pszeudorandom számot. Ahhoz, hogy a módszer segítségével további összefüggéseket olvashassunk le a tehén laktációs görbéről, meg kellett néznünk, hogy a szimuláció megfelelően működik-e. A szimulációt összesen 1000 tehénre vetítve futtattuk le, amelyek közül nem mindegyik vemhesült. A szimulációt úgy konfiguráltuk, hogy a selejtezési feltétel az a nap legyen, amikor a tehén már nem termel tejet, vagy amikor a tehén következő laktációja megkezdődik, azaz az ellést követő első nap. Minden tehén esetében kiszámítottuk az időintervallumot a szimuláció elindításától a következő ellés bekövetkezéséig. Összesen 880 sikeres termékenyítés történt. A valós adatokból a 600 napnál hosszabb laktációs időintervallumok irrelevánsak, és azokat kivágtuk az adatokból. Az így kapott két adathalmazt összehasonlítottuk, és az eredmény a 6. ábrán látható. Az összehasonlítást

különböző statisztikai tesztekkel végeztük 0,05-ös szignifikancia szinten.



6. ábra: A valós és a generált adatok valószínűségi sűrűségeinek összehasonlítása.

Az első statisztikai próba, a kétmintás Kolmogorov-Smirnov-próba volt, amelynek nullhipotézise az volt, hogy a két minta, a generált és a valós adatok egy elméleti eloszlásból származnak (Wilcox, 2014). A teszt a két összehasonlítandó minta eloszlásfüggvényének minden egyes diszkrét pontban a két minta közötti különbség abszolút értékét veszi. Ha ez az érték nagyobb, mint egy adott szignifikancia szint és mintaméret, akkor a hipotézist elvetjük. Az 5%-os szignifikanciaszint mellett a teszt p-értéke 0,123, ami azt jelenti, hogy a hipotézis nem utasítható el. Azt a hipotézist is teszteltük, hogy a két minta átlagai megegyeznek, kétmintás t-próbával, 5%-os szignifikanciaszinten. A 0,055-ös p-értékkel, azaz $p > 0,05$, a

nullhipotézis nem utasítható el, hogy a két eloszlás átlagai megegyeznek (Hsu és Lachenbruch, 2014). Mivel a selejtezési döntés lehet irányított (tervezett, gazdasági vagy tenyésztési megfontolásból) és kényszerű (nem tervezett, váratlan okok miatt történik) is, a gyakorlatban a selejtezési protokoll nem mindig következetes. A gyakorlatban a selejtezési döntés időzítését többnyire a tehén tejtermelése, szaporodásbiológiai és egészségügyi állapota határozza meg. Ezek a tényezők felülírhatják az adott telephelyi selejtezési protokollt, ami minimális eltérést okoz a valóság és a szimulált adatok között, mely a 6. ábrán látható. A szimulált adatok 5%-os hibahatáron belül fedték a valós adatokat, ami igazolta, hogy a szimulációban a lehető legtöbb befolyásoló tényezőt számításba vettük, így a két eloszlás egymásra illes. Ezáltal tudtuk igazolni, hogy a szimuláció pontos volt.

Az eloszlás helyessége alapján a paraméterek megváltoztatásával további adatok olvashatók le. Megnézhetjük, hogy a különböző értékek milyen hatással vannak a tehenek laktációs görbéjére (Gröhn és mtsai, 2003; Schuster és mtsai, 2020). A laktáció hossza nagyban befolyásolja a nyereséget, mivel a vemhesség utolsó 60 napjában szárazonállás időszaka jövedelemkiesést jelent. A gyakorlatban az a legjobb, ha a tehenet a lehető legkorábban vemhesítik az ellést követően, és ezzel lerövidítik a laktáció hosszát, mivel a tehén tejhozama egész életében változik (DeJarnette és mtsai, 2007).

3.4. A tehéncsaládok összehasonlító elemzésének anyag és módszere

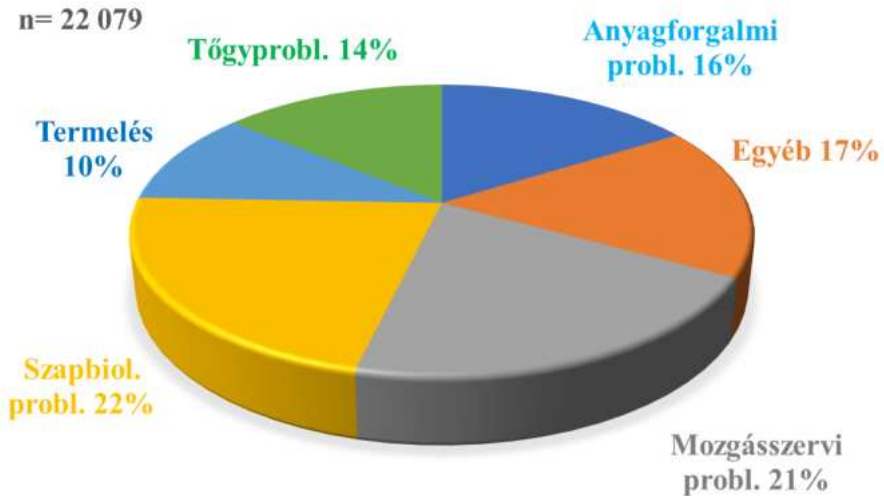
A tehéncsaládok népességének megállapítását, illetve a tehéncsaládok nőivarú leszármazottainak száma és a kikerülési okok közötti kapcsolatot mind a 12 telepen vizsgáltam. A tehén család egy olyan nőivarú szarvasmarhákból álló csoport, amelyek ugyanattól a tehéntől származnak anyai ágon. Vizsgálatomban az anya egy olyan nőivarú egyed, amely egy adott családi vonal alapítója vagy élete során legalább egy nőivarú ivadéka született. Minden telep esetében visszavezettem 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) fűlszáma, 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.

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

4.1. 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. A vizsgálati időszak alatt mindösszesen 22 079 holstein-fríz tehenet vontak ki a termelésből, mely egyedek adatait értékeltem ki vizsgálatomban. Ez az összes telep tehenállományára vetítve 37%-os selejtezési arányt jelentett.



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

Először a vizsgálatban szereplő tehenészetek kikerülési okait együttesen vizsgáltam (lásd 7. 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 hőséguta, a vérmérgezés vagy a fulladás. Bascom és Young (1998), Ahlman és mtsai, (2011) és Chiumia és mtsai, (2013) kutatásaikban megállapították, hogy a fő kikerülési okok a szaporodásbiológiai problémák, a tőgygyulladás, a csökkent termelés és a lábvégbetegségek. Esetemben is megfigyelhetőek ezek a kikerülést okozó problémák csak eltérő sorrendben. A szaporodásbiológiai okok miatt történt kiekerülések aránya vélhetően a tejtermelésre irányuló nagyfokú szelekció miatt mutatta a legnagyobb értéket. Pryce és mtsai (2004) tanulmányukban megállapították, hogy a tejtermelésre irányuló nagyfokú szelekció negatív hatással lehet a szaporodásbiológiai mutatókra (hosszabb szervízperiódus, alacsonyabb vemhesülési arány). Vizsgálatomban a második legnagyobb kikerülési arányt a mozgásszervi problémák jelentették, melynek hátterében állhat a holstein-fríz fajta viszonylag nagyobb testmérete, testtömege, illetve az istálló padozatok minőségi különbözősége, de akár az istálló és a fejőház közötti nagyobb távolság napi többszöri megtétele is.

A kikerülési okok megoszlásának vizsgálata után elemeztem a kikerülés mértékét az adott laktációban, amelynek eredményeit a 4. táblázat foglalja össze. Négy csoportot alakítottam ki a laktáció szám alapján: az első, a második, a harmadik és a több, mint harmadik laktációjukat teljesítő tehenek csoportjait. Megállapítható, hogy a vizsgált telepeken a legnagyobb mértékű kikerülés az első és második laktációs tehenek esetében volt megfigyelhető, közel 27-27%-os aránnyal. A harmadik laktációban a kikerülési arány 22%-ra csökkent. A további laktációkban 24% körüli volt a tehenek termelésből való kivonása.

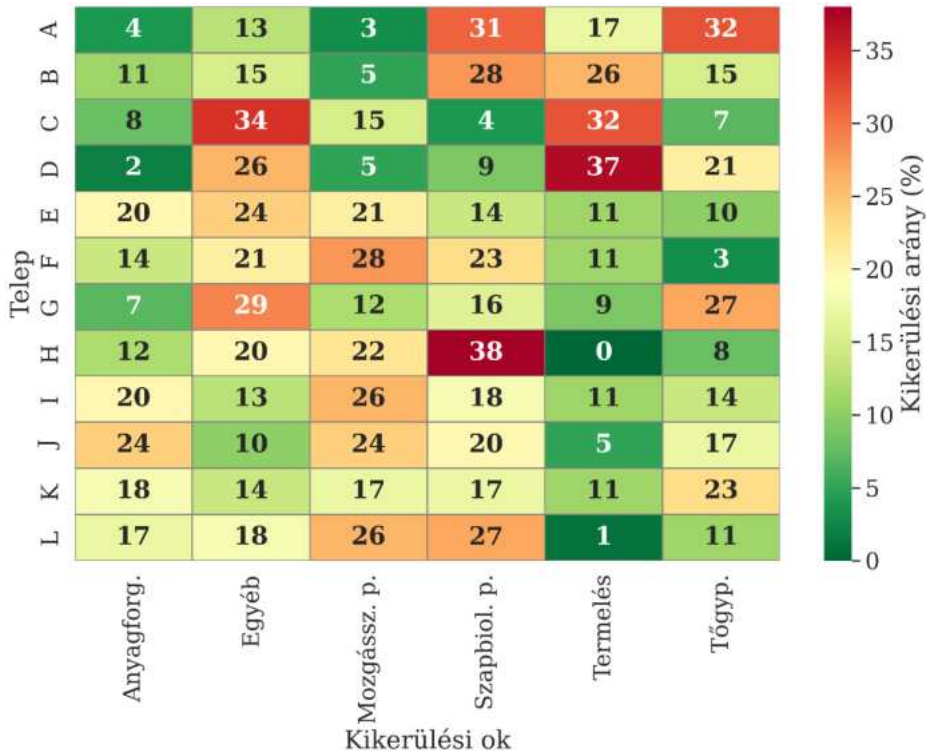
4. táblázat: A kikerülési arány százalékos megoszlása laktációnként a vizsgált telepeken (2015-2020)

Laktáció sorszám	Kikerülési arány
1. lakt.	26,7%
2. lakt.	26,9%
3. lakt.	22,6%
>3. lakt.	23,8%

Eredményeim nem állnak összhangban Hadley és mtsai (2006) kutatási eredményeivel. Vizsgálatukban azt állapították meg, hogy a laktációs szám növekedésével egyenesen arányosan nő a selejtezési arány. Ezt a növekedést az életkor miatti egészségügyi problémák felhalmozódásával és a tejtermelés romlásával magyarázták. Esetemben az első két laktációban látható nagyobb arányú selejtezés, melynek oka vélhetően a nagy szelekciós nyomás, ugyanis leghamarabb az első két laktáció alkalmával derül ki, hogy a tehén megfelel-e a gazdaság termelési és szaporodásbiológiai elvárásainak. Essl (1998) és De Vries (2017) kiemelik, hogy a korai laktációkban történt kikerülések gyakran menedzsment kérdések miatt történnek és nem mindig közvetlen

egészségügyi okból következnek be. Azt, hogy az egyes laktációkban milyen okból történik nagyobb arányú selejtezés a továbbiakban ismertetem. A harmadik laktációban a selejtezési arány valószínűleg azért mutat kisebb értéket, mert ebben a laktációban már a termelési teljesítmény alapján szelektált, jobb genetikai és egészségi állapotú tehenek maradnak az állományban. A további laktációkban pedig azért emelkedhetett a kikerülési arány, mert itt már feltételezhető, hogy gyakoribb az életkorral összefüggő egészségi állapot romlás vagy a gazdasági optimalizáció miatt nagyobb arányban selejteznek a telepeken.

A továbbiakban a tizenkét telep kikerülési arányát vizsgáltam kikerülési okonként hőtérekép segítségével (8. ábra). A színskála mutatja az arányok eloszlását, ahol a zöld szín az alacsonyabb arányokat (0-10%), a sárga a közepes értékeket (10-25%), míg a piros szín a magasabb arányokat (>25%) jelöli.



8. ábra: A kikerülési arány hőtéreképe telepek és kikerülési okok szerint (2015-2020)

A hőtérekép adatai alapján az anyagforgalmi problémák miatti kikerülések a J telepen mutatják a legmagasabb arányt (24%), míg a legalacsonyabbat a D telepen (2%) figyelhetjük meg. Az egyéb okokból történő termelésből való kivonás aránya a telepek közül a C telepen a legmagasabb (34%), míg a J telepen (10%) a legalacsonyabb. A mozgásszervi problémák miatti

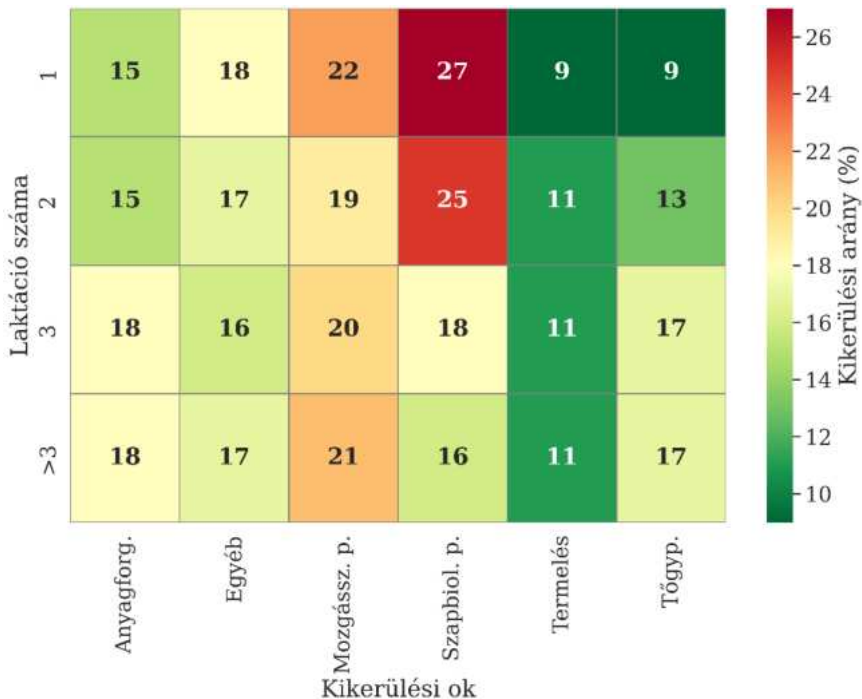
kikerülés az F telepen a legjellemzőbb 28%-os aránnyal, míg az A telepen csak 3%-os az arány. A kikerülési okok közül a szaporodásbiológiai problémák a H telepen mutatják a legmagasabb (38%) értéket és a C telepen a legalacsonyabbat (4%). A nem megfelelő termelési szint miatti kikerülések aránya a D telepen volt a legmagasabb, 37%-kal, míg a H telepen azt tapasztaltam, hogy nem vonnak ki tehenet a termelésből nem megfelelő tejtermelés miatt. A tőgyproblémák miatti kikerülések az A telepen fordultak elő legnagyobb mértékben (32%), míg a legkevesebb (3%) kikerülés tőgyproblémák miatt az F telepen volt.

A statisztikai próba elvégzése után ($\text{Kh}^2 = 4285,249$; $p < 0,001$) szignifikáns különbséget állapítottunk meg az egyes telepek kikerülési okai között.

A telepek közötti jelentős különbségeket a kikerülési arányban elsősorban a telepspecifikus tényezők okozhatják. Valószínűsíthető, hogy a legnagyobb különbségeket az alábbi tényezők okozhatják: 1.) az állategészségügyi protokollok következetessége és hatékonysága. Nem mindegy, hogy egy telep a betegségmegelőzésre fókuszál vagy inkább a kezelésre fordít nagyobb hangsúlyt. 2.) a szaporodásbiológiai menedzsment színvonala és az ehhez kapcsolódó selejtezési stratégia szigorúsága; 3.) a takarmányozási program minősége és stabilitása, különös tekintettel a tranzíciós időszakra; 4.) a munkaerő képzettsége és az állatok kezelésének módja. Emellett a telepek közötti eltéréseket részben magyarázhatják az infrastrukturális különbségek (istállók kialakítása, pihenőterek minősége, szellőzés, tehenkomfort színvonala stb...), valamint az eltérő termelési célok is. Egyes telepek a maximális tejhozamra optimalizálnak (lásd pl. D telep), ami magasabb kikerülési

arányal jár, míg mások a hosszú hasznos élettartamot helyezik előtérbe, akár alacsonyabb, de gazdaságosabb tejtermelés mellett.

A továbbiakban megvizsgáltam a különböző kikerülési okok arányát a laktáció szám tekintetében, melynek eredményeit a 9. ábra mutatja be.



9. ábra: A termelésből való kikerülési okok arányának hőterképe laktációnként a vizsgált telepeken (2015-2020)

Megfigyelhető, hogy az első és második laktációban a legmagasabb kikerülési arányt (25-27%) a szaporodásbiológiai problémák jelentették. Ezekben a laktációkban a termelési és tőgyproblémák miatti kikerülési arány képviseli a legkisebb értéket. A harmadik laktációtól kezdődően már a mozgásszervi problémák, az anyagforgalmi problémák és a tőgyproblémák miatti kikerülések aránya fokozatosan növekszik. Az egyéb okok és a nem kielégítő tejtermelési paraméterek miatti kikerülések

aránya viszonylag állandó minden laktációban.

Annak érdekében, hogy megvizsgáljam vannak-e szignifikáns különbségek a laktáció sorszama és az egyes kikerülési okok között Kruskal-Wallis tesztet végeztem. A teszt eredménye ($p=0,9885$) alapján nem állapítható meg szignifikáns különbség a laktáció száma és a kikerülési okok arányai között, vagyis megállapítható, hogy esetemben a laktáció száma nem befolyásolja szignifikánsan a kikerülési okok arányát. Több tanulmány is vizsgálta a laktáció száma és a selejtezési okok közötti kapcsolatot. Chiumia és mtsai (2013), illetve Adamczky és mtsai (2017) tanulmányukban hasonlóan megállapították, hogy az első laktációs tehenek esetében a szaporodásbiológiai okok, (főként a meddőség) miatt történik nagyarányú selejtezés. A szakirodalom a későbbi laktációk esetében a tőgygyulladás és az anyagforgalmi betegségek gyakoribb előfordulását írja le (Rilanto és mtsai, 2020; Sadek és mtsai, 2022; Grzesiak és mtsai, 2022). Eredményeim összhangban állnak a szakirodalmi eredményekkel.

Az 5. táblázatban százalékos formában tüntettem fel a különböző gyógyszeres kezelések (kifejezetten a betegségek gyógykezelését, figyelmen kívül hagyva a hormonkészítmények használatát és a szárazra állítási terápiát) arányát a vizsgált laktáció szakaszát tekintve a telepi adatok alapján.

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

Ellés sorszáma	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 5. 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

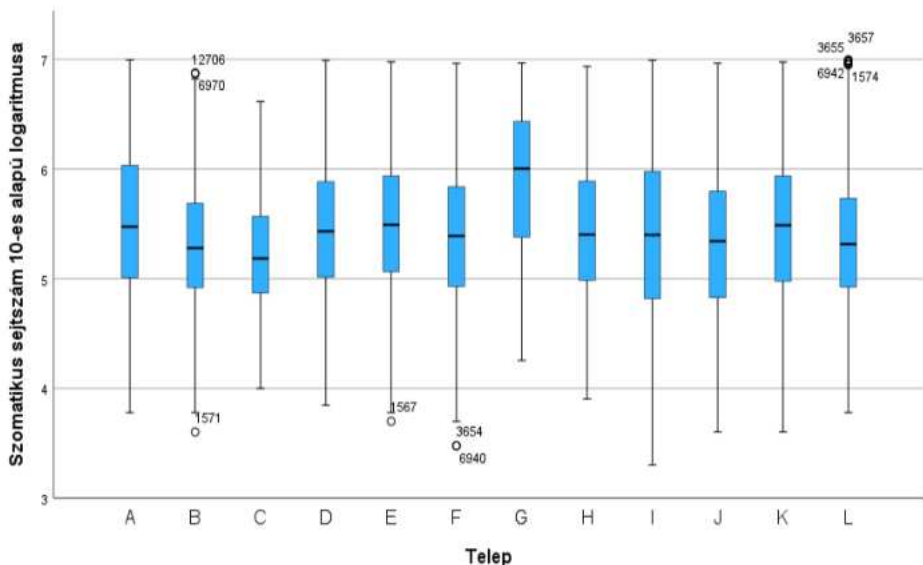
problémák gyakoribbak lehetnek, válasz lehet az általam kapott eredményekre, vagy esetleg a már meglévő krónikus betegségek súlyosbodása is okot adhat a gyakoribb gyógyszeres kezelésekre.

Eredményeim egy része összhangban van Goto és mtsai (2016), illetve Tsai és mtsai (2021) eredményeivel, miszerint közvetlenül az ellést követően, (ellés után az első 30 napban) nagy kockázata van a különböző betegségek (szaporodásbiológiai, tőgy, mozgásszervi, emésztőszervrendszeri és egyéb betegségek) megjelenésének, melyek a legtöbb esetben gyógyszeres kezelést is igényelnek. Moosavi és mtsai (2014) tanulmányukban a klinikai tőgygyulladás előfordulását vizsgálták a laktációs szakasz és ellés szám tekintetében. Elsőborjas tehenek esetében a késői laktációs szakaszban (≥ 150 nap) kisebb arányú, míg a harmadik vagy annál több laktációs tehenek esetében nagyobb arányú volt a klinikai tőgygyulladás előfordulása. Ribeiro és mtsai (2016) szerint a laktáció korai szakaszában (0-60 nap) a tejelő tehenek különösen érzékenyek az anyagcserezavarokra. Ahogy a tehenek a laktáció közepe felé haladnak (60-150 nap) például a tőgygyulladás előfordulása egyre gyakoribbá válik (Abraham és Zeleke, 2017). A késői laktációban (150-305 nap) jelentősen megnőnek a szaporodásbiológiai problémák, mint például az anovuláció és a méhfertőzések (Cristina és mtsai, 2015). Vizsgálataimmal nem tudom alátámasztani ezen eredményeket, mert a betegségek kezelését együttesen vizsgáltam, nem pedig betegségcsoportonként.

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

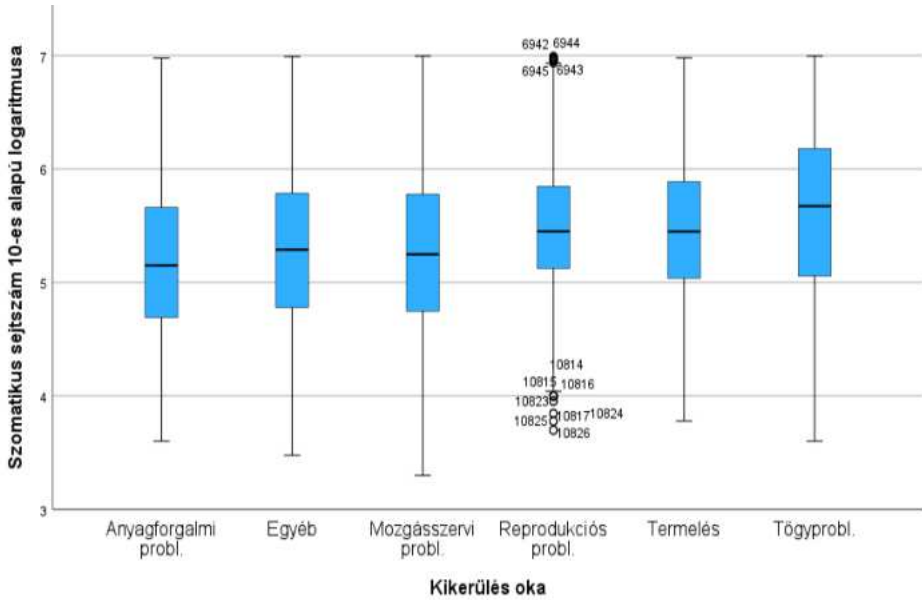
elvégzése után megállapítottam, hogy az ellés sorszáma és hogy a tehen a laktáció melyik szakaszában van, az esetemben nem hat szignifikánsan ($p=0,6081$) a gyógyszeres kezelések gyakoriságára.

