

**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 TEHENÉSZETEKBE**

**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 Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar  
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 szigorlaton.....%-ot ért el,**

**Mosonmagyaróvár, .....**

.....  
**a Szigorlati 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 .	20
2.4. Az ödéma általános leírása .....	24
2.5. Az ellés előtti ödémás állapot .....	25
2.6. A tőgyödéma .....	27
2.7. A tőgyödéma értékelési módjainak bemutatása.....	31
2.8. A tőgy morfológiájának és egészségi állapotának jelentősége a hasznos élettartam függvényében .....	33
2.9. A tőgyödéma megelőzési és kezelési lehetőségei.....	34
2.10. A kondíció jelentősége .....	36
2.11. A tehéncsaládok hatása az utódok teljesítményére és hasznos élettartamára .....	37
3. ANYAG ÉS MÓDSZER .....	40
3.1. A vizsgálatban résztvevő telepek általános jellemzése .....	40
3.2. Az adatgyűjtés módszerei .....	42
3.2.1. A termelési és kikerülési adatok gyűjtése, elemzése.....	42
3.2.2. A tőgyödéma pontozása, a tőgy morfológiai tulajdonságainak vizsgálata .....	43
3.2.3. A mikroszimuláció kialakításának módszere .....	48

4.	EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK.....	61
4.1.	A tejtermelésből való kikerülési okok részletes vizsgálata .....	61
4.2.	A tőgyödéma vizsgálati eredményei .....	71
4.3.	A mikroszimuláció eredményei .....	82
4.3.1.	A modell paraméterei .....	82
4.3.2.	A laktációs görbe szimulációja .....	85
4.3.3.	A tejhozam alakulása.....	86
4.3.4.	Az összes szimulált egyed paramétereinek vizsgálata .....	88
4.3.5.	Csak a vemhes tehenek figyelembevétele a szimuláció során	92
4.4.	A tehéncsaládok összehasonlító elemzésének eredménye .....	94
5.	KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK .....	102
5.1.	A tejtermelésből való kikerüléssel kapcsolatos következtetések és javaslatok.....	102
5.2.	A tőgyödéma vizsgálatával kapcsolatos következtetések és javaslatok.....	105
5.3.	A mikroszimulációval kapcsolatos következtetések és javaslatok 106	
5.4.	A tehéncsaládok összehasonlító vizsgálatával kapcsolatos következtetések és javaslatok.....	107
6.	ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	110
7.	ÖSSZEFOGLALÁS .....	114
8.	SUMMARY .....	116

9. IRODALOMJEGYZÉK .....	118
TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE .....	144
ÁBRÁK JEGYZÉKE .....	146
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS .....	148
A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK 149	
A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉN KÍVÜL MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK.....	154

# **A 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 leányutódok 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 üszőbeállításal 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 végeztük.

## **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 sorszám, 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 egyedet 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 145 024 tonna volt, átlagosan 3,9%-os zsír és 3,4%-os fehérjetartalommal. A tehéntej literenkénti felvásárlási ára 114 forint, az egy főre jutó éves tejfogyasztás vaj nélkül pedig 170,5 liter volt (KSH, 2021). A hazai holstein-fríz tehénállomány laktációs tejtermelése 10 767 kg volt 3,66% zsír és 3,33% fehérjetartalommal. Az átlagos tejlő napok száma pedig 297 nap volt (Holstein-Fríz Tenyésztők Egyesülete, 2021).

## **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 tejlő 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 korokban selejtezik ki a termelésből, az jelentős befolyással van az állomány termelésének gazdaságosságára. De Vries és Marconades (2020) vizsgálata alapján az USA-ban a tejtermelő tehenek 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. Mikor a tejtermelő tehén életében egészségügyi probléma merül fel, abban az esetben nem biztos, hogy képes elérni a genetikailag lehetséges maximum tejhozamát, ez pedig bevételkieséshez

vezethet. A tejtermelő tehenészetek jövedelmezőségének növelésében kulcsfontosságú tényező a termelési veszteségek csökkentése, ezért az egyik cél az, hogy a nagy tejtermelő képességű teheneket a lehető legtovább termelésben tartsuk (Lakner, 1997). 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. 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 tej veszteség költségét. A tehenek laktációjának

korai szakaszában (kb. a laktáció 60. napján belül) történő kikerülése nagy gazdasági veszteséghez vezet (Lunak, 2020). Az Egyesült Királyságban és Dániában tanulmányok kimutatták, hogy a tejtermelők jövedelemkiesésének nagy része a tejelő tehenek korai selejtezéséhez kapcsolódik (Orpin és Esslemont, 2010; Wright és Rusk, 2020). A legtöbb selejtezés olyan okok miatt történik, mint a masztitisz, endometritis, ketózis vagy sántaság, és ezek a selejtezési döntések túlnyomórészt akkor történnek, mielőtt a tehenek elérnék a maximális termelési képességét (Beaudeau és mtsai., 2000). 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 kiselejtezik (Bach, 2011; Brickell és Wathes, 2011), ami hatalmas anyagi veszteséget jelent a tejtermelő tehenészetek számára.

Az 1. táblázat szemlélteti az állomány átlagos éves tejhozamát a termelőképesség százalékában, a selejtezés és a kor szerinti összetétel függvényében. Az adatokból látható, hogy a nagymértékű korai selejtezés jövedelem csökkenést okoz, mivel nagyobb lesz a tejhozam csökkenés.

*1. táblázat:* Az állomány átlagos éves tejhozama a genetikai termelőképesség százalékában, a selejtezés mértékétől és az állomány kor szerinti összetételétől függően

A tehénállomány összetétele a laktációk szerint	Éves tejhozam a genetikai termelőképesség százalékában	A tehénállomány százalékos összetétele a laktációk száma szerint különböző selejtezési százalékok esetében				
		10	15	20	30	40
1. lakt.-ban	70	10	15	20	30	40
2. lakt.-ban	80	10	15	20	30	40
3. lakt.-ban	90	10	15	20	30	20
4. és >4. lakt.-ban	100	70	55	40	10	-
Az állomány átlagos tejtermelése a genetikai termelőképesség százalékában	-	94	91	88	82	78

*Forrás: Széles (1996)*

A tejtermelő tehenészetekben gyakori probléma, hogy a genetikailag nagy tejtermelő képességű egyedek adottságait nem tudják kellőképpen kihasználni. 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.

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” kiselejteződnek 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 csülökbetegség miatti kiesés. A selejtezési döntések többsége gazdasági megfontolásokon alapul, ezt nevezzük irányított 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). A stratégiai okokból kiselejtett tehenek 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 tejelő tehenek selejtezése a termelési ciklus korai szakaszában (azaz a tehen biológiai öregsége előtt) mind gazdasági (Magda, 2003; Vredenberg és mtsai., 2021; Gambonini és mtsai., 2022), mind környezetvédelmi (Axelsson, 2013) szempontból fenntarthatatlan gyakorlatnak számít. Természetesen a selejtezési döntéseket gazdasági szempontok is nagymértékben befolyásolják. 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; 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 tehen állomány selejtezéseinek 22,9%-át a szaporodásbiológiai rendellenességek, 15%-át pedig a masztitisz és egyéb tőgyproblémák okozták (Fetrow 1987). 