A továbbiakban a termelésből kikerült tehenek kikerülésük előtti utolsó próbafejési adatai alapján vizsgáltam a szomatikus sejtszám alakulását. A 10. ábra a vizsgált telepek szomatikus sejtszám alakulását szemlélteti.



10. ábra: A termelésből kikerült tehenek utolsó próbafejésekor mért szomatikus sejtszámának eloszlása a vizsgált telepeken

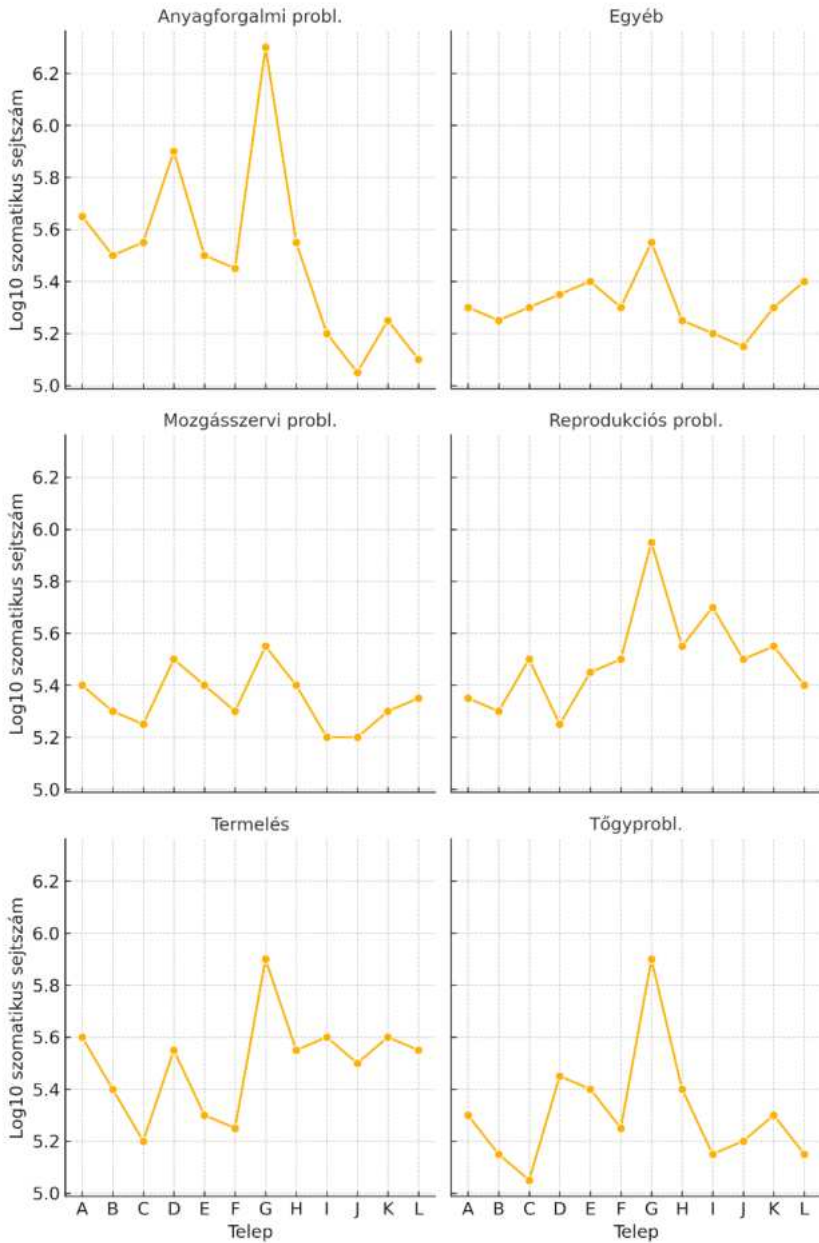
A doboz ábra alapján elmondható, hogy a szomatikus sejtszám arányának eloszlása viszonylag egyenletes a vizsgált telepek között. Az összes telep adatait figyelembe véve megállapítható, hogy a szomatikus sejtszám logaritmusainak mediánja között vannak eltérések (a B és a C telepek mediánjai alacsonyabbak, a G telepé magasabb), melyek nem jelentősek, vagyis a vizsgált telepeken a szomatikus sejtszám eloszlása viszonylag egyenletes.



11. ábra: A termelésből kikerült tehenek utolsó próbafejésekor mért szomatikus sejtszámának 10-es alapú logaritmusa a kikerülési okok függvényében

A 11. ábra a szomatikus sejtszám eloszlását mutatja be a kikerülési okok függvényében. Az ábra alapján megállapítható, hogy a különböző kikerülési okok esetében a szomatikus sejtszám eloszlása hasonló, bár néhány kategóriában (különösen a reprodukciós problémák esetében) vannak kiugró értékek, amelyek magasabb sejtszámot jeleznek. Az adatok alapján azonban nincs jelentős különbség a csoportok között a sejtszám medián értékeit tekintve. A dobozábrán látható, hogy bár a mediánok hasonlóak, a tőgyproblémák esetében előfordulnak kiugróan magas értékek, ami összhangban van azzal, hogy bizonyos egyedeknél a tőgyproblémák valóban extrém magas szomatikus sejtszám értékekkel járnak. Szeretném kiemelni, hogy a tőgyproblémák miatti kikerülés gyakran nem csak a magas szomatikus sejtszám miatt történik, hanem más tényezők miatt is, mint például: krónikus, visszatérő tőgygyulladások,

amelyek között lehetnek alacsonyabb szomatikus sejtszám értékű időszakok, tőgymorfológiai problémák (pl. sérülések, rosszul fejhető tőgy), tőgynegyed elvakulás. Ezen kívül a telepek menedzsmentje is különbözhet abban, hogy milyen szomatikus sejtszám értéknél döntenek a tehén selejtezéséről (van, ahol már alacsonyabb szomatikus sejtszám értéknél is selejtezhetnek tőgyproblémák miatt, megelőző jelleggel). Illetve fontos azt is megjegyezni, hogy a szomatikus sejtszám csak egyike a tőgyegészség mutatóinak, és a selejtezési döntések általában több tényező együttes figyelembevételével születnek.



12. ábra: A termelésből kikerült tehenek utolsó próbafejésekor mért szomatikus sejtszámának 10-es alapú logaritmusának függvényében a kikerülési okok függvényében telepenként

A 12. ábra mutatja be a vizsgált telepeken mért szomatikus sejtszámok 10-es alapú logaritmusának átlagát kikerülési okok szerint. A kikerülési okok tekintetében az anyagforgalmi, a reprodukciós és a tőgyproblémákhoz társult kiugró szomatikus sejtszám érték. A legmagasabb átlagos szomatikus sejtszám a G telepen látható, leginkább az anyagforgalmi és tőgyproblémák esetében. A G telep kiemelkedően magas szomatikus sejtszáma további vizsgálatot igényelhet. A G telep esetében a tartástechnológia (növekvő almos termelő istállók), és az elavult fejőrendszer állhatott a magasabb szomatikus sejtszám hátterében, illetve az anyagforgalmi problémák vélhetően tőgyproblémákkal is együtt jártak ezen a telepen.

Azon eredményeimet, miszerint a tőgyproblémák mellett az anyagforgalmi, és a szaporodásbiológiai problémákhoz magasabb szomatikus sejtszám társul Egyedy és mtsai (2022) eredménye is alátámasztják, akik megállapították, hogy azoknál a teheneknél, melyeknek a szárazra állítás előtt magasabb volt a szomatikus sejtszáma a ketózis 166%-kal nagyobb valószínűséggel alakult ki az ellést követő első két hétben, mint az alacsony szomatikus sejtszámmal rendelkező teheneknél. Ezen kívül megfigyelték, hogy ezeknek a teheneknek ellés után nagyobb valószínűséggel volt méhgyulladásuk, magzatburok-visszamaradásuk és sántaságuk, bár ezek az eredmények nem voltak statisztikailag szignifikánsak. Mohammed (2021) eredményei alapján azt mutatta ki, hogy a magasabb szomatikus sejtszám esetében az első termékenyítésig eltelt idő 16-26 nappal hosszabb lett, a vemhesülésig eltelt idő 9-33 nappal lett hosszabb, illetve a termékenyítések száma 0,3-1,1-el több volt a normál sejtszámú tehenekhez képest.

4.2. A tőgyödéma vizsgálati eredményei

A vizsgálatban részt vett 62 tehén jellemzőit a 6. táblázat tartalmazza. Esetemben az első elléskori életkor és a vemhesség hossza a szokásos tartomány (23-25 hónap; Eastham és mtsai,2018; 270-290 nap; Filipčik és mtsai, 2021) alsó határán alakult. A vizsgált tehenek esetében az első elléskor az életkoruk átlagosan 723 nap (23,7 hónap) volt, ami két hónappal kevesebb, mint a hazai átlagos első elléskori életkor (25,0 hónap; ÁT Kft, 2021). Hutchison és mtsai (2017) véleménye szerint, a holstein-fríz üszők esetében ideálisabb a 21-22 hónapos első elléskori életkor. A tehenek megoszlása az ellések száma szerint a következőképpen alakult: 48 első ellésű tehén (77,4%) és 14 többször ellett tehén (22,6%). Az ellési félévek egyenletesebb eloszlást mutattak: 26 tehén az év nyári felében (41,8%), 36 tehén pedig az év téli felében (58,2%) ellett.

6. táblázat: Az alapvető változók leíró statisztikája (n=62 tehén)

Vizsgált paraméterek	Átlag	Medián	Minimum	Maximum	Szórás
Első elléskori életkor, napokban	723	718	666	824	41,9
Vemhességi idő, napokban	275	275	266	284	3,98

A 7. táblázatban (lásd 85-86. oldal) a vizsgálati időszak alatt (n=294 megfigyelés) rögzített változók leíró statisztikáját gyűjtöttem össze. A vizsgálati napon szignifikáns ($p < 0,001$) különbség mutatkozik az ödéma súlyosságában. Az ellés körül kapjuk a legsúlyosabb ödémás eseteket, és ahogy távolodunk az ellés időpontjától, úgy csökken az ödéma súlyossága, majd végül elmúlik. Tucker és mtsai (1992) és Slettbakk és mtsai (1995)

az ödéma lefolyásával kapcsolatban hasonló megfigyeléseket tettek.

Szignifikáns ($p < 0,001$) és pozitív összefüggést találtam az ödéma súlyossága és az ujjlenyomat fennmaradása között. Véleményem szerint ezen kapcsolat vélhetően az ödéma élettani hatásaival állhat összefüggésben. A megnövekedett interstitialis folyadék mennyisége okozhatja a csökkent szöveti rugalmasságot. Bertulat és mtsai (2012) kifejlesztettek egy dinamométert a tőgy bőr rugalmasságának nem invazív mérésére tejelő teheneknél, ami érdekes lehet a tőgygyulladás diagnosztikájában vagy az állatjólléti ellenőrzésben. Rees és mtsai (2017) tanulmányukban ezzel a készülékkel mérték a tőgybőr rugalmasságát, feszségét és azt figyelték meg, hogy a tőgygyulladásban szenvedő teheneknél a feszség alsó mérési pontja megnövekedett, feltehetően a tőgyödéma miatt, ami a klinikai tőgygyulladás egyik tünete.

Az ödéma mértéke és a kondíciópont között szignifikáns ($p = 0,029$) pozitív kapcsolatot figyeltem meg, a legsúlyosabb (3 pontos) ödéma esetében volt a legmagasabb a kondíciópont (4,1). Ez a látszólagos összefüggés arra enged következtetni, hogy vélhetően energia túlkínálat jellemezhetette az ellés körüli időszakot, ami fokozhatta a szövetek folyadék retencióját és ezáltal az ödéma súlyosságát. Schmidt és Schultz (1959) szarvasmarhákon, valamint Avais és mtsai (2020) tejelő kecskékénél végzett vizsgálataik nem erősítették meg a tőgyödéma és a kondíció közötti kapcsolatot. Bozkurt és mtsai (2024) tejelő juhok esetében azt a megállapítást tették, hogy az ellés körüli időszakban a túlzott fehérje és energiaellátás túl kondíciót (kövérséget) és magasabb kalcium-foszfor arányt okozott a vérben, mely növelte az intersticiális folyadékviszataratást a tőgyben, vagyis tőgyödémára hajlamosított.

Megállapítottam, hogy az elülső tőgybimbók átmérője ($p = 0,038$) pozitív

kapcsolatban áll az ödéma mértékével. Ebből az eredményből az feltételezhető, hogy az elülső tőgynegyedek vér-és nyirokkeringése vélhetően némileg eltérhetett a hátulsó negyedekétől. A vastagabb tőgybimbók nagyobb folyadékfelhalmozódáshoz vezethetnek és úgy vélem emiatt lehetett kifejezettebb az ödéma az elülső tőgybimbókon, viszont ezen eredményem nem tudtam szakirodalmi példával sem alátámasztani, sem cáfolni. Hartanto és mtsai (2023) megfigyelték, hogy a 13 hónapos vagy annál idősebb korú, de még nem vemhes üszők esetében gyors bimbó méret növekedés figyelhető meg, illetve mind a hosszúság és mind az átmérő a vemhesség 7-9 hónapjában volt a legnagyobb. Stauffer és mtsai (2021) vizsgálatukban megcáfolták, hogy az ödéma okozta volna a tőgybimbók megvastagodását, szerintük a fejes alkalmával a vénák kitéágulnak és ez okozza a megvastagodást. Előfordulhat, hogy eredményem inkább ezen tényezőkkel áll összefüggésben, de tanulmányomban nem végeztem ilyen irányú kutatást, illetve a tőgybimbó morfológiai paramétereinek vizsgálatakor sem tettem különbséget az első elléses és a többször ellett tehének bimbó méretei között. Az elülső és a hátulsó tőgybimbók hossza nem mutatott összefüggést az ödéma mértékével. Gilbert és Schwark, (1992), Medrano-Galarza és mtsai (2012), valamint Okkema és Grandin (2021) kutatási eredményei alapján az akut ödéma esetén korábban megfigyelt változások nem igazolódtak a tőgybimbók hosszában, de az elülső tőgybimbók átmérőjében igen. A tőgybőr hőmérséklete statisztikailag igazolt ($p=0,007$), negatív kapcsolatot mutatott az ödéma súlyosságával. Úgy vélem, hogy a hőmérséklet csökkenés háttérében az állhat, hogy az ödéma okozta duzzanat gátolja a keringést, mivel a folyadékfelhalmozódás összenyomhatja a tőgy vénáit, így korlátozottá válhat a tőgyben a véráramlás, ami kihathat a tőgy bőrének

hőmérsékletére. Ezt a feltételezést támasztja alá Haq és mtsai (2024) tejelő kecskéken végzett vizsgálata is. Emellett szerepet játszhat még a hőmérsékelt csökkenésben maga a fejési folyamat is (Sathiyabarathi és mtsai, 2016). A szakirodalmi eredmények sok esetben ellentmondásosak a tőgybőr felszíni hőmérsékletével kapcsolatosan. Metzner és mtsai (2015) vizsgálatukban a tőgyfelszín hőmérsékletének csökkenését figyelték meg az *Escherichia coli* baktériummal fertőzött tőgynegyedek kezelése után, amit a tőgyödéma kialakulásának tulajdonítottak. A fertőzött tőgy hőmérsékletének emelkedését Ramos és mtsai (2020) a kóros ödéma esetében figyelték meg.

7. táblázat: A vizsgálati időszak alatt rögzített változók alapstatisztikai értékei (n=294 megfigyelés)

Vizsgált paraméterek (P-érték)	Ödéma pont 0 átlag±szórás és n=51	Ödéma pont 1 átlag±szórásn =72	Ödéma pont 2 átlag±szórásn =83	Ödéma pont 3 átlag±szórásn =88
A vizsgálat napja (<0,001)	30,0±12,4 ^c	16,3±13,4 ^b	8,4±12,5 ^a	3,9±10,4 ^a
Az ujjlenyomat tartóssága, másodperc (<0,001)	2,5±9,1 ^a	17,1±22,4 ^b	42,5±32,4 ^c	69,8±36,4 ^d
Kondíció pont (0,029)	3,7±0,71 ^a	3,9±0,75 ^a	4,0±0,76 ^a	4,1±0,74 ^b
Elülső tőgybimbók hossza, mm (0,431)	49,2±9,7	48,9±10,7	50,9±10,8	48,2±10,3
Hátulsó tőgybimbók	41,9±6,90	40,8±9,01	42,1±7,08	40,6±7,92

Vizsgált paraméterek (<i>P</i> -érték)	Ödéma pont 0 átlag±szórás n=51	Ödéma pont 1 átlag±szórásn =72	Ödéma pont 2 átlag±szórásn =83	Ödéma pont 3 átlag±szórásn =88
hossza, mm (0,564)				
Elülső tőgybimbók átmérője, mm (0,038)	19,3±3,37 ^a	20,0±3,66 ^a	20,8±5,78 ^a	21,5±4,71 ^b
Hátulsó tőgybimbók átmérője, mm (0,090)	18,5±3,43	19,1±3,20	19,8±4,99	20,2±4,03
A tőgy bőrének hőmérséklete, °C (0,007)	36,7±0,67 ^b	36,7±0,67 ^{ab}	36,6±0,75 ^a	36,4±0,70 ^a
Függesztőszalag pontszáma (0,068)	7,0±1,46	7,0±1,46	6,9±1,30	6,5±1,21
Tőgykezelés előfordulása (0,603)	1,1±0,27	1,2±0,36	1,1±0,31	1,1±0,30
Szaporodásbiológiai kezelés előfordulása (0,014)	1,2±0,40 ^a	1,5±0,50 ^b	1,3±0,47 ^{ab}	1,4±0,48 ^{ab}

a,b,c,d - a különböző betűk szignifikáns különbségeket mutatnak (Tukey HSD post hoc teszt $P < 0,05$).

Fernandes és mtsai (2022) megállapításaihoz hasonlóan nem találtam összefüggést a tőgyödéma és a tőgygyel kapcsolatos kezelések (beleértve a fertőzéseket is) között. A szakirodalom nem szolgáltat adatokat az ödéma és a szaporodásbiológiai betegségek közötti kapcsolatról. Vizsgálatom során azt figyeltem meg, hogy szignifikáns ($p=0,014$), pozitív összefüggés

van az ödéma előfordulása és a szaporodásbiológiai kezelések gyakorisága között (de nem tendenciózus!). A vizsgálati eredmények arra engednek következtetni, hogy az ödéma, mint anyagcserezavar inkább a szaporodásbiológiai betegségekkel és kezelésekkkel hozható összefüggésbe, de a kapcsolat lehetséges okára nem találtam konkrét magyarázatot. Okkema és Grandin (2021) véleménye szerint az oxidatív stressz egy olyan közös tényező lehet, mely egyszerre idézhet elő (növeli a nátrium és vízvisszatartást) tőgyödémát, illetve növelheti (elnyomja az androgének és ösztrogének termelését) az ellési bénulás és a magzatburok visszatartás lehetőségét. Melendez és mtsai (2006) szerint az ödémás teheneknél gyakoribb a nehéz ellés (*dystocia*), de a szaporodásbiológiai teljesítmény másik mutatója, a méhgyulladás (*metritis*) miatt végzett kezelések gyakorisága tekintetében nincs különbség az ödémás és a nem ödémás tehenek között. Bareille és mtsai (2003) megállapították, hogy a tőgyödéma igen nagy arányban fordult elő az első borjas tehenekben a méhgyulladás, a nehéz ellés és a csülök sérülések mellett.

A 8. táblázat a korrelációs együtthatók értékeit tartalmazza. Az ödéma súlyossága erősen összefügg a vizsgálati nappal (-0,65) és az ujjlenyomat fennmaradásával (0,66), ami a feldolgozás szempontjából a legfontosabb. Waller és mtsai (2007) arról számoltak be, hogy az ödéma az ellést követően átlagosan 15 napig volt megfigyelhető, és a vizsgálat 22. napján egyetlen tehén sem volt ödémás. Helayel és mtsai (2018) megállapították, hogy az általuk vizsgált súlyosan ödémás holstein-fríz tehenek tőgyszövet rugalmassága 15 másodperc volt.

Szorosabb összefüggés volt megfigyelhető az elülső és a hátulsó tőgybimbók hossza (0,77) és átmérője (0,77) között. Hasonlóképpen Patel

és mtsai (2016) az elülső és a hátulsó tőgybimbók hosszát azonosnak találták. Stauffer és mtsai (2021) ultrahangos vizsgálataik alapján megállapították, hogy az ödémás állapot először a tőgybimbó alapjánál kezd enyhülni, a tőgyödéma súlyosságától függetlenül. A bimbótesten belül nem találtak ödémára utaló nyomokat, amit azzal magyaráztak, hogy a tőgybimbó átmérője csak korlátozott mértékben képes növekedni, és a bimbócsatornában tárolt tej által kifejtett belső nyomás gátolja az ödéma kialakulását. Kuchler (2011) ehhez hasonlóan a bimbófal ultrahangos vizsgálata során nem találta az ödéma jeleit.

Vizsgálataim során közepesen szoros kapcsolatot találtam az elülső és a hátulsó tőgybimbók hossza és az ellési szemeszter (-0,50, illetve -0,39) között, az ujjlenyomat megmaradása és a vizsgálati nap (-0,50) között, az elülső tőgybimbók hossza és a tőgybőr hőmérséklete (0,42) között, az ellések száma és a vemhesség hossza (0,41) között, valamint a függesztőszalag pontszáma és az ellések száma (-0,41) között. Esetemben az adatgyűjtés idején egyértelműen látható volt, hogy a nyári időszakban a tőgybimbók kissé hosszabbak, mint a téli időszakban, de ennek tényét és okát nem tudtam szakirodalmi hivatkozásokkal alátámasztani.

8. táblázat: A vizsgált változók közötti korrelációs együtthatók (r) (a $p < 0,05$ szinten szignifikáns és a 0,25-öt elérő együtthatók félkövérrel vannak szedve).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1		0,11	-0,09	0,37	0,00	0,03	0,04	-0,07	-0,06	0,12	0,12	-0,24	-0,11	0,17	0,00	-0,17
2			0,41	-0,26	-0,06	0,00	-0,03	0,13	0,11	-0,05	-0,03	0,11	-0,18	-0,17	0,11	-0,03
3				-0,29	0,01	-0,14	-0,23	0,31	0,28	0,12	-0,02	0,26	-0,41	-0,16	0,17	-0,06
4					0,07	-0,01	-0,00	-0,50	-0,39	0,15	0,13	-0,55	0,11	0,29	-0,04	0,01
5						-0,65	-0,36	-0,06	-0,04	-0,25	-0,23	0,03	0,09	-0,50	-0,16	-0,13
6							0,19	-0,02	-0,03	0,15	0,14	-0,17	-0,12	0,66	-0,02	0,02
7								0,05	0,07	0,09	0,10	-0,12	0,16	0,19	-0,04	0,02
8									0,77	0,11	0,10	0,42	0,00	-0,18	0,05	-0,16
9										0,03	0,10	0,33	0,03	-0,19	0,03	-0,27
10											0,77	-0,12	-0,11	0,22	0,14	-0,01
11												-0,07	0,04	0,17	0,22	-0,05
12													-0,10	-0,28	0,09	-0,04
13														-0,06	-0,19	-0,05
14															-0,03	0,06
15																0,11
16																

Jelmagyarázat: 1 Életkor az első elléskor, 2 Vemhességi idő, 3 Ellési csoport, 4 Ellés fél éve, 5 Vizsgálati nap, 6 Ödéma pontszám, 7 Kondíció pontszám, 8 Elülső tőgybimbók hossza, 9 Hátsó tőgybimbók hossza, 10 Elülső tőgybimbók átmérője, 11 Hátsó tőgybimbók átmérője, 12 Tőgy bőrének hőmérséklete, 13 Függesztőszalag pontszám, 14 Ujjlenyomat megmaradása, 15 Tőgy kezelés, 16 Szaporodásbiológiai kezelés.

A 9. táblázat (lásd 90-91. oldal) a faktoranalízis eredményeként megkülönböztethető faktorokat mutatja. Összességében az öt faktor a teljes adathalmaz teljes varianciájának közel kétharmadát (64,7%) magyarázza. Ebből az ödémát tartalmazó 2. faktor részesedése megközelíti a 15%-ot. A 2. faktorban az ödéma erősen összefügg az ujjlenyomat fennmaradásával és a vizsgálati nappal. Sem a tőgykezelések, sem a szaporodásbiológiai kezelések nem szerepelnek ebben a faktorban. Ez azt jelenti, hogy az ödéma kialakulása nem függ össze olyan betegséggel vagy rendellenességgel, amely ezeket a kezeléseket kiváltja. Az 1. faktor (háttérváltozó) magában foglalja a tőgybimbók hosszát, valamint az ellés

félvét és a tőgybőr hőmérsékletét. A tőgy felületi hőmérséklete a környezeti hőmérséklettel függhet össze. A 3. faktor a vemhesség hosszát, az ellések számát és a hozzá tartozó tőgyfüggesztő szalag erősségét mutatja. Ezek a változók összefüggésbe hozhatók a tehén hosszú élettartamával és lábvég egészségügyi állapotával. A 4. faktor csak az elülső és a hátulsó tőgybimbók átmérőjét tartja összefüggőnek. Az 5. faktor a szaporodásbiológiai kezelést az első ellési életkorral együtt mutatja. Ezeket a mutatókat a tenyésztés és a szaporulat jellemzésére használják, így nem meglepő, hogy kapcsolatot találtam közöttük.

9. táblázat: Az elforgatott (varimax normalizált) faktorsúlyok eredményei (a vastag betűvel írt súlyok >0,650)

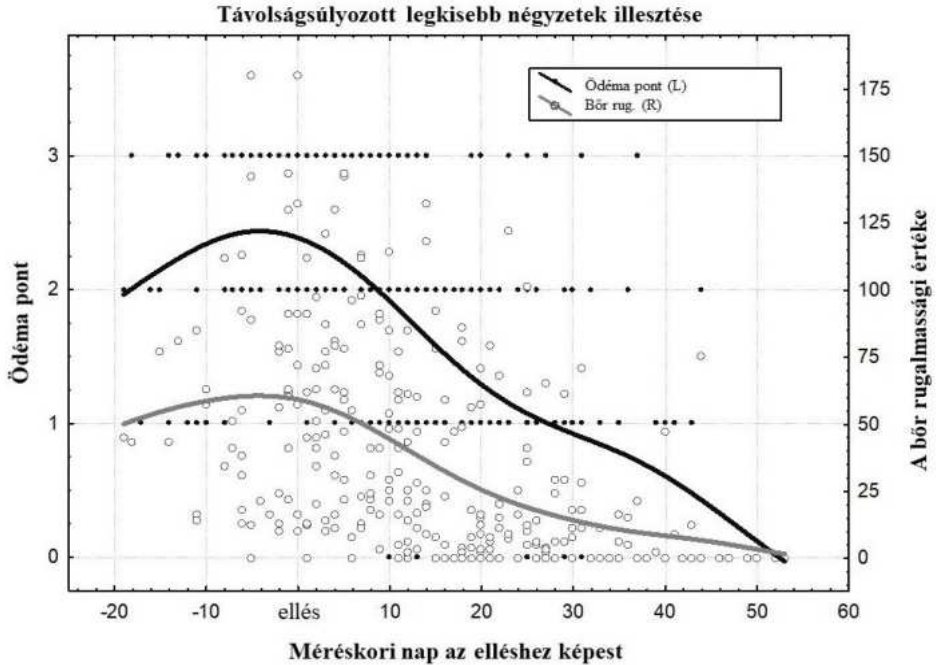
Vizsgált paraméterek	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Faktor 5
Ödéma pontszáma	-0,070	0,879	0,099	-0,002	0,009
Első elléskori életkor	-0,274	0,044	0,112	0,092	0,699
Vemhességi idő	0,129	0,050	0,694	-0,059	0,102
Ellés sorszáma szerinti csoport	0,271	-0,111	0,769	0,152	-0,071
Ellési szemeszter	-0,755	-0,010	-0,119	0,216	0,297
A vizsgálat napja	-0,095	-0,836	-0,035	-0,141	0,148
Az ujjlenyomat tartóssága	-0,338	0,751	0,078	0,141	0,041
Kondíció pont	0,107	0,484	-0,314	0,080	0,058

Vizsgált paraméterek	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Faktor 5
Elülső tőgybimbók hossza	0,846	0,030	0,072	0,152	0,145
Hátulsó tőgybimbók hossza	0,813	0,011	0,025	0,119	0,275
Elülső tőgybimbók átmérője	-0,048	0,166	0,082	0,891	0,037
Hátulsó tőgybimbók átmérője	0,010	0,129	-0,049	0,897	0,067
A tőgy bőrének hőmérséklete	0,655	-0,185	0,074	-0,121	-0,215
Függesztőszalag pontszáma	0,103	-0,071	-0,759	-0,072	0,052
Tőgykezelés	0,035	-0,019	0,255	0,400	-0,349
Szaporodásbiológiai kezelés	-0,252	0,102	0,056	0,034	-0,707
Magyarázott variancia	2,758	2,383	1,880	1,944	1,393
Teljes varianciarány	0,172	0,149	0,122	0,117	0,087
Sajátérték	3,103	2,614	1,769	1,593	1,277

Jelmagyarázat: Faktor 1 (elülső és hátulsó tőgybimbók hossza, ellési félév, tőgybőr hőmérséklete); Faktor 2 (az ödéma pontszáma, a vizsgálat napja, és az ujjlenyomat tartóssága); Faktor 3 (a vemhességi idő, az ellés sorszáma száma, tőgyfüggesztő szalag pontszáma); Faktor 4 (elülső és hátulsó tőgybimbók átmérője); Faktor 5 (első elléskori életkor, szaporodásbiológiai kezelés gyakorisága)

A 13. 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 13. ábrát és a 10. táblázat becslését) átlagosan legalább 70-75 másodpercre van szükség ahhoz, hogy a bőrfelület visszatérjen eredeti állapotába. Ilyen módszerrel tudomásom szerint még senki nem értékelte szarvasmarhák tőgyödémájának esetében a bőr visszatérési idejét, ezért eredményeimet csak a humán orvoslásban használatos referenciával tudom összehasonlítani. Emberek esetében a Pitting teszt egy általánosan elfogadott osztályozási skála. Bamba és mtsai (2022) 36-38 hetes terhes nők lábán vizsgálták az ödémát és a következőképp értékelték annak súlyosságát: 0. fokozat: nincs ödéma, nincs tartós benyomat az ujjal való benyomás megszüntetése után, 1. fokozat: enyhe ödéma, enyhe benyomat keletkezik, mely 10 másodpercen belül elmúlik, 2. fokozat: közepesen súlyos ödéma, a benyomódás, 10-15 másodperc után múlik el, 3. fokozat: súlyos ödéma, a benyomódás több mint 15 másodpercig marad fenn az ujjal való benyomás megszüntetése után. Vizsgálatomban én is azt tapasztaltam, hogy a súlyos ödéma esetében a legtartósabb az ujjlenyomat

fennmaradása.



13. 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 10. táblázat mutatja be.

10. táblázat: A tehenek tögyödémájának súlyosságát becslő rugalmassági faktor logisztikus regressziós modelljének összefoglalása

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

¹ az esélyhányados alsó és felső 95%-os konfidencia intervallum határai

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).

4.3. A mikroszimuláció eredményei

4.3.1. A modell paraméterei

Az elsődleges vizsgált paraméter a sikeres vemhesülési arány volt. A tehen életciklusának eddigi szakaszában az átlagos értéket vettük vemhesülési siker aránynak. A valóságban ez az érték havonta változik. Megfigyelhető, hogy a nyáron vemhesült tehenek aránya sokkal alacsonyabb, mint az év más időszakaiban vemhesülteké. A szimulációt ezért kibővítettük a

termékenyítés hónapjának figyelembevételével. A szimuláció konfigurálásakor figyelembe vettük, hogy a vemhesülés valószínűsége a termékenyítés hónapjától is függ. A havi sikeres vemhesülési arányokat átlagokból számoltuk ki. A havi sikeres vemhesülési arányt úgy számoltuk ki, hogy az adott hónapban történt sikeres vemhesülések számát elosztottuk a hónapban végzett összes termékenyítés számával. A *11. táblázat* a hat vizsgált tehenészetből származó adatok alapján számított havi átlagos vemhesülési arányokat tartalmazza. Ezeket az értékeket a szimulációban a hónaponként eltérő várható vemhesülési valószínűségek közelítő értékeként alkalmaztuk. A táblázat adatai alapján az egyes tehenészetek esetében a két ellés közötti időt a termékenyítés hónapjának figyelembevételével sztochasztikusan generáltuk, hogy a modell jobban tükrözze a valós folyamatok időbeli változását.

11. táblázat: Havi átlagos vemhesülési arány a hat tejtermelő telepen

	1. telep	2. telep	3. telep	4. telep	5. telep	6. telep
Január	29,03	42,76	36,23	32,06	46,05	32,06
Február	29,71	40,76	36,36	32,63	44,53	32,63
Március	27,15	41,64	37,30	31,51	44,38	31,51
Április	31,00	39,00	36,37	30,80	44,68	30,80
Május	27,28	34,66	33,50	29,31	43,95	29,31
Június	23,06	34,05	31,09	25,30	39,13	25,30
Július	17,33	33,68	24,68	22,47	36,06	22,47
Augusztus	18,79	32,55	25,91	22,56	39,26	22,56
Szeptember	22,71	36,50	31,30	24,83	40,90	24,83
Október	29,95	38,31	38,12	28,82	44,50	28,81
November	32,01	40,55	36,92	29,93	43,26	29,93
December	30,22	39,51	36,94	29,48	44,06	29,48

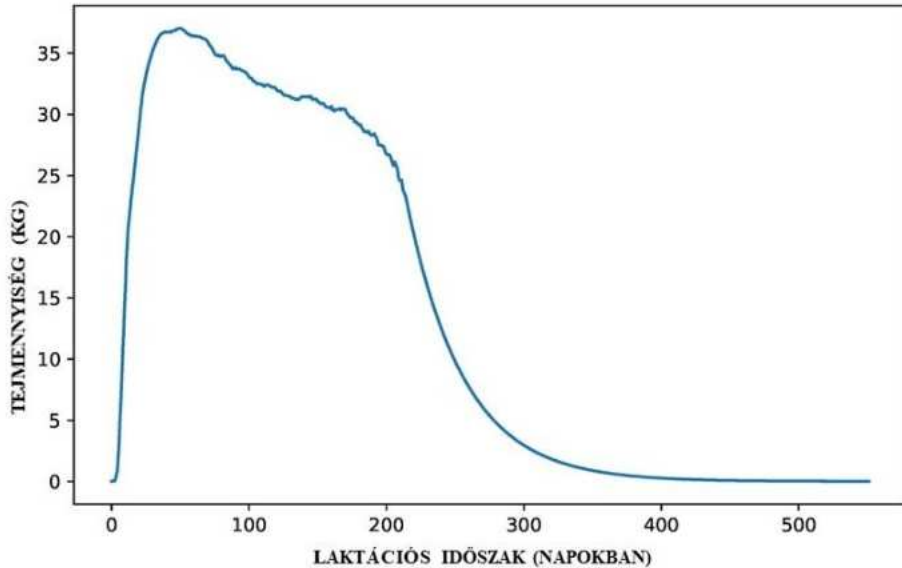
A hónapok minden esetben a mesterséges termékenyítés hónapját jelölik. A telepek havi vemhesülési eredményei között jelentős különbségek figyelhetők meg. Volt olyan hónap, ahol csak 17,33% és volt olyan hónap is, ahol 46,05% volt a havi vemhesülési arány. A hat vizsgált telep közül

az első tehenészet vemhesülési mutatói bizonyultak a leggyengébbnek. A legmagasabb vemhesülési arány ebben a gazdaságban 32% körül volt, ami november hónapban fordult elő. Ebben a gazdaságban a legalacsonyabb vemhesülési arányt júliusban regisztrálták, amely mindössze 17%-ot ért el. A legmagasabb vemhesülési arányt tekintve a 2. és az 5. tehenészet érte el a legjobb eredményeket 42,7 és 46%-kal. Összességében az átlagos havi vemhesülési eredmények között nagyon kis eltérés volt a két telep között, ami magas színvonalú és szigorúan irányított tenyésztési programra utal. A táblázat adataiból látható, hogy a vemhesülési arány a júniustól szeptemberig tartó időszakban volt a legalacsonyabb az összes gazdaságban. De Rensis és mtsai (2017) ugyanebben az időszakban hasonlóan csökkent termékenységet figyeltek meg saját vizsgálatuk alkalmával. A vemhesülési arányt tekintve az októbertől májusig tartó időszak bizonyult a legkedvezőbbnek. Természetesen szem előtt kell tartani, hogy egy nagyüzemi tejtermelő tehenészet szaporodásbiológiai mutatóit számos tényező befolyásolja, mint például a menedzsment, a tejtermelés szintje, a tartástechnológia, a takarmányozás, az állatjólét, a gazdaság állat-egészségügyi állapota. Egy tehenészetet ezen tényezők figyelembevételével kell megítélni. A kutatás során kifejlesztett mikroszimulációs modell a várható vemhesülési arány meghatározásával segít könnyebben meghatározni az optimális selejtezési időpont kiválasztását. Az irányított selejtezési döntés meghozatalakor a két legfontosabb tényező általában a tehén tejtermelésének minősége és színvonala, illetve a szaporodásbiológiai állapota. Pinedo és mtsai (2010) tanulmányukban kiemelték, hogy a sikeres termékenyülés és a magas tejhozam alacsonyabb selejtezési kockázattal jár. E tényezők figyelembevételével a szimulációs modell, mint döntéstámogató rendszer,

megmutatja számunkra a selejtezés optimális időpontját. Minden esetben fontos hangsúlyozni, hogy a telepi menedzsment megváltoztathatja és befolyásolhatja ezeket a paramétereket és így a döntéseket is. A vizsgálatban használt paraméterek egyike a vemhesülési arány, amely természetesen nem minden esetben jelent közvetlen selejtezési döntést, hiszen a telepi menedzsment által befolyásolható.

4.3.2. A laktációs görbe szimulációja

Egy tehenészet jövedelmezősége szempontjából a legfontosabb kulcskérdés a tehenek tejtermelési szintje. A tehen által termelt tej mennyisége nagymértékben függ a tartástechnológiától és különösen a takarmányozástól. A vizsgálat során a hat tehenészet átlagos tejtermelését az ellés óta eltelt napok függvényében számítottuk ki a valós adatok alapján. Ezt mutatja a *14. ábra*. Látható, hogy a szimuláció szerint egy átlagos tehen esetében a tejmennyiség drasztikus csökkenése a laktáció 217. napján várható. A laktációs görbe alapján elmondható, hogy a 249. nap után a termelt tej mennyisége nem éri el a 10 kg-ot sem. Ezzel szemben van olyan tanulmány, mely azt állapította meg, hogy a 400 napot meghaladó laktációs idejű holstein-fríz tehenek általában maximális tejhozamot érnek el (Akkus és mtsai, 2019). López és mtsai (2019) munkásságukban kiemelik, hogy a különböző modellek segítségével a korai laktációs adatok alapján megalkotott laktációs görbe ismerete segítségünkre van a tejtermelési folyamat hatékony menedzselésében, mivel a görbék alapján lehetséges például a csúcstermelés várható időpontjának előrejelzése vagy a termelési trendek meghatározása.



14. ábra: A hat tejtermelő tehenészetre szimulált, becsült laktációs görbe

4.3.3. A tejhozam alakulása

A szimulációt 1000 tehen adataival futtattuk le. Különböző tehenészetekből származó tehenek jellemző adatait (pl. átlagos napi tejhozam, laktáció hossza) vizsgáltuk a vemhesülési arányok és a tejtermelés csökkenésének függvényében. A szimuláció különböző konfigurációk szerinti lefuttatása után az adatokat a 12. táblázatban foglaltuk össze. A szimulációt úgy konfiguráltuk, hogy a tehen selejtezése akkor következik be, amikor nem vemhes és amikor a tejtermelése csökken. Mivel a laktáció hossza a tejhozam fő meghatározója, a szimulációt csak addig futtattuk, míg a szimulációban be nem következett az első ellés. Így a szimulációs adatok megegyeztek a laktációs ciklus adataival. A vemhes tehenek laktációs ciklusainak tipikus adatait a 13. táblázat mutatja. A szimuláció konfigurálásakor a telephely valós adatait adtuk meg, és az előzetesen kiválasztott folytonos eloszlási görbéket illesztettük a valós adatokhoz. Az egyetlen változás a korábbi

konfigurációhoz képest, az, hogy a szárazra állítás kezdő napjának meghatározásakor átlag vemhességi idővel számoltunk és nem a valós telepi adatokkal dolgoztunk. A valóságban előfordul, hogy a 60 napos szárazra állítási protokoll nem biztos, hogy 60 nap lesz, hiszen az ellés napját nem tudjuk 100 százalékos pontossággal előre megmondani. A statisztikai számítások elvégzésekor az egyszerűség kedvéért 275 napos vemhességi idővel és 60 napos szárazon állási időszakkal számoltunk. Természetesen ez a valóságban 285 nap is lehet, és a szárazon állási időszak egyedi hatások miatt meg is hosszabbodhat. A szimulációban a selejtezési döntés időpontját és a vemhességi arányt vizsgáltuk az egész állományra (1000 tehén), illetve kifejezetten a sikeresen vemhesített tehenekre vonatkozóan.

4.3.3.1 Az összes szimulált egyed paramétereinek vizsgálata

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. A teljes állomány tejhozamának kiszámításakor a szimulációba bevont 1000 tehén adatait vettük figyelembe. A vizsgált 1000 tehenet a jó statisztikai gyakorlat elvei szerint szimuláltuk; nem valódi tehenekből választottuk ki őket. Ide tartoznak azok az állatok is, amelyek nem vemhesültek és egy bizonyos idő elteltével csökkent a tejtermelésük. Ebben az esetben két ismeretlen paramétert vettünk figyelembe: a vemhesülési arányt és azt a napot, amikor a tejtermelés az utolsó elléstől kezdve megszűnik. Ez lehetett a selejtezés napja, illetve a szárazra állítás napja attól függően, hogy a tehén

vemhesült vagy sem. Az adatokat a 12. táblázat foglalja össze.

12. táblázat: A vizsgált állományok tejhozam-adatai 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%
A teljes megtermelt tej mennyisége (kg) 1000 tehen/laktáció	300	7 403 579	7 396 329	7 383 544	7 370 866
	350	7 427 995	7 411 954	7 393 707	7 378 133
	400	7 432 324	7 410 541	7 389 948	7 376 669
A laktáció átlagos hossza (nap)	300	346,69	342,14	333,45	324,21
	350	370,67	359,31	343,01	329,57
	400	388,81	365,62	339,98	330,51
Átlagos napi tejhozam tehenenként (kg) a teljes laktációra vetítve	300	21,354	21,617	22,142	22,734
	350	20,042	20,627	21,555	22,387
	400	19,115	20,267	21,736	22,318

A teljes tejmennyiség az adott gazdaságban számított teljes tejhozam értéke. A tejtermelő gazdaság tejtermelésre vonatkozó adatai a rendelkezésünkre álltak. A szimulációba beépíthető, hogy a laktációs ciklus alatt pontosan hány tehen termel naponta tejet. Ezt megszorozva a ciklus során ténylegesen elért tejhozammal, megkapjuk a gazdaságban elért tejhozamot. Mivel a laktációs ciklusok hossza egyenes arányban csökken a vemhesülési arány növekedésével, kevesebb tejelő nap jut egy tehenre. Ez azt eredményezi, hogy mind a teljes tejhozam, mind az összes

tejelő napok száma csökken a sikeres termékenyítési arány növekedésével, vagyis csökken a két ellés között eltelt idő. A tejtermelés megszűnése előtti időintervallum növelésével a nem vemhes állatok is több ideig adnak tejet az adott napok alatt. A selejtezés napját eltolva nő a teljes tejmennyiség.

A laktáció átlagos hossza azon napok számának összessége, amikor a tehenet fejik, vagyis tejet termel. A vemhesülési arány növelésével a laktációs ciklusok hossza lerövidül, így kevesebb lesz a fejt napok száma, viszont a tehenek napi átlag tejmennyisége növekszik. A selejtezési döntés késleltetésével a tejtermelés tovább tart azoknál az állatoknál, amelyeknél a termékenyítés sikertelen volt. A tejtermelés csökkenésének időpontja a termékenyítések számát is befolyásolja, mivel ebben az esetben addig próbálunk termékenyíteni, amíg a tehen tejtermelése még a gazdaságosság keretén belül marad.

A napi átlagos tejhozam a teljes tejmennyiség és a napok számának a tejhozamértékekkel osztott hányadosa. Ez az érték a tehen által az adott napon termelt napi átlagos tejhozamot jelenti. A tehenek a laktációs ciklus első harmadában termelik a legtöbb tejet. Ezt támasztja alá az a vizsgálat is, mely szerint jellemzően az ellést követő 28. és 56. nap között legintenzívebb a tejtermelés (Strucken és mtsai, 2012). A 6. ábra (lásd 62. oldal) alapján a tejhozam a szimulációban körülbelül a 600. napon kezd el csökkenni, de csak azért, mert a szimuláció beállítása szerint a tehenészet ekkor kezdi el a kevésbé jövedelmező állatok selejtezését. A selejtezési esemény idejének késleltetésével, a hosszabb tejtermelési ciklusok esetében a tejhozam csökken, és a napi átlagos tejhozam is alacsonyabb lesz. A vemhesülési arány növekedésével a napi átlagos tejhozam nő, mivel a laktációs ciklusok átlagos hossza csökken, és az egyes napokra

számított átlagos tejhozam a tejhozamok napi alakulása miatt nő.

Amint a 12. 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 kísérlük meg, ha a tehén ez idő alatt nem vemhesül, akkor nem kísérelnek meg további termékenyítést, hanem selejtezik az egyedet. A modell segítségével kiszámítható, hogy 20%-os vemhesülési valószínűség esetén összességében több tej várható, mivel a tehén a későbbi vemhesség miatt több napig fog tejet termelni. Ennek eredményeként a laktáció hossza jobban megnyúlik, mint 50%-os vemhesülési valószínűség esetén, mivel a vemhesség korábban következik be ezeknél a teheneknél. A hamarabb vemhesült tehenek átlagosan kevesebb napig termelnek tejet (pl. kb. 324-330 napig).

A szarvasmarhatartás gazdaságosságát meghatározó két legfontosabb tényező a jó vemhesülési mutatók elérése a telepen és a két ellés közötti idő. A rövidebb két ellés közötti időszak több borjút eredményezhet évente és nagyobb tejtermelést anélkül, hogy az állandó költségek növekednének (Ózsvári és Kerényi, 2004). A vizsgálatunk során a vemhességi arány növelésével sikerült a két ellés közötti időt csökkenteni. 50%-os vemhességi arány esetén ez az időszak átlagosan 389-395 napra csökkenthető. Magyarországon az átlagos két ellés közötti idő 410 nap, a fejési napok átlagos száma pedig 297 nap volt 2022-ben (Holstein-fríz Tenyésztők Egyesülete, 2022). Vargas és mtsai (2000) szerint a laktáció átlagos hossza 328 nap volt. López-Gatius (2003) tanulmányában azt találta, hogy az első termékenyítéskor a vemhességi arány 27 és 44% között változott. Borbély és mtsai (2022) szerint a tejtermelés jövedelmezőségét döntően befolyásolja a laktáció hossza. A laktáció

hosszát alapvetően a sikeres termékenyítés, a tervezett szárazon állási időszak hossza, a vemhességi idő és a termékenyítési index határozza meg. A szerzők felhívják a figyelmet arra, hogy gazdaságilag helytelen döntés egy termelési ciklus laktációra való leszűkítése, mivel a termelési ciklus a szárazon állási időszakkal egy egységet alkot. A szárazon állási időszak alatt a tehén nem termel valódi értékesíthető hozamot, így a tehén tartásának költségeit a laktáció alatti termeléséből kell fedezni. Ezek alapján értelmeztük a tehenek termelési ciklusát.

4.3.3.2 Csak a vemhes tehenek figyelembevétele a szimuláció során

Külön vizsgáltuk csak a tejhozam alakulását is a laktációs ciklusok során. A korábban bemutatott eredményekből kivontuk a nem vemhesült egyedek értékeit. Itt tehát annak az állománynak az adatait nézzük, amelyikben a tehén sikeresen megellett. Lefuttattuk a szimulációt az elléstől az ellésig. A 13. táblázatban vizsgált paraméterek közül a teljes tejmennyiség, a laktáció átlagos hossza és az átlagos napi tejhozam magyarázata megegyezik a 12. táblázatban vizsgált és fentebb ismertetett paraméterekkel. A laktációban lévő tehenek száma azt jelzi, hogy az 1000 tehénből álló szimulációs futtatásban hány tehenet termékenyítettek sikeresen. Ez az érték növekszik mind a sikeresség arányával, mind a tejhozam csökkenésének időpontjával. Az első esetben ez azért van így, mert átlagosan ugyanannyi termékenyítési kísérletből nagyobb valószínűséggel származik egy sikeres vemhesülés. A második esetben pedig azért, mert többször próbálkozunk termékenyítéssel, miközben a vemhességi arány azonos marad. Az átlagos két ellés közötti idő a vemhességi arány növekedésével egyenes arányban csökken. Ha növeljük azon napok számát, amikor a tehén teje csökkenni kezd, akkor több

termékenyítési kísérletre van lehetőség, ha a termékenyítés sikertelen volt. Ez növeli a két ellés közötti napok számát. A két ellés közötti napokra számított tejhozamot az ellési intervallum napjainak átlagos napi tejhozamával számítottuk ki. A *13. táblázat* a ténylegesen vemhesült tehének várható tejtermelési eredményeit szemlélteti az ellési nap függvényében.

13. 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 táblázatból látható, hogy ha például a tehenet a 400. napon selejtezik, és a vemhességi arány 20%, akkor ez a két ellés közötti tejmennyiség 16,5 kg, ha pedig 50%-os a vemhesülési arány, akkor 18,7 kg. Esetünkben a

vemhesülési arány növelése nem eredményezte a tejhozam jelentős növekedését. Von Krueger és Heuwieser (2010) vizsgálatában a kísérleti csoport vemhesülési aránya 54,8% volt, míg a kontrollcsoportban 58,2%. Fodor és mtsai (2016) 34 nagy tejtermelő gazdaság szaporodásbiológiai mutatóit vizsgálták, és megállapították, hogy a tehenek 26,52%-a vemhesült az ellést követő első termékenyítéskor, vagyis a szakirodalmi adatok is alátámasztják, hogy az általunk alkalmazott vemhesülési arányok (20-50%) tükrözik a valóságot.

Látható, hogy adott vemhességi arány mellett az újra nem vemhesült tehen 300. vagy 400. napon történő selejtezése a tejtermelés szempontjából nem igazán fontos, mivel a termelésben nincs jelentős különbség, ha a tehenet 300 vagy 400 nap után vonják ki a termelésből. A táblázatban látható tejmenyiség növekedés a tehenek számának növekedése miatt következik be, mivel több tehen fog vemhesülni ugyanolyan vemhesülési arány mellett. Mivel a tehenek tejtermelése ekkor nem olyan magas, gazdaságilag érdemes megvizsgálni, hogy a megtermelt tejből származó jövedelem fedezi-e például egy 400 napig fejt tehen tartásának és takarmányozásának költségeit. Ha a vemhesülési arányokat összehasonlítjuk az ugyanazon a napon kiselejtezett tehenek eredményeivel, azt is megállapíthatjuk, hogy a 20%-os és 50%-os vemhességi arányok között nincs jelentős különbség a tejtermelési paraméterekben. 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 időt változtatta meg számunkra pozitív irányba (rövidítette). Az 50%-os

vemhesülési arány és a 300. napon történő selejtezés esetén a két ellés közötti idő 400 nap alá csökkenthető. Amint azt már fentebb említettük, gazdaságilag helytelen az a döntés, hogy egy ciklus csak azokra a napokra korlátozódik, amikor a tehén ténylegesen tejet termel. A tehén a szárazon állási időszak alatt nem termel valódi nyereséget, hanem költséget jelent a gazdának, ezért ezen időszak költségeit a laktáció alatt kell megtermelnie a tehénnek. Ennek alapján értelmeztük a tehén egy ciklusát. A táblázatból kitűnik, hogy ha akkor látható, hogy a vemhesülési arány növelésével vagy az ellés napjának kitolásával a tejhozam nem növekszik jelentősen. A táblázatból jól látható, hogy ha a két ellés közötti időszakban az egy napra jutó napi tejhozamot is kiszámoljuk a napi tejhozamot, akkor a vemhesülési arány növelésével, illetve a selejtezés napjának elhalasztásával nem tapasztalható számottevő tejtermelés növekedés.

4.4. 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. Az összes nőivarú leszármazott alapvető életkori leíró statisztikáját a *14. táblázat* mutatja be. Ebben az

esetben mind a tizenkét telep, összes anyájának összes nőivarú leszármazottjának minimum, maximum és átlag életkorát vizsgáltam. Mivel itt több ezer egyedről volt szó ezeknek az értékeknek az átlagát vettem és minden paraméter átlagát vettem, melynek van egy alsó és felső határa is. A legkorábbi kikerülési életkor az összes selejtezésre került nőivarú leszármazottjának kikerüléskori életkorának minimum értékének átlaga. A legkésőbbi kikerülési életkor pedig az összes selejtezésre került nőivarú leszármazott kikerülési életkorának maximum értékének átlaga. Ezen átlagok minimum és maximum értékét is mutatja a táblázat. A nőivarú leszármazottak száma esetében a minimum leszármazott szám 1 volt, a maximum leszármazottak száma, pedig a legnépesebb tehéncsaládban 131 nőivarú leszármazottat jelentett nyolc ősi sorra visszavezetve.

14. táblázat: Az anyák nőivarú leszármazottjainak alapvető életkori leíró statisztikái (n=308 500 nőivarú leszármazott)

Vizsgált paraméterek	Átlag	Szórás	Minimum	Maximum
Nőivarú leszármazottak száma	5	7	1	131
Legkorábbi kikerülési életkor (év)	3,3	1,3	1,4	14,8
Legkésőbbi kikerülési életkor (év)	5,7	2,2	1,6	16,3
Átlag életkor (év)	4,3	1,2	1,6	14,8

A vizsgált anyáknak átlagosan 5 nőivarú leszármazottja volt. A nőivarú leszármazottak legkorábbi kikerülési életkora átlagosan 3,3 év, a legkésőbbi kikerülési életkor átlagosan 5,7 év volt. Az átlag életkor 4,3 év volt. A szélső értékek 1,4 és 16,3 év között mozogtak. De Vries és Marcondes (2020) adatai alapján a fejlett országokban a hasznos élettartam

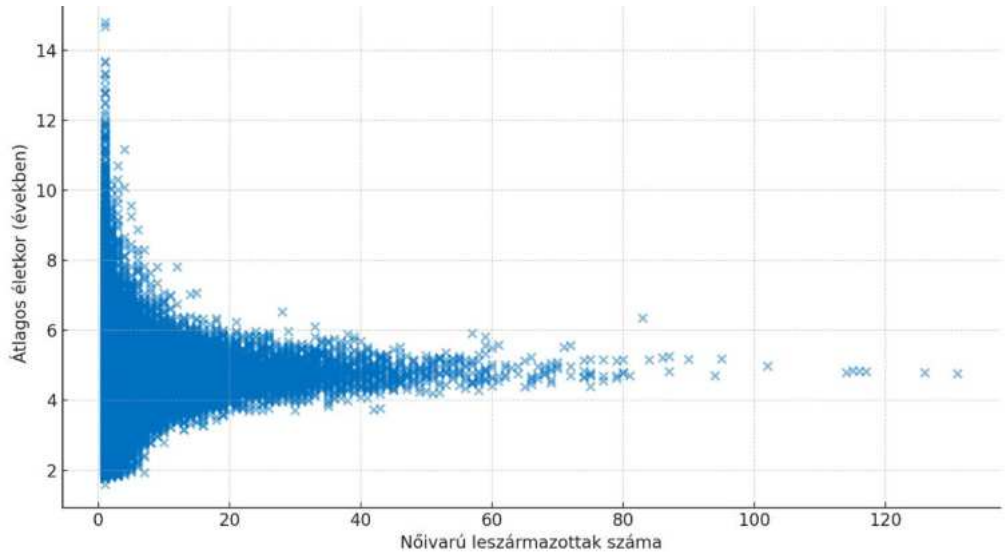
2,5-4 év között mozog. Rostellato és mtsai (2022) tanulmányukban megállapították, hogy az átlagos életkor, amelyet a születés és a selejtezés időpontja között eltelt idő alapján számoltak ki, $3,4 \pm 0,8$ év volt. Az általam közölt eredmények megegyeznek a szakirodalmi eredményekkel. Ezután elkészítettem az anyák nőivarú leszármazottjainak alapvető életkori leíró statisztikáját telepenkénti bontásban is.

Ezen adatokat a *15. táblázat* tartalmazza. A táblázat tartalmazza a különböző telepek esetében vizsgált nőivarú leszármazottak számát, a legkorábbi kikerülési, a legkésőbbi kikerülési és az átlag életkor alakulását. A legtöbb nőivarú leszármazott az L és a J telepen volt, míg a legkevesebb a D telepen.

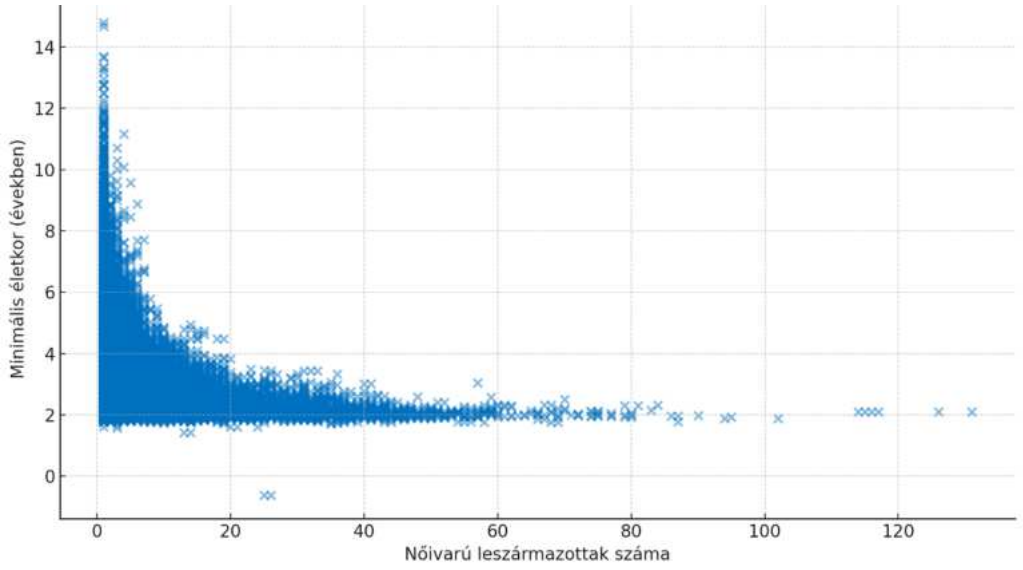
15. táblázat: Az anyák nőivarú leszármazottjainak alapvető életkori leíró statisztikái (n=308 500 tehén) telepenkénti bontásban

	Nőivarú leszármazottak száma					Legkorábbi kikerülési életkor (év)				Legkésőbbi kikerülési életkor (év)				Átlag életkor (év)				
	Anyan	Átl.	Szórás	Min	Max	Átl.	Szórás	Min	Max	Átl.	Szórás	Min	Max	Átl.	Szórás	Min	Max	
Telepkód																		
A	6832	6	9	1	131	3,4	1,3	1,4	11,4	5,9	2,3	1,8	15,7	4,5	1,2	1,8	11,4	
B	2936	5	7	1	102	3,5	1,3	1,7	11,6	6,1	2,2	1,8	15,1	4,6	1,2	1,8	11,6	
C	5383	5	7	1	69	3,3	1,2	1,7	10,0	5,9	2,3	2,0	14,6	4,4	1,2	2,0	10,1	
D	2233	5	7	1	72	3,3	1,2	2,0	10,1	5,9	2,3	2,0	14,5	4,4	1,2	2,0	10,1	
E	3843	4	6	1	72	3,2	1,3	1,8	11,2	5,4	2,1	1,8	13,3	4,2	1,2	1,8	11,2	
F	4448	5	6	1	68	3,3	1,3	1,8	11,5	5,6	2,1	1,8	15,1	4,3	1,2	1,8	11,5	
G	3461	5	6	1	69	3,2	1,1	1,8	14,8	5,4	2,1	1,8	14,8	4,1	1,1	1,8	14,8	
H	3480	6	9	1	94	3,0	1,1	1,8	10,8	5,7	2,3	1,9	15,8	4,1	1,1	1,9	10,8	
I	6026	4	5	1	44	3,2	1,3	1,8	13,3	5,3	2,0	1,8	16,3	4,2	1,2	1,8	13,3	
J	7805	5	7	1	67	3,2	1,1	1,7	9,8	5,5	2,0	1,9	14,7	4,2	1,0	1,9	9,8	
K	3455	4	6	1	74	3,6	1,6	1,8	13,7	5,8	2,3	1,8	16,3	4,6	1,5	1,8	13,7	
L	9084	6	8	1	83	3,5	1,4	1,6	14,7	5,8	2,1	1,6	14,7	4,5	1,2	1,6	14,7	

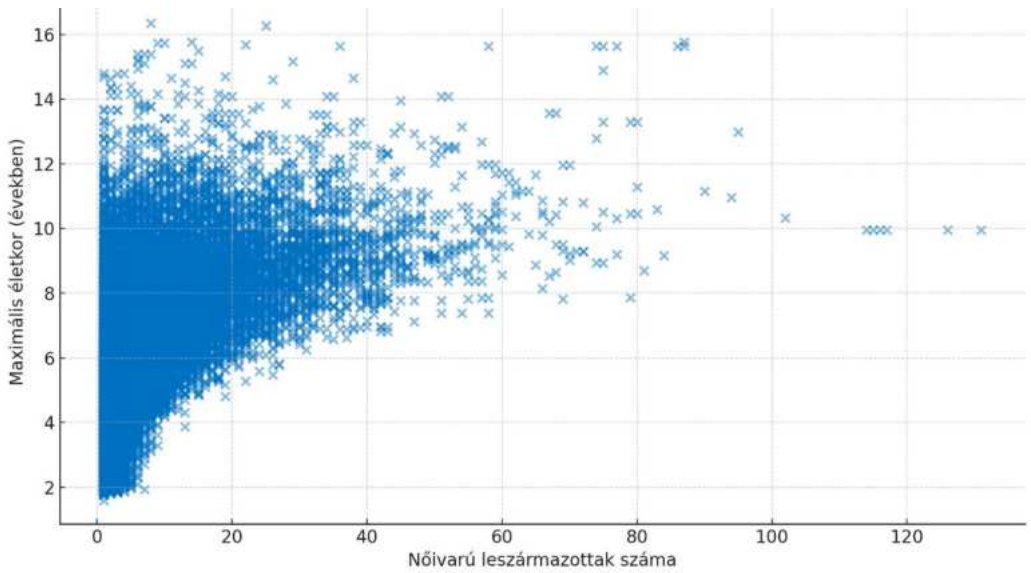
A továbbiakban a nőivarú leszármazottak száma és az életkor közötti kapcsolatot vizsgáltam. Ehhez Spearman-korrelációs elemzést végeztem. A leszármazottak száma a lekorábbi kikerülési életkor, a legkésőbbi kikerülési életkor és az átlag életkor közötti kapcsolatot a 15-17. ábrán szemléltettem.



15. ábra: A nőivarú leszármazottak száma és az átlag életkor közötti kapcsolat



16. ábra: A nőivarú leszármazottak száma és a lekorábbi kikerülési életkor közötti kapcsolat



17. ábra A nőivarú leszármazottak száma és a legkésőbbi kikerülési életkor közötti kapcsolat

A korrelációs elemzés elvégzése után a nőivarú leszármazottak száma és az átlag életkor között laza pozitív ($r=0,270$) kapcsolatot találtam. Ez statisztikailag szignifikáns ($p<0,001$) kapcsolatot jelent. A nőivarú leszármazottak száma és a legkorábbi kikerülési életkor között negatív, közepesen szoros ($r=-0,502$) kapcsolat volt kimutatható. Ez a kapcsolat is szignifikáns ($p<0,001$) volt. Előfordulhat, hogy a népesebb tehéncsaládokban nagyobb mértékben fordulnak elő teljesítmény béli vagy egészségügyi problémák, ami miatt hamarabb selejtezik a teheneket, így rövidebb a kikerüléskori életkor. A leszármazottak száma és a legkésőbbi kikerülési életkor között szoros, pozitív, szignifikáns ($r=0,675$; $p<0,001$) kapcsolat áll fenn, amiből arra lehet következtetni, hogy minél hosszabb a tehéncsalád tagjainak életkora, annál több esélyük van szaporodni, vagyis, annál több ivadék fog születni az adott tehéncsaládban. A hazai és nemzetközi szakirodalomban nem található olyan vizsgálat, így eredmény sem, ahol a tehéncsaládok ivadékszámát és a kikerülési életkor közötti összefüggéseket vizsgálták volna. A nőivarú leszármazottak száma és az életkori jellemzők között szignifikáns kapcsolat van. A legkorábbi kikerülési életkorral negatív kapcsolat figyelhető meg, míg a legkésőbbi kikerülési és átlag életkorral pozitív kapcsolat áll fenn. A Spearman-korreláció erősebb kapcsolatot mutat, ami arra utal, hogy a kapcsolatok nem teljesen lineárisak.

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 *16. táblázat* mutatja be.

16. 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. Rupp és Boichard (2003) vizsgálata szerint a tőgyproblémák gyakorisága tehéncsaládon belül erősen öröklődő, és eltérő a tehéncsaládok rezisztenciája ezzel kapcsolatban. 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. McParland és mtsai (2007) megállapították, hogy azokban a tehéncsaládokban, melyekben nagyobb fokú a beltenyésztettség a leszármazottak korábban kikerülnek a termelésből, illetve a gyengébb szaporodásbiológiai teljesítményük miatt kevesebb ivadéuk fog születni. Pryce és mtsai (2004), valamint Berry és mtsai (2014) szerint a magas tejtermelésű vonalakban rosszabb szaporodásbiológiai mutatók figyelhetők meg és gyakoribbak az egészségügyi problémák is.

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 tejelő teheneknél. 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.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

5.1. A tejtermelésből való kikerüléssel kapcsolatos következtetések és javaslatok

Következtetések

Vizsgálati eredményeim alapján elmondható, hogy a tejtermelésből való kikerülés háttérében számos, egymással is összefüggő tényező áll, melyek aránya jelentős mértékben eltérhet telepenként és a laktáció száma szerint. A tizenkét tehenészet adatbázisa alapján megállapítottam, hogy 2015 és 2020 között a legnagyobb kikerülési arányt a szaporodásbiológiai, és a mozgásszervi problémák okozták. Anyagforgalmi betegségek, tőgyproblémák és nem megfelelő termelés miatt kisebb arányban kerültek ki a tehenek az állományokból.

A telepenkénti kikerülési okok vizsgálata során megállapítottam, hogy szignifikáns különbség van ($Kh^2= 4285,249$; $p < 0,001$) az egyes telepek kikerülési okai között. Ezen eredmény kiemeli a telepspecifikus menedzsment fontosságát. A betegségmegelőzés színvonala, a szaporodásbiológiai menedzsment minősége, a takarmányozás, az állatjóléti feltételek, valamint az infrastruktúra és a gazdasági prioritások mind alapvetően befolyásolják a tehenek termelésből való kikerülését.

A továbbiakban megvizsgáltam a különböző kikerülési okok arányát a laktáció szám tekintetében. Az első és második laktációban a legmagasabb kikerülési arányt a szaporodásbiológiai problémák képviselték. A harmadik laktációtól a mozgásszervi, az anyagforgalmi és a tőgyproblémák miatti kikerülések aránya a laktációk előrehaladtával

fokozatosan növekedtek. Az egyéb okok és a nem kielégítő tejtermelési paraméterek miatti kikerülések aránya viszonylag állandó volt minden laktációban. A kapott eredmények alapján megállapítottam, hogy esetemben a laktáció száma nem befolyásolta szignifikánsan ($p=0,9885$) a kikerülési okok arányát.

Megállapítottam továbbá azt is, hogy az ellés számától függetlenül az adott laktáció első 50 napjában jelentkeztek legnagyobb mértékben a különböző gyógyszeres kezelések. A laktáció második sarkalatos pontja a gyógyszeres kezelések előfordulása szempontjából a laktáció 251. és 400. napja közötti időszak volt.

A szomatikus sejtszám arányának vizsgálata során megállapítottam, hogy annak eloszlása viszonylag egyenletes volt a vizsgált telepek között. A szomatikus sejtszám logaritmusaik mediánja között voltak eltérések (a B és a C telepek mediánjai alacsonyabbak, a G telepé magasabb volt), de ezek az eltérések nem voltak jelentősek. A kikerülési okok tekintetében az anyagforgalmi, a szaporodásbiológiai és a tőgyproblémákhoz társult kiugró szomatikus sejtszám érték. Ezen eredmény alátámasztja azt a feltételezést miszerint a tehenek általános egészségi állapota és a tőgyegészség között szoros kapcsolat áll fenn.

Javaslatok

A termelésből való kikerülések vizsgálatával kapcsolatban javasolt lenne a kikerülési okok telepírányítási rendszerben való még pontosabb rögzítése, illetve a kikerülési okok időszakos elemzése telepi szinten, hogy a tehenészet pontosabb képet, esetlegesen egy egészségügyi visszaigazolást kapjon az állomány aktuális helyzetéről. Célszerű a laktációs szakaszon belül is figyelni a betegségek, kezelések előfordulási

arányát, így előre felkészülve a kritikus időszakokra. Véleményem szerint ezen célzott intézkedésekkel a kikerülési arányok és okok kedvező irányban befolyásolhatók, ami hozzájárulhat a tehenészetek fenntarthatóbb és jövedelmezőbb működéséhez.

5.2. A tőgyödéma vizsgálatával kapcsolatos következtetések és javaslatok

Következtetések

A tőgyödéma vizsgálatával mindenekelőtt az volt a célom, hogy a vizuális értékelés mellett egy objektívebb fizikai vizsgálati módszerrel járuljak hozzá a tőgyödéma értékelési rendszeréhez. A vizsgálat eredményei alapján megállapítható, hogy az ödéma a vizsgált állományban jellemzően az ellést megelőző és az ellést követő időszakban jelentkezett legnagyobb súlyossággal, majd fokozatosan enyhült, végül megszűnt.

A tőgyödéma súlyossága szoros összefüggést mutatott a vizsgálati nappal és a tőgybőr rugalmasságával (az ujjlenyomat fennmaradásának idejével), ami a tőgyödéma objektív értékelésének hasznos indikátorává teszi az ujjlenyomat tesztet.

A kondíciópont és az ödéma közötti pozitív kapcsolat arra utal, hogy az energia túlkínálat szerepet játszhat az ödéma kialakulásában, különösen az ellés körüli időszakban.

Az elülső tőgybimbók átmérőjének növekedése az ödéma súlyosságával párhuzamosan szintén jelentős összefüggést mutatott, ami felveti, a bimbómorfológia és a folyadékretenció kapcsolatának lehetőségét, bár ennek pontos mechanizmusát további kutatások szükségesek feltárni.

A tőgybőr hőmérsékletének csökkenése súlyos ödéma esetén valószínűleg az ödéma által okozott keringésromlás következménye, de figyelembe kell venni a fejesi folyamat lehetséges befolyásoló hatását is.

A szaporodásbiológiai kezelések és az ödéma közötti szignifikáns, de nem tendenciózus összefüggés vélhetően azt jelzi, hogy az ödéma jelenléte közvetetten, de hozzájárulhat a szaporodásbiológia problémák kialakulásához.

Javaslatok

Vizsgálati eredményeim alapján javaslom az ujjlenyomat teszt bevezetését a gyakorlatba a tőgyödéma rendszeres monitorozására, különösképpen az elsőborjas tehének esetében, mivel ők hajlamosabbak lehetnek a súlyosabb tőgyödémára. A jövőben a megállapítások megalapozottságának növelése érdekében további vizsgálatok elvégzése javasolt további tehenészetek és vizsgálatok bevonásával.

5.3. A mikroszimulációval kapcsolatos következtetések és javaslatok

Következtetések

A mikroszimuláció eredményei alapján megállapítható, hogy a vemhesülési arány, a termékenyítési időszak és a selejtezési döntések időzítése hatással van a laktáció hosszára és a gazdaság eredményességére. A laktációs görbe elemzése alapján megállapítottam, hogy a tejtermelés drasztikus csökkenése esetében a laktáció napja körül indult meg. Ebből következik, hogy a selejtezési döntések időzítésénél javasolt figyelembe venni a laktációs görbe lefutását is.

A szimuláció eredményei alapján megállapítható, hogy magasabb vemhesülési arány esetén a két ellés közötti idő csökkenthető, a napi tejhozam pedig nő, mert a laktációk átlagos hossza csökken és a termelési napok aránya a laktáción belül kedvezőbben alakul.

Megfigyeltük, hogy a selejtezési időpont rugalmassága lehetőséget biztosít a tejtermelés maximalizálására, de minden esetben figyelembe kell venni a gazdasági racionalitást, mert nem minden esetben előnyös a túl hosszú laktáció fenntartása.

Javaslatok

A szimuláció eredményei alapján nem javasolt a nem vemhesült tehenek selejtezését túlzottan kitolni, mert a tejhozam már nem nő jelentősen, de a tehen fenntartásának költségei viszont igen. A selejtezési döntéseket érdemes a szimuláció lefuttatása után a tejtermelési szint figyelembevételével meghozni. A laktációs görbék telepi szintű nyomon követése és az adatok elemzése szintén segíthet az optimális tejtermelési stratégia kialakításában. Javasolt a jövőben a szimulációs modell kiegészítése például költség-haszon elemzéssel, hogy a selejtezési döntések meghozatalakor a tényleges gazdasági eredmény is figyelembe vehető legyen. Természetesen a szimulációt mindig a tejtermelő gazdaságok sajátosságaihoz és körülményeihez kell igazítani.

5.4. A tehéncsaládok összehasonlító vizsgálatával kapcsolatos következtetések és javaslatok

Következtetések

Megállapítottam, hogy a tehéncsaládok mérete és a nőivarú leszármazottak

életkori és kikerülési jellemzői között szignifikáns összefüggések figyelhetők meg. A tehéncsaládok mérete laza, pozitív kapcsolatot mutatott az átlagos életkorral. Ez a kapcsolat arra utalhat, hogy a több nőivarú leszármazottal rendelkező családok ivadécai általában hosszabb ideig élnek, de a kapcsolat gyengesége miatt ez nem tekinthető meghatározónak. és a legkésőbbi kikerülési életkorral, A nőivarú leszármazottak száma és a legkorábbi kikerülési életkor között negatív összefüggést mutattam ki. Ez a kapcsolat azt sugallja, hogy azoknál a tehéncsaládoknál, amelyeknek több nőivarú leszármazottjuk van, az ivadékok között alacsonyabb életkorú egyedek is előfordulnak. Ez jelezheti, hogy az ilyen tehének ivadécai között nagyobb a fiatalabb állatok aránya, ami gyorsabb generációváltást és nagyobb reprodukciós aktivitást feltételez. A tenyésztési programokban az ilyen családok hasznosak lehetnek a gyors szaporulat érdekében, de ez a negatív kapcsolat figyelmeztethet arra is, hogy az ivadékok esetleg kevésbé életképesek, vagy gyorsabban kiöregednek. Nőivarú leszármazottak száma és a legkésőbbi kikerülési életkor között pozitív kapcsolatot állapítottam meg. Ez arra enged következtetni, hogy azok a családok, amelyeknek több nőivarú leszármazottjuk van, hosszabb élettartamú ivadékokat produkálnak. Ez azt sugallja, hogy ezek a tehének jobb genetikai tulajdonságokkal rendelkezhetnek, például jobb egészségi állapot vagy jobb adaptációs képességek. Ezek a családok különösen értékesek lehetnek, mert az ivadékaik hosszabb ideig maradhatnak produktívak, ami gazdaságilag előnyös és fenntarthatósági előnyt biztosít a tenyészetek számára.

A kikerülési okok elemzése során a népesebb tehéncsaládokban gyakrabban fordultak elő tőgy és szaporodásbiológiai problémák, melyek

szignifikáns pozitív korrelációt mutattak a leszármazottak számával. Ez arra enged következtetni, hogy a népesebb családokban a tehenek jobb termelési képességei mellett az egészségügyi kockázatok is fokozottabban jelennek meg. Ugyanakkor a többi kikerülési ok (nem megfelelő tejtermelés, anyagforgalmi és mozgásszervi problémák) laza kapcsolatot mutattak a tehéncsaládok méretével, amiből arra lehet következtetni, hogy ezek a problémák inkább egyedi szinten vagy környezeti hatások függvényében jelentkezhetnek.

Az anyagforgalmi és a mozgásszervi problémák gyakorisága között szoros kapcsolatot találtam, mely eredmény alátámasztja azt a szakirodalmi tapasztalatot, hogy az anyagforgalmi zavarok fokozzák a mozgásszervi problémák kockázatát.

Javaslatok

A tehéncsaládok ivadékszama, a kikerülési életkor és a kikerülési okok közötti összefüggésekről csekély mennyiségű szakirodalmi adat áll rendelkezésünkre, ezért javasolt lenne jelen vizsgálatot kibővíteni és mélyebben elemezni a szaporodásbiológia, a tejtermelés és az életkor közötti kapcsolatot, hogy komplexebb képet kapjunk. Javasolt telepi szinten a tehéncsaládok teljesítményének és egészségi állapotának célzott nyomon követése, ezáltal lehetővé válna a problémás vonalak időbeni azonosítása és a tenyésztési program finomhangolása. A népesebb tehéncsaládokba tartozó tehenek esetében indokolt lehet a még szigorúbb preventív tőgyegészségügyi és szaporodásbiológiai programok alkalmazása. A hosszabb életkorral rendelkező tehéncsaládok támogatása javíthatja a tehenészetek fenntarthatóságát és csökkentheti a selejtezések szükségességét, ami költséghatékonyabb és fenntarthatóbb megoldást jelenthet.

6. 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.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

A hazai holstein-fríz állományra jellemző átlag laktációs szám 2,2, mely azt jelenti, hogy a teheneink igen fiatalon selejtezésre kerülnek. Disszertációm témaválasztásnak alapjául ez szolgált. Szerettem volna részletesebben megvizsgálni, hogy a hazai nagyüzemi tehenészetekben milyen okból és milyen gyakorisággal kerülnek ki a tehének a termelésből, illetve a különböző kikerülési okok, hogyan oszlanak meg az egyes laktációkban. Tizenkét nagyüzemi tejtermelő tehenészet kikerülési okait vizsgáltam meg 2015 és 2020 között. Az üzemek földrajzi megoszlása a következő volt: négy telep Győr-Moson-Sopron, négy telep Veszprém és négy telep Csongrád-Csanád vármegyében. Az állomány méret 400 és 1500 tehén között változott. A disszertáció további részében egy Csongrád-Csanád vármegyei tehenészetben elvégeztem a tőgyödéma vizsgálatát és kidolgoztam annak egy újabb értékelési módját. A következő lépés a selejtezés helyes időpontjának megválasztásához egy szimulációs modell megalkotása volt, melyben a Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar, Informatikai Intézet Számítógépes Optimalizálás Tanszék kutatói voltak a segítségemre. A szimuláció elkészítéséhez hat tejtermelő tehenészet adatait dolgoztuk fel. Ez a szimuláció esetünkben két paraméter vizsgálatára lett használva, melyek a következők voltak: a vemhesülési arány és a laktáció azon napja, amikor a selejtezési döntést meg kell hozni. Végezetül a kikerülési okok gyakoriságát vizsgáltam egyes tehéncsaládok esetében 1990 és 2020 között. Összefüggéseket kerestem a tehéncsalád leszármazottainak száma, azok átlag, legkorábbi és legkésőbbi kikerülési életkora, valamint a kikerülési okaik között.

Ezen vizsgálatok során megállapítottam, hogy a legnagyobb kikerülési arányt a telepek átlagában a szaporodásbiológiai rendellenességek, és a mozgásszervi problémák okozták, ezért célszerű a telepi menedzsmentet ez irányba fejleszteni. Szoros, pozitív kapcsolatot találtam az ujjlenyomat fennmaradása és az ödéma súlyossága között. Az ujjlenyomat fennmaradásának ideje felhasználható az ödéma súlyosságának értékelésére, melyet javasolt beilleszteni a telepi rutinba.

A szimuláció lefuttatása után arra következtettünk, hogy a vemhesülési arány növelése elsősorban nem a tejhozamot befolyásolja, hanem nagyobb lehetőséget biztosít a szelekcióra.

A tehéncsaládok összehasonlító értékelésekor megállapítottam, hogy a nőivarú leszármazottak száma negatívan befolyásolja a legkorábbi kikerülési életkort, illetve a legkésőbbi kikerülési életkor és az átlag életkor pozitívan korrelál a leszármazottak számával. Célszerű lehet a tehéncsaládok hatásának további mélyrehatóbb vizsgálata. A legnépesebb tehéncsaládok esetében a leányivadékok legnagyobb mértékben szaporodásbiológia és tőgyproblémák miatt selejteződtek ki, ezért javasolt a családfa vizsgálata a tehenek oldaláról is. A tehéncsaládok leszármazottainak kikerülési okainak vizsgálatakor megállapítottam, hogy az anyagforgalmi és a mozgásszervi problémák gyakorisága között szoros kapcsolat van. Javasolt lenne ezeket a problémákat integráltan kezelni. A tőgyproblémák és a szaporodásbiológiai problémák között közepes kapcsolatot találtam, vagyis a tőgyproblémák előfordulása bizonyos esetekben hatással lehet a szaporodásbiológiára.

8. SUMMARY

The average lactation rate for the domestic Holstein-Friesian herd is 2.2, which means that our cows are culled at a very young age. This was the basis for the choice of topic for my dissertation. I wanted to investigate in more detail the reasons for and frequency of cow withdrawal from production in domestic large-scale cattle farms, and how the different reasons for withdrawal are distributed in each lactation. I examined the reasons for the exit of twelve large-scale dairy farms between 2015 and 2020. The geographical distribution of the farms was as follows: four farms in Győr-Moson-Sopron, four in Veszprém and four in Csongrád-Csanád county. The herd size varied between 400 and 1500 cows. In the further part of the dissertation, I carried out a study of udder oedema in a dairy in Csongrád-Csanád county and developed a new method for its evaluation. The next step was the creation of a simulation to choose the right time for the culling, with the help of researchers from the Department of Computational Optimization, Institute of Informatics, Faculty of Science and Informatics, University of Szeged. For the simulation, data from six dairy farms were processed. In our case, this simulation was used to test two parameters, which were: the pregnancy rate and the day of lactation when the culling decision has to be made. Finally, I looked at the frequency of reasons for dropping out for individual cow families between 1990 and 2020. I looked for correlations between the number of descendants of the cow family, their average, earliest and latest culling age and the reasons for culling.

In the course of these studies, I found that the highest drop-out rate in the average colony was caused by reproductive biology disorders and leg

problems, so it is advisable to improve colony management in this direction. I found a strong positive relationship between fingerprint persistence and oedema severity. The time of fingerprint persistence can be used to assess the severity of udder oedema, which is recommended to be included in the routine of the dairy farm.

After running the simulation, we concluded that increasing the pregnancy rate does not primarily affect milk yield, but provides a greater opportunity for selection.

In a comparative evaluation of cow families, I found that the number of female progeny has a negative effect on the earliest culling age, and that the latest culling age and average age are positively correlated with the number of progeny. It may be useful to further investigate the effect of cow families in more depth.

For the most populous cow families, the descendant were most likely to be culled due to reproductive biology disorders and udder problems, and it is therefore recommended to investigate the pedigree from the dam side.

In examining the causes of culling in the progeny of cow families, I found that there is a strong correlation between the prevalence of metabolic and musculoskeletal problems. It would be advisable to address these problems in an integrated way. I found a medium relationship between udder problems and reproductive biology problems, i.e. the occurrence of udder problems may in some cases affect reproductive biology.

9. IRODALOMJEGYZÉK

1. Abraham, F. and Zeleke, M. (2017): Prevalence of bovine clinical mastitis and farmer's awareness in and around wolaita sodo, southern ethiopia. *Advances in Dairy Research*, 05. (03). <https://doi.org/10.4172/2329-888x.1000184>
2. Ackerman, R. A., Henderson, H. O., VanLandingham, A. H., Weakley, Jr. C. E. (1955): Prepartum milking of dairy cows. *West Virginia Agricultural Experiment Station Bulletin 378T*. DOI: <https://doi.org/10.33915/agnic.378T>
3. Adamczyk, K., Makulska, J., Jagusiak, W., Węglarz, A. (2017): Associations between strain, herd size, age at first calving, culling reason and lifetime performance characteristics in Holstein-Friesian cows. *Animal*, 11. (2), 327-334. <https://doi.org/10.1017/S1751731116001348>
4. Adriaens, I., Friggens, N. C., Ouweltjes, W., Scott, H., Aernouts, B., Statham, J. (2020): Productive life span and resilience rank can be predicted from on-farm first-parity sensor time series but not using a common equation across farms. *Journal of Dairy Science*, 103 (8), 7155-7171. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17826>
5. Ahlers, D. (1977): Occurrence and treatment of postpartum edema of cattle. *Praktische Tierarzt*, 58 (Suppl.): 100–104.
6. Ahlman, T., Berglund, B., Rydhmer, L., Strandberg, E. (2011): Culling reasons in organic and conventional dairy herds and genotype by environment interaction for longevity. *Journal of Dairy Science*, 94. (3.): 1568-1575 p. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3483>
7. Akkuş, Ö., Sevinç, V., Takma, Ç., İşçi Güneri, Ö. (2019): Estimation of parametric single index ordered logit model on milk yields. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 25 (5): 597-602. DOI: [10.9775/kvfd.2018.21335](https://doi.org/10.9775/kvfd.2018.21335)
8. Al-Ani, F. K. A. R. (1984): Udder Edema in Cattle. Kansas State University.
9. Al-Ani, F., Vestweber, J. G. E. (1986): Udder edema: An updated review. *Veterinary Bulletin*, 56:763–769.

10. Alhadrami, G. A., Faye, B. (2016): Animals that produce dairy foods: Camel. Reference Module in Food Science. Elsevier. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.00620-X>
11. Allaire, F. R., Sterwerf, H. E., Ludwick, T. M. (1977): Variations in Removal Reasons and Culling Rates with Age for Dairy Females. *Journal of Dairy Science*, 260. 254-267. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(77\)83862-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(77)83862-9)
12. Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. (2021): Tejtermelés-ellenőrzés és információtechnológia. Hazai tejtermelés-ellenőrzés alá vont állományok adatai (Országos zárás: 2020.01.01-2020.12.31.). (Szerk. Miskei V. és Rácz H.), Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. Partner Tájékoztató Hírlevél, 2021. XXI. 3. 9-10. o.
13. Archer, S. C., McCoy, F., Wapenaar, W., Green, M. J. (2013): Association between somatic cell count early in the first lactation and the longevity of Irish dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96 (5): 2939–50. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6115>.
14. Astiz, S., Gonzalez-Bulnes, A., Sebastian, F., Fargas, O., Cano, I., Cuesta, P. (2014): Maternal aging affects life performance of progeny in a Holstein dairy cow model. *Journal of Developmental Origins of Health and Disease*, 5 (5), 374-384. DOI: [10.1017/S2040174414000361](https://doi.org/10.1017/S2040174414000361)
15. Avais, M., Atif, M., Khan, J. A., Khan, M. U. R., Asif, M., Munawar, J., Amjad, S. (2020): Determination of Risk Factors Associated with Postparturient Udder Edema in Dairy Goats. *Lahore Garrison University Journal of Life Sciences*, 4 (03), 246-257. DOI: <https://doi.org/10.54692/lgujls.2020.0403116>
16. Axelsson, H. H. (2013): Breeding for sustainable milk production: From nucleus herds to genomic data. PhD. Dissertation. Department of Animal Breeding and Genetics, Swedish University of Agricultural Sciences. <https://pub.epsilon.slu.se/10438/> (Hozzáférés dátuma: 2022. 10. 09.).
17. Bach, A. (2011): Associations between several aspects of heifer development and dairy cow survivability to second lactation. *Journal of Dairy Science*, 94. (2): 1052–7. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3633>.

18. Bacic, G., Karadjole, T., Macesic, N., Karadjole M. (2007): A brief review of etiology and nutritional prevention of metabolic disorders in dairy cattle. *Veterinarski Arhiv*. 77. (6.): 567–577.
19. Banos, G., Brotherstone, S., Coffey, M. (2007): Prenatal maternal effects on body condition score, female fertility, and milk yield of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90 (7), 3490-3499. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-809>
20. Bar, D., Gröhn, Y. T., Bennet, G., González, R. N., Hertl, J. A., Schulte, H. F., Tauer, L. W., (2008): Effects of repeated episodes of generic clinical mastitis on mortality and culling in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 91:2196-2204. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2007-0460>
21. Bareille, N., Beaudeau, F., Billon, S., Robert, A., Faverdin, P. (2003): Effects of health disorders on feed intake and milk production in dairy cows. *Livestock Production Science*, 83. (1), 53-62. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(03\)00040-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00040-X)
22. Bascom, S. S., Young, A. J. (1998): A summary of the reasons why farmers cull cows. *Journal of Dairy Science*. 81. (8.) pp. 2299–2305. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75810-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75810-2)
23. Beaudeau, F. (1995): Cow's health and farmer's attitude towards the culling decision in dairy herds. PhD. Diss., Wageningen Agric. Univ., Wageningen, The Netherlands.
24. Beaudeau, F., Seegers, H., Ducrocq, V. P., Fourichon, C., Bareille, N. S. (2000): Effect of health disorders on culling in dairy cows: A review and a critical discussion. *Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences*, 49. (4): 293-311. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00889897>
25. Berry, D. P., Lee, J. M., Macdonald, K. A., Stafford, K., Matthews, L., Roche, J. R. (2007): Associations among between body condition score, body weight, somatic cell count, and clinical mastitis in seasonally calving dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 90:637–648. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)71546-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)71546-1)
26. Berry, D. P., Lonergan, P., Butler, S. T., Cromie, A. R., Fair, T., Mossa, F., Evans, A. C. O. (2008): Negative influence of high maternal milk production before and after conception on offspring survival and milk production in dairy

- cattle. *Journal of Dairy Science*, 91 (1), 329-337.
<https://doi.org/10.3168/jds.2007-0438>
27. Berry, D. P., Wall, E., Pryce, J. E. (2014): Genetics and genomics of reproductive performance in dairy and beef cattle. *Animal*, 8. (s1), 105-121.
<https://doi.org/10.1017/S1751731114000743>
28. Berry, P. (2021): Godet's sign: what is it, diagnosis, diseases. Warbletoncouncil.
<https://warbletoncouncil.org/signo-de-godet-2394#menu-1> (Hozzáférés dátuma: 2024. 05. 07.).
29. Berta, A., Béri, B. (2011): A hasznos élettartam és a küllem kapcsolatának elemzése holstein-fríz teheneknél. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 60. 47-55.
30. Bertulat, S., Fischer-Tenhagen, C., Werner, A., Heuwieser, W. (2012): Validating a dynamometer for noninvasive measuring of udder firmness in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95 (11), 6550-6556. DOI:
<https://doi.org/10.3168/jds.2012-5370>
31. Bíró O., Ózsvári L. (2006): *Állat-egészségügyi Gazdaságtan*. Szent István Egyetem Állatorvostudományi Kar Állat-egészségügyi Igazgatástani és Agrárgazdaságtani Tanszék, Budapest, 161.
32. Biró, G. (2014): *Élelmiszer-higiéna*. Agroinform Kiadó. Budapest, 531 p.
33. Block, E. (1994): Manipulation of dietary cation-anion difference on nutritionally related production diseases, productivity, and metabolic responses of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 77 (5), 1437-1450. DOI:
[10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77082-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77082-X)
34. Borbély, Cs., Pupos, C., Szabari, M. (2022): Fedezeti pont alkalmazási lehetőségei a tejtermelésben. *Gazdálkodás*, 66 (2), 117-128.
35. Borş, A., Borş, S. I., Floriştean, V. C. (2024): Mastitis impact on high-yielding dairy farm's reproduction and net present value. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1345782. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1345782>
36. Bowers, S., Gandy, S., Graves, K., Eicher, S., Willard, S. (2006): Effects of prepartum milking on postpartum reproduction, udder health and production performance in first-calf dairy heifers. *Journal of Dairy Research*, 73 (3), 257-263. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0022029906001762>

37. Bozkurt, G., Kaya, F., Tasal, I., Yildiz, R. (2024): The effect of alfalfa supplementation during the peripartum period on udder oedema and fertility in dairy sheep. *Reproduction in Domestic Animals*, 59. (2), e14539. <https://doi.org/10.1111/rda.14539>
38. Brickell, J. S., Wathes, D. C. (2011): A descriptive study of the survival of Holstein-Friesian heifers through to third calving on English dairy farms. *Journal of Dairy Science* 94. (4): 1831–1838. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3710>
39. Brorson, H. (2012): From lymph to fat: liposuction as a treatment for complete reduction of lymphedema. *The International Journal of Lower Extremity Wounds*, 11 (1), 10-19. DOI: [10.1177/1534734612438550](https://doi.org/10.1177/1534734612438550)
40. Canadian Dairy Information Centre. (2019): Culling and replacement rates in dairy herds in Canada. *genetics-cull_e.pdf* (dairyinfo.gc.ca). (*Hozzáfévés dátuma: 2020. 10. 22.*)
41. Caraviello, D. Z., Weigel, K. A., Fricke, P. M., Wiltbank, M. C., Florent, M. J., Cook, N. B., Nordlund, K. V., Zwald, N. R., Rawson, C. L. (2006): Survey of management practices on reproductive performance of dairy cattle on large US commercial farms. *Journal of Dairy Science*, 89. (12), 4723-4735. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72522-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72522-X)
42. Caraviello, D. Z., Weigel, K. A., Gianola, D. (2003): Analysis of the relationship between type traits, inbreeding, and functional survival in Jersey cattle using a Weibull proportional hazards model. *Journal of Dairy Science* 86. (9): 2984–2989 [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73896-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73896-X).
43. CDIC. (2023): Culling and Replacement Rates in Dairy Herds in Canada. Available online: <https://www.dairyinfo.gc.ca/eng/dairy-statistics-and-market-information/dairy-animal-genetics/culling-and-replacement-rates-in-dairy-herds-in-canada/?id=1502475693224> (*Hozzáfévés dátuma: 2024. 03. 13.*)
44. Chiumia, D., Chagunda, M. G., Macrae, A. I., Roberts, D. J. (2013): Predisposing factors for involuntary culling in Holstein-Friesian dairy cows. *Journal of Dairy Research*. 80. (1.) pp 45-50. <https://doi.org/10.1017/S002202991200060X>

45. Choi, P., Min, I. S. (2008): Further Applications of Johnson's S U-normal Distribution to Various Regression Models. *Communications for Statistical Applications and Methods*, 15 (2), 161-171.
46. Coffey, M. P., Simm, G., Oldham, j. D., Hill, W. G., Brother-stone, S. (2004): Genotype and diet effects on energy balance in the first three lactations of dairy cows. *Journal of Dairy Science* (87.): 4318–4326. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73577-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73577-8)
47. Compton, C. W. R., Heuer, C., Parker, K., Mcdougall, S. (2007): Risk factors for peripartum mastitis in pasture-grazed dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 90 (9), 4171-4180. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2006-882>
48. Conway, J. F., Olson, H., McCoy, G. C. (1977): Effects of sodium chloride supplementation on the incidence and severity of mammary edema and on serum sodium levels in pre-parturient cows and heifers. *Journal of Dairy Science* 60 (1.):110. (Abstr.)
49. Cook, N. B. (1998): Severe udder oedema and teat necrosis in related dairy heifers. *The Veterinary Record*, 142 (11), 287.
50. Cristina, C. I., Ruginosu, E., Drugociu, D., Roșca, P., Borș, S., Dascălu, D. L. (2015): Study concerning the prevalence of ovarian diseases in dairy cows from a farm in north-eastern moldavia. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Veterinary Medicine*, 72. (1). <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-vm:10803>
51. Davis, H. P., Trimmerger, G. W. (1941): Premilking of heavy producers. *Holstein-Friesian World* 38 427–428.
52. Davis, S. R., Collier, R. J. (1985): Mammary blood flow and regulation of substrate supply for milk synthesis. *Journal of Dairy Science*, 68. (4), 1041-1058. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(85\)80926-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(85)80926-7)
53. De Rensis, F., Lopez-Gatius, F., García-Ispuerto, I., Morini, G., Scaramuzzi, R. J. (2017): Causes of declining fertility in dairy cows during the warm season. *Theriogenology*, 91, 145-153. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.12.024>
54. De Vlieghe, S., Fox, L. K., Piepers, S., McDougall, S., Barkema, H. W. (2012): Invited review: Mastitis in dairy heifers: Nature of the disease, potential impact,

- prevention, and control. *Journal of Dairy Science*, 95. 1025-1040. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-4074>
55. De Vries, A. (2013): Cow longevity economics: the cost benefit of keeping the cow in the herd. Proceedings from the Cow Longevity Conference 2013 that took place at Hamra farm, Sweden in August 2013. <https://www.thecattlesite.com/articles/3950/cow-longevity-economics-cost-benefits-of-keeping-a-cow-in-the-herd/> (*Hozzáfévés dátuma: 2023. 11. 05.*).
 56. De Vries, A. (2017): Economic trade-offs between genetic improvement and longevity in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 100. (5), 4184-4192. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11847>
 57. De Vries, A., Marcondes, M. I. (2020): Review: Overview of factors affecting productive lifespan of dairy cows. *Animal*. 14. (1): 155-164. <https://doi.org/10.1017/S1751731119003264>
 58. DEFRA (2001): Department for Environment, Food & Rural Affairs (2001) Condition scoring of dairy cows. DEFRA Publications: London, United Kingdom, pp.1- 8. Available at: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69371/pb6492-cattle-scoring-diary020130.pdf (*Hozzáfévés dátuma: 2020. 09. 17.*).
 59. DeJarnette, J. M., Sattler, C. G., Marshall, C. E., Nebel, R. L. (2007): Voluntary waiting period management practices in dairy herds participating in a progeny test program. *Journal of Dairy Science*, 90. (2), 1073-1079. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)71594-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)71594-1)
 60. Dempster, A. P., Laird, N. M., Rubin, D. B. (1977): Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm. *Journal of the Royal Statistical Society: series B (methodological)*, 39. (1), 1-22. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1977.tb01600.x>
 61. Dentine M. R., McDaniel, B. T. (1983): Variation of edema scores from herd-year, age, calving month and sire. *Journal of Dairy Science*. 66. (11): 2391-2399. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(83\)82097-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(83)82097-9)
 62. Derks, M., Van Werven, T., Hogeveen, H., Kremer, W. D. J. (2014): Associations between farmer participation in veterinary herd health management

- programs and farm performance. *Journal of Dairy Science*. 97. (3.): pp. 1336–1347 <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6781>
63. Djonov, V., Andres, A. C., Ziemiecki, A. (2001): Vascular remodelling during the normal and malignant life cycle of the mammary gland. *Microscopy research and technique*, 52. (2), 182-189. [https://doi.org/10.1002/1097-0029\(20010115\)52:2<182::AID-JEMT1004>3.0.CO;2-M](https://doi.org/10.1002/1097-0029(20010115)52:2<182::AID-JEMT1004>3.0.CO;2-M)
64. Dolder, C., Van den Borne, B. H. P., Traversari, J., Thomann, A., Perreten, V., Bodmer, M. (2017): Quarter-and cow-level risk factors for intramammary infection with coagulase-negative staphylococci species in Swiss dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100. (7), 5653-5663. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11639>
65. Doornewaard, G. J., Reijs, J. W., Beldman, A. C. G., Jager, J. H., Hoogeveen, M. W. (2018): Sectorrapportage duurzame zuivelketen: Prestaties 2017 in perspectief. No. 2018-094. Wageningen Economic Research, Wageningen, the Netherlands. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/466401>.
66. Ducrocq, V. P. (1991): Statistical analysis of Length of Productive Life of Dairy Cows in the Normande. *Breed.* 42nd E. A. A. P., Berlin, Germany. 8-12. September, 11-12.
67. Ducrocq, V. P. (1994): Statistical analysis of length of productive life for dairy cows of the Normande breed. *Journal of Dairy Science*, 77 (3), 855-866. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77020-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77020-X)
68. Durna Corum, D., Corum, O., Atik, O., Cetin, G., Zhunushova, A., Uney, K. (2021): Pharmacokinetics and bioavailability of furosemide in sheep. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 44 (4), 657-662. DOI: <https://doi.org/10.1111/jvp.12937>
69. Eastham, N. T., Coates, A., Cripps, P., Richardson, H., Smith, R., Oikonomou, G. (2018): Associations between age at first calving and subsequent lactation performance in UK Holstein and Holstein-Friesian dairy cows. *PloS One*, 13. (6), e0197764. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197764>
70. Eaton, H. D., Johnson, R. E., Heimboldt, C. F., Spielman, A. A., Matterson, L. D., Jungherr, E. L., Kramer, J. H., Slate, R. J. (1949): Prepartum milking. I. The effect of prepartum milking on some blood constituents of the cow. *Journal of*

- Dairy Science, 32 (10), 870–876. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(49\)92129-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(49)92129-3)
71. Edmonson, A. J., Lean, I. J., Weaver, L. D., Farver, T., Webster, G. (1989): A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 72 (1), 68-78. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79081-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79081-0)
 72. Egyedy, A., Rosales, E. B., Ametaj, B. N. (2022): Association of high somatic cell counts prior to dry off to the incidence of periparturient diseases in holstein dairy cows. *Veterinary Sciences*, 9. (11), 624. <https://doi.org/10.3390/vetsci9110624>
 73. Emery, R. S., Hafs, H. D., Armstrong, D., Snyder, W. W. (1969): Prepartum grain feeding effects on milk production, mammary edema, and incidence of diseases. *Journal of Dairy Science*, 52 (3), 345-351. DOI: [10.3168/jds.S0022-0302\(69\)86559-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(69)86559-8)
 74. Esposito, G., Irons, P. C., Webb, E. C., Chapwanya, A. (2014): Interactions between negative energy balance, metabolic diseases, uterine health and immune response in transition dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 144. (3-4), 60-71. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2013.11.007>
 75. Essl, A. (1998): Longevity in dairy cattle breeding: a review. *Livestock Production Science*, 57. (1), 79-89. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(98\)00160-2](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(98)00160-2)
 76. Fekete, S. (1993): Fajok takarmányozása (Részletes takarmányozástan). Az Állatorvostudományi Egyetem jegyzete Budapest. 232-235
 77. Fernandes, L., Celestino, M. L., Menta, P. R., Silva, T. H., Paiva, D., Ribeiro, T. L., Caixeta, L. S., Noyes, N. R., Machado, V. S. (2022): Cow-related factors associated with intramammary infections during the 1st week postpartum in primiparous dairy cows in certified organic herds. *The Veterinary Journal*, 282, 105822. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2022.105822>
 78. Fetrow, J. (1987): Culling Dairy Cows. *Proceedings of the Twentieth Annual Conference. American Association of Bovine Practitioners. Phoenix, Arizona.* 20. 102-107.

79. Fetrow, J., Nordlund, K. V., Norman, H. D. (2006): Invited review: Culling: nomenclature, definitions, and recommendations. *Journal of Dairy Science*. 89. (6): 1896–1905. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72257-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72257-3).
80. Filipčík, R., Tučková, K., Kopec, T., Rečková, Z. (2021): Evaluation of the effect of cow exterior on calf size at parturition. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, 24. <https://doi.org/10.15414/afz.2021.24.mi-prap.20-24>
81. Fodor I., Búza L., Ózsvári L. (2016): Nagy létszámú hazai tejelő szarvasmarhatelepek teheneinek főbb szaporasági mutatói és szaporodásbiológiai menedzsmentje. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 138, 653-662.
82. Fox, L. K. (2009): Prevalence, incidence and risk factors of heifer mastitis. *Veterinary Microbiology*, 134. 82-88. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2008.09.005>
83. Froner Argenta F., Vielmo A., Slaviero M., Castilhos da Silva C., Rufino Samara V., Amorim da Costa F. V., Kenji Masuda E., Sonne L. (2022): Anasarca Associated with Restrictive Cardiomyopathy in Cats, *Acta Scientiae Veterinariae* 50 (Suppl 1): 815. <https://doi.org/10.22456/1679-9216.124337>
84. Gambonini, A. P., Hadrich, J. C., Roberts, A. R. (2022): Estimation and analysis of cow-level cumulative lifetime break-even on financial resiliency. *Journal of Dairy Science*, 105(5), 4653-4668. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20644>
85. Garnsworthy, P. C. (2006): Body condition score in dairy cows: Targets for production and fertility. Pages 61–86 in *Recent Advances in Animal Nutrition*. P. C. Garnsworthy and J. Wiseman, ed. Nottingham University Press, UK.
86. Gáspárdy, A., Medgyesi, Zs., Gyulay, Gy., Bajcsy, Á. Cs., Fekete, S. Gy. (2013): Epidemiological and aetiological characteristics of abomasum displacement in cattle (in Hungarian). *Hungarian Veterinary Journal*, 135 (9), 515-524.
87. Ghasemi, A., Zahediasl, S. (2012): Normality tests for statistical analysis: a guide for non-statisticians. *International journal of endocrinology and metabolism*, 10. (2), 486. DOI: [10.5812/ijem.3505](https://doi.org/10.5812/ijem.3505)
88. Ghodasara, S. N., Savsani, H. H., Vataliya, P. H. (2012): Therapeutic management of periparturient udder edema in Jaffrabadi buffaloes and Gir cows. *Buffalo Bulletin* 31. 111–113.

89. Gibbs, E. P. J. (1984): Viral diseases of the skin of the bovine teat and udder. *The veterinary clinics of North America. Large Animal Practice*, 6. 187-202. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0196-9846\(17\)30047-2](https://doi.org/10.1016/S0196-9846(17)30047-2)
90. Gilbert, R. O., Schwark, W. S. (1992): Pharmacologic Considerations in the Management of Peripartum Conditions in the Cow. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 8 (1), 29-56. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30759-3](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30759-3)
91. Gomes, F., Henriques, M. (2016): Control of bovine mastitis: Old and recent therapeutic approaches. *Current microbiology*, 72, 377-382.
92. González-Recio, O., Ugarte, E., Bach, A. (2012): Trans-generational effect of maternal lactation during pregnancy: a holstein cow model. *Plos One*, 7 (12), e51816. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051816>
93. Goto, A., Nakada, K., Katamoto, H. (2016): The association of culling and death rate within 30 days after calving with productivity or reproductive performance in dairy herds in Fukuoka, Southern Japan. *Journal of Veterinary Medical Science*, 78 (4), 587-592. <https://doi.org/10.1292/jvms.15-0554>
94. Grandl, F., Furger, M., Kreuzer, M., Zehetmeier, M. (2019): Impact of longevity on greenhouse gas emissions and profitability of individual dairy cows analysed with different system boundaries. *Animal*, 13 (1), 198-208. <https://doi.org/10.1017/S175173111800112X>
95. Gröhn, Y. T., Erb, H. N., McCulloch, C. E., Saloniemi, H. S. (1990): Epidemiology of mammary gland disorders in multiparous Finnish Ayrshire cows. *Preventive Veterinary Medicine*. 8. (4): 241-252. [https://doi.org/10.1016/0167-5877\(90\)90082-S](https://doi.org/10.1016/0167-5877(90)90082-S)
96. Gröhn, Y. T., Rajala-Schultz, P. J., Allore, H. G., DeLorenzo, M. A., Hertl, J. A., Galligan, D. T. (2003): Optimizing replacement of dairy cows: Modeling the effects of diseases. *Preventive Veterinary Medicine*. 61. (1): 27-43. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(03\)00158-2](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(03)00158-2).
97. Grunert, E., Hoedemaker, M., Weigt, U. (1996): Euterkrankheiten. In: Grunert E (eds.), *Buiatrik Band 1*. Schaper, Alfeld Hannover, 24-27.
98. Grzesiak, W., Adamczyk, K., Zaborski, D., Wójcik, J. (2022): Estimation of dairy cow survival in the first three lactations for different culling reasons using

- the Kaplan–Meier method. *Animals*, 12. (15), 1942.
<https://doi.org/10.3390/ani12151942>
99. Gulyás, L. (2002): A nyers tej szomatikus sejtszámát befolyásoló néhány biológiai és környezeti tényező vizsgálata. Doktori (PhD.) értekezés. Mosonmagyaróvár, 163.
100. Gussmann, M., Denwood, M., Kirkeby, C., Farre, M., Halasa T. (2019): Associations between udder health and culling in dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine* 171. (1): 104751.
<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104751>
101. Hadley, G. L., Wolf, C. A., Harsh, S. B. (2006): Dairy cattle culling patterns, explanations and implications. *Journal of Dairy Science*. 89. (6.): p. 2286–2296.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72300-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72300-1)
102. Hady, P. J., Domecq, J. J., Kaneene, J. B. (1994): Frequency and precision of body condition scoring in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 77. (6): 1543-1547. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77095-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77095-8)
103. Halasa T., Huijps K., Osteras O., Hogeveen H. (2007): Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: A review. *Veterinary Quarterly* 29. (1): 18–31. <https://doi.org/10.1080/01652176.2007.9695224>
104. Haq, S. U., Ashfaq, K., Khan, A., Khalid, A., Siddiqui, S. A., Taj, R., Ullah, A., Soomro, H., Usmani, M. W. (2024): Epidemiological Analysis of Udder Edema in the Goat Population of Faisalabad, Pakistan. *Sarhad Journal of Agriculture*, 40. (2). <https://dx.doi.org/10.17582/journal.sja/2024/40.2.295.305>
105. Harjanti, D. W., Sambodho, P. (2020): Effects of mastitis on milk production and composition in dairy cows. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 518, No. 1, p. 012032). IOP Publishing. DOI: [10.1088/1755-1315/518/1/012032](https://doi.org/10.1088/1755-1315/518/1/012032)
106. Hartanto, R., Ranggano, C. P., Prayitno, E., Prima, A., Harjanti, D. W. (2023): Udder Volume and Teat Size of Friesian Holstein Dairy Cows from Post-Weaning Calves to Pregnant Heifers. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1246, No. 1, p. 012060). IOP Publishing. DOI 10.1088/1755-1315/1246/1/012060

107. Hayes, R. L., Albright, J. L. (1976): Older heifers have more severe edema. *Hoard's Dairyman*, Jan. 25:75.
108. Helayel, M. A., Ramos, A. T., Lopes, S. P., Cunha, I. M., Silva, P. C. A. R., Moutinho, R. P. R., Carvalho, V. A. N., Caldas, S. A. (2018): Rupture of the mammary vein in a Holstein cow with mastitis and udder edema: case report. *Brazilian Journal of Veterinary Medicine*, 40 (1), e094118. DOI: <https://doi.org/10.29374/2527-2179.bjvm094118>
109. Hetzel, H., Bölcsházy, K. (1952): *Állatorvosi szülészeti II.*, 3. átdolgozott kiadás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 623.
110. Hillerton, J. E. (2022): Diseases of Bovine Teat and Skin. Modified Oct., 2020. Merck Veterinary Manual. Available at: <https://www.merckvetmanual.com/reproductive-system/udder-diseases-in-cows/diseases-of-bovine-teats-and-skin/?autoredirectid=18363> (Hozzáférés dátuma: 2023. 04. 20.).
111. Hisira, V., Zigo, F., Kadaši, M., Klein, R., Farkašová, Z., Vargová, M., Mudroň, P. (2023): Comparative Analysis of Methods for Somatic Cell Counting in Cow's Milk and Relationship between Somatic Cell Count and Occurrence of Intramammary Bacteria. *Veterinary Sciences*, 10 (7), 468. DOI: [10.3390/vetsci10070468](https://doi.org/10.3390/vetsci10070468)
112. Hogeveen, H., Huijps, K., Lam, T. J. G. M. (2011): Economic aspects of mastitis: New developments. *New Zealand Veterinary Journal*. 59. (1): 16–23. <https://doi.org/10.1080/00480169.2011.547165>
113. Holstein-fríz Tenyésztők Egyesülete (2021): A hazai Holstein-fríz populáció standard laktációs eredményei. 2021. 04. 06. <https://www.holstein.hu/teb/orsz/lakt.pdf> (Hozzáférés dátuma: 2022. 04. 20.)
114. Holstein-fríz Tenyésztők Egyesülete (2024): A hazai Holstein-fríz populáció standard laktációs eredményei. <https://www.holstein.hu/teb/orsz/lakt.pdf> (Hozzáférés dátuma: 2025. 06. 09.)
115. Holstein-fríz Tenyésztők Egyesülete. Laktációs termelések (2022): Online elérhető: www.holstein.hu/teb/lakt.pdf (Hozzáférés dátuma: 2023. 03. 28.).
116. Horváth, Gy. (1982): A tőgygyulladás elleni védekezés. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, 326.

117. Horváth, Gy. (1983): Tőgybetegségek. 440-468 pp. In: Szarvasmarha-egészségtan. (Szerk. HORVÁTH Z.) Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 538 p.
118. Hsu, H., Lachenbruch, P. A. (2014): Paired t test. Wiley StatsRef: statistics reference online. <https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat05929>
119. Hultgren, J., Svensson, C., Maizon, D. O., Oltenacu, P. A. (2008): Rearing conditions, morbidity and breeding performance in dairy heifers in southwest Sweden. Preventive Veterinary Medicine. 87. (3-4): 244–260 <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2008.04.003>
120. Hutchison, J. L., VanRaden, P. M., Null, D. J., Cole, J. B., Bickhart, D. M. (2017): Genomic evaluation of age at first calving. Journal of Dairy Science, 100 (8), 6853-6861. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12060>
121. Inchaisri, C., Jorritsma, R., Vos, P. L. A. M., Van der Weijden, G. C., Hogeveen, H. (2011): Analysis of the economically optimal voluntary waiting period for first insemination. Journal of Dairy Science, 94. (8), 3811-3823. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3790>
122. Ivemeyer, S., Knierim, U., Waiblinger, S. (2011): Effect of human-animal relationship and management on udder health in Swiss dairy herds. Journal of Dairy Science, 94. 5890–5902. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-4048>.
123. Jackson, P. (1996): Skin diseases of the bovine udder and teat. In Practice, 18 (2), 76-80. DOI: <https://doi.org/10.1136/inpract.18.2.76>
124. Kaiser, M., Jacobson, M., Baekbo, P., Dahl, J., Jacobsen, S., Guo, Y. Z., Larsen, T., Andersen, P. H. (2020): Lack of evidence of mastitis as a causal factor for postpartum dysgalactia syndrome in sows. Translational Animal Science, 4 (1), 250-263. DOI: <https://doi.org/10.1093/tas/txz159>
125. Kašná, E., Zavadilová, L., Krupa, E., Krupová, Z., Kranjčevićová, A. (2020): Evaluation of gestation length in Czech Holstein cattle. Czech Journal of Animal Science, 65. (12), 473-481. <https://doi.org/10.17221/150/2020-CJAS>
126. Kellogg, D. W. (2010): Body Condition Scoring with Dairy Cattle. [Cooperative Extension Service], University of Arkansas, U.S. Department of Agriculture, and county governments cooperating. 6 pp.

127. Kemp, R., Holliman, A., Nettleton, P. F. (2008): Atypical bovine herpes mammillitis affecting cows and calves. *Veterinary Record*, 163. 119-120. DOI: [10.1136/vr.163.4.119](https://doi.org/10.1136/vr.163.4.119)
128. Kielwein, F. (1976): Leitfaden der Milchkuhe und Milchhygiene. Paul Parey Verlag. Berlin und Hamburg.
129. Koeck, A., Miglior, F., Kelton, D. F., Schenkel, F. S. (2012): Genetic parameters for mastitis and its predictors in Canadian Holsteins. *Journal of dairy science*, 95. (12), 7363-7366. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5648>
130. Kojouri, G. A., Pouryeganeh, M. M., Nekouei, S., Nazifi, S. (2015): Udder edema and association with some serum biochemical measures and dietary factors in first calving cows. *Iranian Journal of Veterinary Research*. 16. (4.): 345–349.
131. Kovács P. (2017): A Prototecha és a tőgygyulladás. *Magyar Mezőgazdaság*. 72. évf. 35. szám 38-39. o.
132. Kovács, P., Tibold, J., Ózsvári, L. (2015): A *Staphylosossus aureus* tőgygyulladás elleni védekezés egy nagyüzemi holstein-fríz állományban és a fertőzés gazdasági hatásai. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 137, 707-718.
133. Központi Statisztikai Hivatal (2021): 19.2.1.5 tábla, 19.1.1.27. tábla, 19.1.3.11. tábla, 19.1.2.20. tábla, 1.1.1.22. tábla (*Hozzáférés dátuma: 2024. 04. 20.*)
134. Központi Statisztikai Hivatal (2021): 19.2.1.5 tábla, 19.1.1.27. tábla, 19.1.3.11. tábla, 19.1.2.20. tábla, 1.1.1.22. tábla (*Hozzáférés dátuma: 2025. 06. 09.*)
135. Kuchler, K. (2011): Der Einfluss des Melkens auf Durchblutung und Morphologie der Rinderzitze untersucht mittels Color Angiographie und B-Mode Sonographie. Inaugural-Dissertation. Ludwig-Maximilian Universität.
136. Kumar, A., Mandal, R. S., Bhatt, S., Kumar, A. (2024): Physiological Edema. *Periparturient Diseases of Cattle*, 331-338.
137. Kutas F. (1987): A vízforgalom és zavarai. 132-139 p. In: BRYDL E. (szerk.): A szarvasmarha anyagforgalmi betegségei és mérgezései. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 302.
138. Langford, F., Stott, A. (2012): Culled early or culled late: economic decisions and risks to welfare in dairy cows. *Animal Welfare*. 21. (S1): 41-55. [doi:10.7120/096272812X13345905673647](https://doi.org/10.7120/096272812X13345905673647)

139. Lema, M., Tucker, W. B., Aslam, M., Shin, I. S., Le Ruyet, P., Adams, G. D. (1992): Influence of calcium chloride fed prepartum on severity of edema and lactational performance of dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 75. (9), 2388-2393. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)78000-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)78000-X)
140. Lescourret F., Coulon J. B. (1994): Modeling the impact of mastitis on milk production by dairy cows. *Journal of Dairy Science* 77. (8): 2289–2301 DOI: [10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77172-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77172-1)
141. Lojda, L., Staviková, M., Zaková, M. (1980): In: Bassalik-Chabielska, L., Ryniewicz, Z. (ed) (1980): Resistant factors and genetic aspects of mastitis control. *Proc. Int. Conf. Jablona-Poland*. 261-276.
142. López, I. M., Rodríguez, I. M. O., Torreblanca, C. R. (2019): A study of lactation curves in dairy cattle using the optimal design of experiments methodology. *Italian Journal of Animal Science*, 18. (1), 594-600. <https://doi.org/10.1080/1828051x.2018.1548913>
143. López-Gatius, F. (2003): Is fertility declining in dairy cattle?: a retrospective study in northeastern Spain. *Theriogenology*, 60. (1), 89-99. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(02\)01359-6](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(02)01359-6)
144. Lunak, M. (2020): Cull rates: How is your farm doing? Penn State Extension. <https://extension.psu.edu/cull-rates-how-is-your-farm-doing> (Hozzáférés dátuma: 2024. 01. 27.).
145. Lymphoedema Framework (2006) International consensus: Best practice for the management of lymphoedema. London, UK: MEP Ltd. Medical Education Partnership. Available at: http://www.woundsinternational.com/pdf/content_175.pdf https://www.ons.org/node/134686?display=pepnavigator&sort_by=created&items_per_page=50 (Hozzáférés dátuma: 2023. 12. 09.).
146. Magda S. (2003): Az állattenyésztés szervezése és ökonómiája. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. 211 pp.
147. Malven, P. V., Erb, R. E., D'amico, M. F., Stewart, T. S., Chew, B. P. (1983): Factors associated with edema of the mammary gland in primigravid dairy heifers. *Journal of Dairy Science*. 66. (2): 246–252. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(83\)81783-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(83)81783-4)

148. Martin, W. B. (1973): Bovine mamillitis: Epizootiologic and immunologic features. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 163. 915-91.
149. McParland, S., Kearney, J. F., Rath, M., Berry, D. P. (2007): Inbreeding effects on milk production, calving performance, fertility, and conformation in Irish Holstein-Friesians. *Journal of Dairy Science*, 90. (9), 4411-4419. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0227>
150. McConnel, C. S., Lombard, J. E., Wagner, B. A., Garry, F. B. (2008): Evaluation of factors associated with increased dairy cow mortality on United States dairy operations. *Journal of Dairy Science*. 91. (4): 1423–1432. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0440>.
151. McCullough D. A., Delorenzo M. A. (1996): Effect of price and management level on optimal replacement and insemination decision. *Journal of Dairy Science*. 79. (2): 242–253. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(96\)76357-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76357-9)
152. McDougall, S., Hussein, H., Aberdein, D., Buckle, K., Roche, J., Burke, C., Mitchell, M., Meier, S. (2011): Relationships between cytology, bacteriology and vaginal discharge scores and reproductive performance in dairy cattle. *Theriogenology* 76:229–240. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.12.024>
153. McGavin, D. M., Zachary, J. F. (2009): Zirkulationsstörungen und Thrombose. Pages 61–94 in *Pathologie der Haustiere: Allgemeine, spezielle und funktionelle Veterinärpathologie*. 1. Auflage. Elsevier GmbH.
154. Medrano-Galarza, C., Gibbons, J., Wagner, S., de Passille, A. M., Rushen, J. (2012): Behavioral changes in dairy cows with mastitis. *Journal of Dairy Science*, 95 (12), 6994-7002. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5247>
155. Melendez, P., Hofer, C. C., Donovan, G. A. (2006): Risk factors for udder edema and its association with lactation performance on primiparous Holstein cows in a large Florida herd, U.S.A. *Preventive Veterinary Medicine*. 76(3-4): 211-221. DOI: [10.1016/j.prevetmed.2006.05.004](https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2006.05.004)
156. Metzner, M., Sauter-Louis, C., Seemueller, A., Petzl, W., Zerbe, H. (2015): Infrared thermography of the udder after experimentally induced *Escherichia coli* mastitis in cows. *The Veterinary Journal*, 204 (3), 360-362. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.04.013>

157. Meyer, M. J., Capuco, A. V., Ross, D. A., Lintault, L. M., Van Amburgh, M. E. (2006): Developmental and nutritional regulation of the prepubertal heifer mammary gland: I. Parenchyma and fat pad mass and composition. *Journal of Dairy Science*, 89. (11), 4289-4297. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72475-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72475-4)
158. Michel, C. C., Woodcock, T., Curry, F. E. (2020): Understanding and extending the starling principle. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 64. (8): 1032-1037. <https://doi.org/10.1111/aas.13603>
159. Mohammed, Z. A. (2021): Association between clinical and subclinical mastitis and reproductive performance of cows at Nottingham dairy centre. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 35. (2), 343-350. <http://www.doi.org/10.33899/ijvs.2020.126843.1398>
160. Monostori, A., Dégen, L. (2017): Tőgygyulladások diagnosztikai lehetőségei. *Állategészség és Takarmányozás*. 2017. április 10-13. http://static.atkft.hu/Cikkek/Allateu/Togy_201704.pdf (Hozzáférés dátuma: 2021. 05. 28.).
161. Moosavi, M., Mirzaei, A., Ghavami, M., Tamadon, A. (2014): Relationship between season, lactation number and incidence of clinical mastitis in different stages of lactation in a Holstein dairy farm. In *Veterinary Research Forum: an International Quarterly Journal* (Vol. 5, No. 1, p. 13).
162. Morrison, E. I., DeVries, T. J., LeBlanc S. J. (2018): Short communication: Associations of udder edema with health, milk yield, and reproduction in dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*. 101. (10): 9521–9526. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14539>
163. Morrow, D. A., Schmidt, G. H. (1964): Udder edema. Anita. Health Div., CIBA Pharm. Co., Summit, NJ.
164. Mueller, F. J., Miller, J. K., Campbell, M. H., Madsen, F. C. (2019): Prevention of Udder Edema in Dairy Cows. *Dairexnet*. <https://dairy-cattle.extension.org/prevention-of-udder-edema-in-dairy-cows/> (Hozzáférés dátuma: 2021. 01. 14.).

165. Mueller, F. J., Miller, J. K., Ramsey, N., DeLost, R. C., Madsen, F. C. (1989): Reduced udder edema in heifers fed vitamin E prepartum. *Journal of Dairy Science*, 72. 2211.
166. Muldoon, J. (2011): Assessment and monitoring of oedema. *Journal of Community Nursing*, 25 (6), 26-28.
167. Müller, U., Sauerwein, H. (2010): A comparison of somatic cell count between organic and conventional dairy cow herds in West Germany stressing dry period related changes. *Livestock Science*. (125.) :pp. 30-37.
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.08.003>
168. Nestor, K. E. Jr., Hemken, R. W., Harmon, R. J. (1988): Influence of sodium chloride and potassium bicarbonate on udder edema and selected blood parameters. *Journal of Dairy Science* 71: 366–372.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(88\)79565-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79565-X)
169. Norman, H. D., Wright, J. R., Kuhn, M. T., Hubbard, S. M., Cole, J. B., VanRaden, P. M. (2009): Genetic and environmental factors that affect gestation length in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 92. (5), 2259-2269.
<https://doi.org/10.3168/jds.2007-0982>
170. Okkema, C., Grandin, T. (2021). Graduate Student Literature Review: Udder edema in dairy cattle—A possible emerging animal welfare issue. *Journal of Dairy Science*, 104 (6), 7334-7341. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19353>
171. Olechnowicz, J., Kneblewski, P., Jaśkowski, J. M., Włodarek, J. (2016): Effect of selected factors on longevity in cattle: a review. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 26. (6), 1533-1541.
172. Olsson, G., Bergsten, C., Wiktorsson, H. (1998): The influence of diet before and after calving on the food intake, production and health of primiparous cows, with special reference to sole haemorrhages. *Animal Science*. 66. (1):75-86.
DOI: <https://doi.org/10.1017/S1357729800008857>
173. Orpin, P. G., Esslemont, R. J. (2010): Culling and wastage in dairy herds: an update on incidence and economic impact in dairy herds in the UK. *Cattle Practice*, 18. (3), 163-172.
174. Ózsvári, L. (2007): Mibe kerül a korai selejtezés? *Magyar Mezőgazdaság*, (62. évf.) 6. sz. 16-17. p.

175. Ózsvári, L., Kerényi J. (2004): A szaporodásbiológiai zavarok által okozott gazdasági veszteségek számszerűsítése egy nagyüzemi holstein-fríz tehenészetben. Magyar Állatorvosok Lapja, 126, 523-531.
176. Patel, Y. G., Trivedi, M. M., Rajpura, R. M., Savaliya, F. P., Monika, P. (2016): Udder and teat measurements and their relation with milk production in crossbred cows. International Journal of Science, Environment and Technology, 5 (5), 3048-3054.
177. Pfützner, M., Ivanyos, D., Ózsvári, L. (2017): A szubklinikai tőgygyulladás által okozott gazdasági kár nagylétszámú német tejelő tehenészetekben. Állategészség és Takarmányozás. 2017. augusztus 10-13. http://static.atkft.hu/Cikkek/Allateu/Togy_201708.pdf (Hozzáférés dátuma: 2021. 06. 29.).
178. Pinedo, P. J., De Vries, A., Webb, D. W. (2010): Dynamics of culling risk with disposal codes reported by Dairy Herd Improvement dairy herds. Journal of Dairy Science, 93. (5), 2250-2261. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2572>
179. Pinedo, P. J., Melendez, P., Paudyal, S., Krauss, R., Arias, F., Lopez, H., Luco, A., Vergara, C. F. (2016): Association between disease occurrence and fertility of dairy cows in three geographic regions of Chile. Theriogenology 86:817–823. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.03.001>
180. Potsabay, J., Szép, I. (1965): Állategészségtan. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, 337.
181. Prasomsri, P. (2022): Effect of lameness on daily milk yield in dairy cow. The Thai Journal of Veterinary Medicine, 52. (4), 679-687. DOI: <https://doi.org/10.56808/2985-1130.3263>
182. Pryce, J. E., Royal, M. D., Garnsworthy, P. C., & Mao, I. L. (2004): Fertility in the high-producing dairy cow. Livestock Production Science, 86. (1-3), 125-135. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(03\)00145-3](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00145-3)
183. Rajala-Schultz, P. J., Gröhn, Y. T. (1999): Culling of dairy cows. Part III. Effects of diseases, pregnancy status and milk yield on culling in Finnish Ayrshire cows. Preventive Veterinary Medicine. 41. (4): 295–309. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(99\)00047-1](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(99)00047-1).

184. Ramos, J. S., Madureira, K. M., Baldacim, V. A. P., Silva, C. P. C., Dias, M. R. B., Stricagnolo, C. R., Gomes, V. (2020): Physiological and Pathological Alterations in the Mammary Gland of Holstein Cows during Transition Period. *Acta Scientiae Veterinariae*. 48: 1750. <https://doi.org/10.22456/1679-9216.102863>
185. Randall, L. V., Green, M. J., Chagunda, M. G. G., Mason, C., Green, L. E., Huxley, J. N. (2016): Lameness in dairy heifers; Impacts of hoof lesions present around first calving on future lameness, milk yield and culling risk. *Preventive Veterinary Medicine*. 133. (1) :52–63. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2016.09.006>
186. Randall, W. E., Hemken, R. W., Bull, L. S., Douglas, L. W. (1974): Effect of Dietary Sodium and Potassium on Udder Edema in Holstein Heifers. *Journal of Dairy Science*, 57. 472–475. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(74\)84916-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(74)84916-7)
187. Ranjan, R., Zahid, U. N. (2011): Udder Edema (Synonym: Cake). 315-323. In: Sharma, N., Singh, N. K., Bacic, G. (2011): *Production Diseases of Dairy Animals (with special references to post-parturient metabolic disorders)*. Satish Serial Publishing House, Delhi.
188. Reddy, P. R. K., Raju, J., Redy, A. N., Reddy, P. P. R., Hyder, I. (2016): Transition Period and its Successful Management in Dairy Cows. *Indian Journal of Natural Sciences*, 38. 11691–11699.
189. Rees, A., Fischer-Tenhagen, C., Heuwieser, W. (2017): Udder firmness as a possible indicator for clinical mastitis. *Journal of Dairy Science*, 100 (3), 2170-2183. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11940>
190. Reimus, K., Alvåsen, K., Emanuelson, U., Viltrop, A., Mõtus, K. (2020): Herd-level risk factors for cow and calf on-farm mortality in Estonian dairy herds. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 62, 1-15.
191. Riaz, R. (2021): Effect of maternal parity on offspring's milk and reproductive performance, disease incidence of calf period, and longevity in Holstein cows. Master Thesis. T.C. Bursa Uludag University Institute of Health Sciences Department of Animal Science, Bursa, 2021.

192. Ribeiro, E., Gomes, G., Greco, L., Cerri, R., Vieira-Neto, A., Monteiro, P. L. J., Lima, F. S., Bisinotto, R. S., Thatcher, W.W., Santos, J. (2016): Carryover effect of postpartum inflammatory diseases on developmental biology and fertility in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99. (3), 2201-2220. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10337>
193. Rilanto, T., Reimus, K., Orro, T., Emanuelson, U., Viltrop, A., Mötus, K. (2020): Culling reasons and risk factors in Estonian dairy cows. *BMC Veterinary Research*. 16:173
194. Roche, J. F. (2006): The effect of nutritional management of the dairy cow on reproductive efficiency. *Animal Reproduction Science*, 96. (3.): 282-296. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2006.08.007>
195. Roche, J. R., Berry, D. P. (2006): Periparturient climatic, animal, and management factors influencing the incidence of milk fever in grazing systems. *Journal of Dairy Science*, (89.): 2775–2783. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72354-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72354-2)
196. Roche, J. R., Friggens, N. C., Kay, J. K., Fisher, M. W., Stafford, K. J., Berry, D. P. (2009): Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of Dairy Science*, (92.): 5769–5801. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2431>
197. Roche, J. R., Macdonald, K. A., Schütz, K. E., Matthews, L. R., Verkerk, G. A., Meier S., Loor, J. J., Rogers A. R., McGowan J., Morgan S. R., Taukiri S., Webster J. R. (2013): Calving body condition score affects indicators of health in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, (96.): 5811–5825. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-6600>
198. Rostellato, R., Lora, I., Promp, J., Cassandro, M., Ducrocq, V., Cozzi, G. (2022): Factors affecting true and functional productive lifespan in Italian Holstein-Friesian cows. *Italian Journal of Animal Science*, 21. (1), 1268-1276. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2022.2105264>
199. Rostellato, R., Promp, J., Leclerc, H., Mattalia, S., Friggens, N. C., Boichard, D., Ducrocq, V. (2021): Influence of production, reproduction, morphology, and health traits on true and functional longevity in French Holstein cows. *Journal*

- of Dairy Science, 104 (12), 12664-12678. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19974>
200. Rupp, R., Boichard, D. (2003): Genetics of resistance to mastitis in dairy cattle. *Veterinary Research*, 34. (5), 671-688. <https://doi.org/10.1051/vetres:2003020>
201. Ryniewicz, Z. (1980): In: BASSALIK-CHABIELSKA, L.- RYNIWICZ, Z. (ed) (1980): Resistant factors and genetic aspects of mastitis control. Proc. Int. Conf. Jablona-Poland, 285-303.
202. Sadek, R. R., Ibrahim, M. A. M., Fahim, N. H. (2022): Effects of first-lactation milk production and culling reasons on lifetime performance traits of Holstein cows culled from an intensive system in Egypt. *Animal Bioscience*. <https://doi.org/10.5713/ab.21.0403>
203. Sályi, Gy. (1959): Állatorvosi általános kóroktan. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, 365.
204. Sánchez, M. F., López, M. L., Hernandez Solís, M. (2013): El periparto de la vaca: apuntes prácticos. Editorial Servet. 152 p.
205. Sanderson, J., Tuttle, N., Box, R., Reul-Hirche, H. M., Laakso, E. L. (2015): The pitting test: An investigation of an unstandardized assessment of lymphedema. *Lymphology*, 48. (4), 175-183.
206. Santos, J. E. P., Cerri, R. L. A., Ballou, M. A., Higginbotham, G. E., Kirk, J. H. (2004): Effect of timing of first clinical mastitis occurrence on lactational and reproductive performance of Holstein dairy cows. *Animal Reproduction Science*. 80. (1-2): 31–45. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(03\)00133-7](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(03)00133-7)
207. Šaric, M., Colovic-Šaric, Z., Vejin, M. (2022): Influence of mastitis on reproductive parameters in Holstein-Freisian cows. *Agro-Knowledge Journal*, 23. (2), 87-95. <https://doi.org/10.7251/AGREN2202087S>
208. Sathiyabarathi, M., Jeyakumar, S., Manimaran, A., Jayaprakash, G., Pushpadass, H. A., Sivaram, M., Ramesha, K. P., Das, D. N., Mukund, A., Kataktalware, Prakash, M. A., Kumar, R. D. (2016): Infrared thermography: A potential noninvasive tool to monitor udder health status in dairy cows. *Veterinary World*, 9. (10), 1075. doi: 10.14202/vetworld.2016.1075-1081
209. Schmidt, G. H., Schultz, L. H. (1959): Effect of three levels of grain feeding during the dry period on the incidence of ketosis, severity of udder edema, and

- subsequent milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 42 (1), 170-179. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(59\)90541-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(59)90541-7)
210. Schröder, U. J., Staufienbiel, R. (2006): Invited review: methods to determine body fat reserves in the dairy cow with special regard to ultrasonographic measurement of backfat thickness. *Journal of Dairy Science*, 89. (1.): 1-14. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72064-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72064-1)
211. Schuster, J. C., Barkema, H. W., De Vries, A., Kelton, D. F., Orsel, K. (2020): Invited review: Academic and applied approach to evaluating longevity in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 103. (12): 11008–11024. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19043>
212. Seegers, H., Fourichon, C., Beaudeau, F. (2003): Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. *Veterinary Research*. 34. (5): 475–491. <https://doi.org/10.1051/vetres:2003027>.
213. Seelemann, M. (1964): Zur Erfassung der subklinischen Rindermastitis durch die automatisierte Laktose Gehaltsbestimmung von Einzelgemelken. Diss. München.
214. Seykora, A. J., McDaniel, B. T. (1985a): Udder and teat morphology related to mastitis resistance: a review. *Journal of Dairy Science*, 68. 2087-2093. DOI: [10.3168/jds.S0022-0302\(85\)81072-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(85)81072-9)
215. Seykora, A. J., McDaniel, B. T. (1985b): Heritabilities of teat traits and their relationships with milk yield, somatic cell count and percent two-minute milk. *Journal of Dairy Science*, 68. 2670-2683. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(85\)81152-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(85)81152-8)
216. Seykora, A. J., McDaniel, B. T. (1986): Genetic statistics and relationships of teat and udder traits, somatic cell counts, and milk production. *Journal of Dairy Science*, 69. 2395–2407. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(86\)80679-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(86)80679-8)
217. Shabalina, T., Yin, T., König, S. (2020): Influence of common health disorders on the length of productive life and stayability in German Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 103. (1): 583–596. DOI: [10.3168/jds.2019-16985](https://doi.org/10.3168/jds.2019-16985)
218. Shahzad, M. A., Sharif, M., Nisa, M., Sarwar, M., Khalid, M. F., Saddiqi, H. A. (2011): Changing certain dietary cationic and anionic minerals: Impact on blood

- chemistry, milk fever and udder edema in buffaloes during winter. *African Journal of Biotechnology*, 10 (62), 13651-13663. DOI: [10.5897/AJB10.1832](https://doi.org/10.5897/AJB10.1832)
219. Sharma, N., Maiti, S. K., Mukherjee, K. Ghosh, S. C., Roy, S. (2005): Post parturient udder edema in a Sahiwal cow and its treatment. *The Indian Veterinary Journal*, 82. 675-676.
220. Slettbakk T., Jørstad, A., Farver, T. B., Holmes, J. C. (1995): Impact of milking characteristics and morphology of udder and teats on clinical mastitis in first- and second-lactation Norwegian cattle. *Preventive Veterinary Medicine*. 24. (4): 235-244. [https://doi.org/10.1016/0167-5877\(95\)00490-N](https://doi.org/10.1016/0167-5877(95)00490-N)
221. Sobek, Z., Nienartowicz-Zdrojewska, A., Różańska-Zawieja, J., Siatkowski, I. (2015): The evaluation of gestation length range for different breeds of Polish dairy cattle. *Biometrical Letters*, 52. (1), 37-45. DOI: [10.1515/bile-2015-0004](https://doi.org/10.1515/bile-2015-0004)
222. Stanton, A., Modi, S., Mellor, R., Levick, R., Mortimer, P. (2006): Diagnosing breast cancer-related lymphoedema in the arm. *Journal of Lymphoedema*, 1 (1), 12-15.
223. Stauffer, C., Van der Vekens, E., Stoffel, M. H., Schweizer, D., Bruckmaier, R. M. (2021): Increased teat wall thickness in response to machine milking. *Journal of Dairy Science*, 104 (8), 9082-9092. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20294>
224. Strucken, E., Bortfeldt, R., Tetens, J., Thaller, G., Brockmann, G. A. (2012): Genetic effects and correlations between production and fertility traits and their dependency on the lactation-stage in holstein friesians. *BMC Genetics*, 13. (1), <https://doi.org/10.1186/1471-2156-13-108>
225. Sussman, C., Bates-Jensen, B. (2006): *Wound Care: A Collaborative Practice Manual for Health Professionals*. 3rd Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
226. Suthar, V. S., Canelas-Raposo, J., Deniz, A., Heuwieser, W. (2013): Prevalence of subclinical ketosis and relationships with postpartum diseases in European dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96. (5), 2925-2938. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6035>

227. Swett, W. W., Matthews, C. A., Graves, R. R. (1938): Nature of the swelling in the udder of a cow at calving time. *Journal of Dairy Science*, 21 (11), 713-723. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(38\)93026-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(38)93026-7)
228. Systo Ltd. (2014): Riska telepírányítási program. Elérhető: <http://riska.hu/> (A szoftver nem szabadon hozzáférhető, a vizsgált tejtermelő tehenészetek érvényes licenc szerződéssel rendelkeznek.)
229. Széles, Gy. (1996): A tehéntej termelés gazdasági értékelése. 365-380 p. In: Merényi I. - Lengyel Z. (szerk.): *Tejgazdasági kézikönyv*. GAZDA Kistermelői Lap- és Könyvkiadó. Budapest, 380.
230. Tauriainen, S., Sankari, S., Pyörälä, S., Syrjälä-Qvist, L. (2003): Effect of anionic salts on some blood and urine minerals, acid-base balance and udder oedema of dry pregnant cows. *Agricultural and Food Science*, 12.(2), 83–93. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201604069181>
231. Thomas, C. L., Vinson, W. E., Pearson, R. E. (1984): Relationships between Linear Type Scores, Objective Type Measures, and Indicators of Mastitis. *Journal of Dairy Science*, 67: 1281-1292. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(84\)81435-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(84)81435-6)
232. TIBCO Software Inc. (2020): Data Science Workbench, version 14. Available at: <http://tibco.com>. (A szoftver nem szabadon hozzáférhető, a Szegedi Tudományegyetem érvényes licenc szerződéssel rendelkezik.)
233. Tóth, L., Bak, J. (2001): A minőségi tejtermelés technikája. *Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó*, Budapest. 217 p.
234. Tóth, T., Póti, P., Tózsér, J. (2017): Négy tőgybimbó-paraméter ismételt ultrahang mérésének eredményei holstein-fríz fajtában. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia*. 13. (1.): 31-38 pp.
235. 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
236. Traves K P, Studdiford J S, Pickle S, Tully A. S. (2013): Edema: Diagnosis and Management. *American Family Physician*, 88 (2), 102-110.
237. Tsai, C. Y., Hassan, R., Hung, H. C., Weber, T., Price, W. J., Rezamand, P.,

- Huo, Q. (2021): A rapid blood test to monitor the immune status change of dairy cows and to evaluate their disease risk during the periparturient period. *Sensors International*, 2, 100078. <https://doi.org/10.1016/j.sintl.2020.100078>
238. Tucker, W. B., Adams, G. D., Lema, M., Aslam, M., Shin, I. S., Le Ruyet, P., Weeks, D. L. (1992): Nutrition, Feeding, And Calves. Evaluation of a system for rating edema in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 75. (9): 2382-2387. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77999-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77999-5)
239. USDA/HAHMS (2018): Health and Management Practices on U.S. Dairy Operations 2014. USDA, February 2018, Report 3. (*Hozzáférés dátuma: 2023. 11. 02.*).
240. Van Dorp, T. E., Dekkers, J. C., Martin, S. W., Noordhuizen, J. P. (1998): Genetic parameters of health disorders, and relationships with 305-day milk yield and conformation traits of registered Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 81 (8), 2264-2270. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75806-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75806-0)
241. Vargas, B., Koops, W. J., Herrero, M., Van Arendonk, J. A. (2000): Modeling extended lactations of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 83. (6), 1371-1380. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75005-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75005-3)
242. Verma, A. K., Rathore, G., Sharma S. K., Joshi, M. (2024): Haemato-biochemical changes associated with peri-parturient period in dairy cows. *International Journal of Advanced Biochemistry Research*, 8. (1S), 821-824. DOI: [10.33545/26174693.2024.v8.i1Sk.449](https://doi.org/10.33545/26174693.2024.v8.i1Sk.449)
243. Vestweber, J. G., Al-Ani, F. K., Johnson, D. E. (1987): Udder edema in cattle: effect of furosemide, hydrochlorothiazide, acetazolamide, or 50% dextrose on venous blood pressure. *American Journal of Veterinary Research*, 48 (4), 673-675.
244. Vieira-Neto, A., Galvão, K. N., Thatcher, W. W., Santos, J. E. P. (2017): Association among gestation length and health, production, and reproduction in Holstein cows and implications for their offspring. *Journal of Dairy Science*, 100 (4), 3166-3181. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11867>
245. Von Krueger, X., Heuwieser, W. (2010): Effect of flunixin meglumine and carprofen on pregnancy rates in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 93. (11),

- 5140-5146. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3072>
246. Vredenberg, I., Han, R., Mourits, M., Hogeveen, H., Steeneveld, W. (2021): An empirical analysis on the longevity of dairy cows in relation to economic herd performance. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 646672. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.646672>
247. Waage, S., Ødegaard, S. A., Lund, A., Brattgrejd, S., Røthe, T. (2001): Case-control study of risk factors for clinical mastitis in postpartum dairy heifers. *Journal of Dairy Science* 84. (2): 392-399. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74489-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74489-X)
248. Waller, K. R., O'Brien, R. T., McGuirk, S. M. (2007): Ultrasonographic distribution and duration of udder edema in post-partum and over-bagged dairy cows. *The Bovine Practitioner*, 41 (2), 129-133. DOI: <https://doi.org/10.21423/bovine-vol41no2p129-133>
249. Wang, N., Zhou, C., Basang, W., Zhu, Y., Wang, X., Li, C., Chen, L., Zhou, X. (2021): Mechanisms by which mastitis affects reproduction in dairy cow: A review. *Reproduction in Domestic Animals*, 56. (9), 1165-1175. <https://doi.org/10.1111/rda.13953>
250. Warnick, L. D., Janssen, D., Guard, C. L., Gröhn, Y. T. (2001): The effect of lameness on milk production in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 84. (9): 1988–1997. DOI: [10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74642-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74642-5)
251. Weigel, K. A., Palmer, R. W., Caraviello, D. Z. (2003): Investigation of factors affecting voluntary and involuntary culling in expanding dairy herds in Wisconsin using survival analysis. *Journal of Dairy Science* 86. (4): 1482–1486. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73733-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73733-3)
252. WHFF (2005): World Holstein Friesian Federation (2005) International type evaluation of dairy cattle. VP/05.0393/AH/GvO, pp. 1-14. Available at: http://whff.info/documentation/documents/typetraits/type_en_2005-2.pdf (*Hozzáférés dátuma: 2021. 08. 13.*).
253. Wilcox, R. (2014): Kolmogorov-Smirnov Test: Basic. Wiley StatsRef: Statistics Reference Online. <https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat05873>
254. Wildman, E. E., Jones, G. M., Wagner, P. E., Boman, R. L., Troutt Jr., H. F., Lesch, T. N. (1982): A Dairy Cow Body Condition Scoring System and Its

- Relationship to Selected Production Characteristics. *Journal of Dairy Science*, 65 (3), 495-501. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(82\)82223-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(82)82223-6)
255. Woodcock, T., Michel, C. C. (2021): Advances in the Starling principle and microvascular fluid exchange; consequences and implications for fluid therapy. *Frontiers in Veterinary Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.623671>
256. Wright, R., Rusk, F. (2020): What could an increase in dairy cow culling mean for the markets? Agriculture and Horticulture Development Board (AHDB) (2020). <https://ahdb.org.uk/news/what-could-an-increase-in-dairy-cow-culling-mean-for-the-markets> (*Hozzáfértés dátuma: 2024. 05. 28.*).
257. Yanga, D. S., Jaja, I. F. (2021): Culling and mortality of dairy cows: Why it happens and how it can be mitigated. *F1000 Research*, 10. [10.12688/f1000research.55519.2](https://doi.org/10.12688/f1000research.55519.2)
258. Zavadilova, L., Stipkova, M. (2012): Genetic correlations between longevity and conformation traits in the Czech Holstein population. *Czech Journal of Animal Science*. 57. (3): 125-136.
259. Zeliger, Y., Volcani, R. Sklan, D. (1973): Yield and protein composition in cows milked prepartum. *Journal of Dairy Science* 56 (7), 869–872. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(73\)85269-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(73)85269-5)
260. Zigo, F., Elečko, J., Farkašová, Z., Zigová, M., Vasiř, M., Ondrašovičová, S., Kudělková, L. (2019): Preventive methods in reduction of mastitis pathogens in dairy cows. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 9 (1), 121-126. DOI: <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2019.9.1.121-126>
261. 853/2004/EC (2004): Laying down specific hygiene rules for food of animal origin (EU Regulation). Annex III, Section IX, Chapter I /III. 3.(b) p. 66.

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat: A tőgyödéma pontozási rendszerei	31
2. táblázat: A vizsgált telepek néhány paraméterének bemutatása (2020. december).....	44
3. táblázat: A Gauss vegyes modell paraméterei az illesztett görbékre kapott esetben.....	60
4. táblázat: A kikerülési arány százalékos megoszlása laktációnként a vizsgált telepeken (2015-2020)	70
5. táblázat: A különböző gyógyszeres kezelések százalékos előfordulása a laktációs szakasz tekintetében (2015-2020).....	76
6. táblázat: Az alapvető változók leíró statisztikája (n=62 tehén).....	83
7. táblázat: A vizsgálati időszak alatt rögzített változók alapstatisztikai értékei (n=294 megfigyelés)	86
8. táblázat: A vizsgált változók közötti korrelációs együtthatók (r) (a $p < 0,05$ szinten szignifikáns és a 0,25-öt elérő együtthatók félkövérral vannak szedve).	90
9. táblázat: Az elforgatott (varimax normalizált) faktorsúlyok eredményei (a vastag betűvel írt súlyok $> 0,650$)	91
10. táblázat: A tehének tőgyödémájának súlyosságát becsülő rugalmassági faktor logisztikus regressziós modelljének összefoglalása	95
11. táblázat: Havi átlagos vemhesülési arány a hat tejtermelő telepen ...	96
12. táblázat: A vizsgált állományok tejhozam-adatai a vemhesülési arány (20-50%) és a nem vemhesült tehének selejtezési napjának (300 nap-400 nap) függvényében	101
13. táblázat: A vemhesült tehének adatainak alakulása a vemhesülési arány (20-50%) és a nem vemhesült tehének selejtezési napjának (300	

nap-400 nap) függvényében.....	106
<i>14. táblázat: Az anyák nőivarú leszármazottjainak alapvető életkori leíró statisztikái (n=308 500 nőivarú leszármazott)</i>	<i>109</i>
<i>15. táblázat: Az anyák nőivarú leszármazottjainak alapvető életkori leíró statisztikái (n=308 500 tehén) telepenkénti bontásban.....</i>	<i>111</i>
<i>16. táblázat: A nőivarú leszármazottak száma és azok kikerülési okainak gyakorisága közötti korrelációs együtthatók</i>	<i>115</i>

ÁBRÁK JEGYZÉKE

<i>1. ábra:</i> Az elléstől az első termékenyítésig eltelt idő eloszlásának alakulása a sűrűség függvényében, valamint az AIC értékkel illesztett első öt eloszlásfüggvény	57
<i>2. ábra:</i> A valós értékek és a közelítő szimulációs eredmények összehasonlítása	58
<i>3. ábra:</i> A vemhesség hosszára vonatkozó valós adatokra illesztett normális eloszlás: 1. sűrűségfüggvény, 2. Q-Q diagram, 3. eloszlásfüggvény, 4. P-P diagram.	59
<i>4. ábra:</i> A sikertelen termékenyítések közötti időintervallumok valós és multi Gauss-modellre való illesztése	61
<i>5. ábra:</i> A vemhes és a teljes állományra számított valószínűségi sűrűségértékek a termékenyítések számának függvényében	62
<i>6. ábra:</i> A valós és a generált adatok valószínűségi sűrűségeinek összehasonlítása.	64
<i>7. ábra:</i> A vizsgálatban résztvevő tehenészetek termelésből való kikerülési okainak alakulása (2015-2020)	68
<i>8. ábra:</i> A kikerülési arány hőtésképe telepek és kikerülési okok szerint (2015-2020).....	72
<i>9. ábra:</i> A termelésből való kikerülési okok arányának hőtésképe laktációnként a vizsgált telepeken (2015-2020).....	74
<i>10. ábra:</i> A termelésből kikerült tehenek utolsó próbafejésekor mért szomatikus sejtszámának eloszlása a vizsgált telepeken	78
<i>11. ábra:</i> A termelésből kikerült tehenek utolsó próbafejésekor mért szomatikus sejtszámának 10-es alapú logaritmusa a kikerülési okok függvényében	79

<i>12. ábra:</i> A termelésből kikerült tehenek utolsó próbafejésekor mért szomatikus sejtszámának 10-es alapú logaritmusa a kikerülési okok függvényében telepenként	81
<i>13. ábra:</i> Az ödéma pontszámok és az ujjlenyomat fennmaradásának (rugalmasságának) másodperces eloszlása a vizsgálati napok szerint	94
<i>14. ábra:</i> A hat tejtermelő tehenészetre szimulált, becsült laktációs görbe	99
<i>15. ábra:</i> A nőivarú leszármazottak száma és az átlag életkor közötti kapcsolat	112
<i>16. ábra:</i> A nőivarú leszármazottak száma és a lekorábbi kikerülési életkor közötti kapcsolat	113
<i>17. ábra:</i> A nőivarú leszármazottak száma és a legkésőbbi kikerülési életkor közötti kapcsolat	113

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném köszönetemet és hálámat kifejezni témavezetőimnek Dr. habil. Mikó Edit egyetemi docens asszonynak és Dr. Gulyás László egyetemi docens úrnak, akik munkám során folyamatos támogatásukkal, szakmai tudásukkal, javaslataikkal hozzájárultak doktori disszertációm és tudományos munkáim elkészítéséhez.

Köszönettel tartozom opponenseimnek, Dr. Jurkovich Viktor tudományos főmunkatárs úrnak, Dr. Bodnár Ákos egyetemi docens úrnak, és Dr. Polgár J. Péter egyetemi docens úrnak, akik idejüket nem sajnálva szakmai kritikáikkal, javaslataikkal segítették doktori dolgozatom színvonalának emelését.

Szeretném megköszönni Mikó Józsefnek, Szép Zsoltnak és Köteles Dávidnak az adatgyűjtéshez nyújtott segítségüket.

Kösznetemet szeretném kifejezni továbbá Dr. habil. Gáspárdy András egyetemi docens úrnak, aki munkám során szakmai tanácsokkal látott el.

Külön köszönet jár a mikroszimuláció elkészítésében való segítségért a Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar, Informatikai Intézet, Számítógépes Optimalizálás Tanszék munkatársainak, Prof. Dr. Csendes Tibor egyetemi tanárnak, Dr. Bánhelyi Balázs egyetemi docensnek és Heinc Emília PhD hallgatónak.

Hálásan köszönöm Czakó Tibor egykori telepvezető úrnak, és Gyürki Anita telepvezető asszonynak, hogy számomra vizsgálati helyszínt biztosítottak a tőgyödéma vizsgálatával kapcsolatban az általuk vezetett

szarvasmarha telepen. Köszönöm, amiért kéréseimet mindig magas fokú bizalommal és rugalmassággal kezelték.

Szeretnék köszönetet mondani az összes többi szarvasmarha telep vezetőjének, amiért adatokat és vizsgálati helyszínt biztosítottak számomra, doktori disszertációm sikeressége érdekében.

Köszönöm a munkatársaimnak, barátaimnak és PhD-s csoporttársamnak, a buzdítást és a sok szakmai tanácsot.

Végül, de nem utolsó sorban szeretném megköszönni a családom támogatását és megértését a doktori tanulmányaim alatti időszakban.

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 Tudomány 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.

Konferenciaelőadások

- Tóth V.** (2023): A termelésből való kikerülést befolyásoló tényezők vizsgálata nagyüzemi tejtermelő tehenészetekben. *A Magyar Tudomány Ünnepe: Válaszok a globális kihívásokra a mezőgazdaságban*. Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Hódmezővásárhely, 2023. november 24.
- Tóth V.;** Gráff M.; Köteles D.; Gulyás L.; Mikó E. (2022): A tőgyödéma jelenlétének és hatásának vizsgálata holstein-fríz szarvasmarhák esetében. *„A jövő tudósai a vidék jövője” doktoranduszok konferenciája*. Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen,

2022. november 25.

- Tóth V.;** Gráff M.; Mikó E.; Gulyás L. (2022): A tőgyödéma vizsgálata egy Csongrád – Csanád megyei tehenészetben. *XXVIII. Ifjúsági Tudományos Fórum*. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Georgikon Campus Keszthely, 2022. május 19.
- Tóth, V.;** Gráff, M.; Mikó, E.; Gulyás, L. (2022): Investigation of udder edema in a large-scale dairy farm in Hungary. *19th Wellmann International Scientific Conference*, University of Szeged, Faculty of Agriculture, Hódmezővásárhely, 28th April 2022.
- Tóth, V.;** Gráff, M.; Süli, Á.; Mikó, E.; Gulyás, L. (2021): Investigation of factors influencing quit from production in Holstein-friesian dairy farms. „*AGRICULTURE WITHOUT BORDERS*” *18th Wellmann International Scientific Conference*. University of Szeged, Faculty of Agriculture, Hódmezővásárhely, 13th May 2021.
- Tóth, V.;** Mikó, E.; Atasever, S., Nagypál, V. (2020): Correlation between somatic cell count and drinking water consumption of a Hungarian dairy farm. *IV. International Congress on Domestic Animal Breeding, Genetics and Husbandry - 2020 (ICABGEH-20)*, Izmir, TURKEY (Online) - August 12 - 14, 2020.
- Tóth V.,** Gulyás L.; Mikó E. (2019): A tőgygyulladásal kapcsolatos selejtezések vizsgálata egy Dél-alföldi tejelő tehenészetben. *VII. Gödöllői Állattenyésztési Tudományos Nap*. Szent István Egyetem, Gödöllő, 2019. november 22.
- Tóth, V.,** Nagypál, V.; Süli, Á.; Mikó E. (2019): Investigation of culling practices in a dairy farm. „*AGRICULTURE WITHOUT BORDERS*” *17th Wellmann International Scientific Conference*. University of Szeged, Faculty of Agriculture, Hódmezővásárhely, 8th May 2019.

Absztraktok

- Tóth V.;** Gulyás L.; Gráff M.; Köteles D.; Mikó E. (2023): A főbb selejtezési okok vizsgálata nagyüzemi tejtermelő tehenészetekben. *39. Óvári Tudományos Nap Konferencia, Absztrakt kötet.* 60. o. (ISBN 978-615-6443-24-3).
- Tóth, V.;** Gráff, M.; Mikó, E.; Gulyás, L. (2022): Investigation of udder edema in a large-scale dairy farm in Hungary. *19th Wellmann International Scientific Conference, Book of Abstracts.* 92. p. (ISBN 2978-963-306-860-1).
- Tóth, V.;** Gráff, M.; Süli, Á.; Mikó, E.; Gulyás, L. (2021): Investigation of factors influencing quit from production in Holstein-friesian dairy farms. *18th Wellmann International Scientific Conference, Book of Abstracts.* 77. p. (ISBN : 978-963-306-790-1).
- Tóth V.;** Mikó E.; Gulyás L. (2020): Fő selejtezési okok vizsgálata egy magyarországi tejtermelő tehenészetben. *XVII. Nemzetközi Tudományos Napok, Online Konferencia. Abstract Book.* 234. o. (ISBN 978-963-496-156-7 - online).
- Tóth, V.;** Mikó, E.; Atasever, S., Nagypál, V. (2020): Correlation between somatic cell count and drinking water consumption of a Hungarian dairy farm. *IV. International Congress on Domestic Animal Breeding, Genetics and Husbandry - 2020 (ICABGEH-20). Proceedings of the ICABGEH-20,* 117. p. (ISBN: 978- 605- 06447-0-8).
- Tóth, V.,** Nagypál, V.; Süli, Á.; Mikó E. (2019): Investigation of culling practices in a dairy farm. *17th Wellmann International Scientific*

Conference : Book of Abstracts : Agriculture Without Borders. p. 78.
(ISBN 978-963-306-653-9).

Tóth V., Gulyás L.; Mikó E. (2019): A tőgygyulladásal kapcsolatos selejtezések vizsgálata egy Dél-alföldi tejelő tehenészetben. VII. *Gödöllői Állattenyésztési Tudományos Nap: Előadások és poszterek összefoglaló kötete.* p. 32.

Magyar nyelvű ismeretterjesztő közlemény

Tóth V. (2023): A hasznos élettartam és a termelésből való legfőbb kikerülési okok vizsgálata hazai tejtermelő tehenészetekben. *Agrárágazat.* 24. (3) pp 116-118. <https://agraragazat.hu/hir/agrar-teheneszet-tejelo-tej-togy-mezogazdasag/>

A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉN KÍVÜL MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

- Mikó, E., Donyina, G. A., Baccouri, W., Tóth, V., Flórián, K., Gyalai, I. M., Yüksel, G., Köteles, D., Srivastava, V., Wanjala, G. (2025): One health agriculture: Heat stress mitigation dilemma in agriculture. *One Health*, 100966. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2025.100966>
- Ben Farhat, L., Hoarau, A., **Tóth, V.**, Suli, A., Labas, K. S., Abidi, F., Mikó, E. (2023): Genotypic Effects of b-casein in Milk Composition in Jersey Cows. *Black Sea Journal of Agriculture*, 6 (6), 649-654. <https://doi.org/10.47115/bsagriculture.1297156>
- Mikó E.; Gráff M.; **Tóth V.**; Gémes-Matusek K.; Králik E. V.; Benk Á.; Köteles D.; Süli Á. (2023): A szélsőséges időjárási viszonyok hatásának csökkentése az állattenyésztésben. Irodalmi áttekintés. In: *Hampel Gy. – Kis K. – Mikó E. – Monostori T. (szerk.): Mezőgazdasági és vidékfejlesztési kutatások a jövő szolgálatában 4.* MTA SZAB Mezőgazdasági Szakbizottság, Szeged. 141-158. (ISBN 978-615-01-9060-0).
- Köteles, D.; **Tóth, V.**; Baccouri, W.; Gáspár, R.; Mikó, E. (2023): Alternative options for measuring the body temperature of pigs in order to relieve stress and reduce environmental impact. *Lucrari Stiintifice Zootehnie Si Biotehnologii / Scientific Papers Animal Science And Biotechnologies* 56 (1). 183-187. https://spasb.ro/index.php/public_html/article/view/34/31
- Gráff, M.; **Tóth, V.**; Mikó, E. (2023): The effect of the BCS and the age of hungarian merino ewes during pregnancy on reproduction. *Lucrari Stiintifice Zootehnie Si Biotehnologii / Scientific Papers*

- Animal Science And Biotechnologies* 56 (1). 23-28.
- Gráff M.; **Tóth V.**; Mikó E. (2023): Az életkornak és a vemhesség alatti kondíciónak a hatása a Magyar merinó anyajuhok szaporaságára. *In: Szenci Ottó; Brydl Endre (szerk.) A Magyar Buiatrikus Társaság 31. Nemzetközi Tudományos Kongresszusa. Proceedings: A szarvasmarha-, juh- és kecske egészségügy hatása a termelés gazdaságosságára.* pp 142-151. (ISBN: 978-615-81-4133-8).
- Süli Á.; Gémes-Matusek K.; **Tóth V.**; Mikó E. (2022): Repcealapú bendővédett zsírkiegészítés hatása holstein-fríz tehének tejszír zsírsav-összetételére. *In: Halas, V. Tóthi R. (eds.) 20th International Symposium on Animal Nutrition. Proceedings. Gödöllő: MATE Press* (ISBN: 978-963-623-031-9) pp. 106–110.
<https://doi.org/10.54597/mate.0053>.
- Süli Á.; Gémes-Matusek K.; **Tóth V.**; Mikó E. (2022): A tejszír zsírsav-összetételének megváltoztatása takarmányozási módszerekkel. *Értékálló Aranykorona.* 22 (8) pp 32-33.
- Gráff M.; Juhász G.; **Tóth V.**; Mikó E. (2022): A magyar merinó anyajuhok vemhesség alatti kondíciójának és életkorának hatása a szaporaságára. *In: Hampel György; Kis Krisztián; Monostori Tamás (szerk.) Mezőgazdasági és vidékfejlesztési kutatások a jövő szolgálatában 3.: Tudomány: út a világ megismeréséhez.* Magyar Tudományos Akadémia Szegedi Akadémiai Bizottság Mezőgazdasági Szakbizottság, pp 77-87.
- Gráff M.; **Tóth V.**; Mikó E. (2022): Az automata és a hagyományos fejési rendszerek összehasonlítása a tejmenyiség, szomatikus sejtszám és a tejösszetétel szempontjából. *Holstein Magazin* 30 (1). pp 26-28.
- Gráff M.; **Tóth V.**; Mikó E. (2021): Fejési rendszerek összehasonlítása a

- tejmennyiség, szomatikus sejtszám és a tejösszetétel szempontjából. *In: Hampel György; Kis Krisztián; Monostori Tamás (szerk.) Mezőgazdasági és vidékfejlesztési kutatások a jövő szolgálatában 2.: Tudomány: iránytű az élhető jövőhöz.* Magyar Tudományos Akadémia Szegedi Akadémiai Bizottság Mezőgazdasági Szakbizottság, pp 41-50.
- Atasever, S., **Tóth, V.**, Mikó, E. (2020): Factors Affecting Mastitis Cases and the Correlations of Somatic Cell Count with Milk Production in Holstein Cows. *Turkish Journal of Agriculture Food Science and Technology* 8: 1 pp. 171-173., 3 p. DOI: 10.24925/turjaf.v8i1.171-173.2937
- Gráff M.; **Tóth V.**; Mikó E. (2020): Antibiotikum kiváltásának vizsgálata a tőgygyulladás kezelésében teheneknél. *In: Kis Krisztián; Komarek Levente; Monostori Tamás (szerk.). Mezőgazdasági és vidékfejlesztési kutatások a jövő szolgálatában.* Magyar Tudományos Akadémia Szegedi Akadémiai Bizottság Mezőgazdasági Szakbizottság, pp 183-190.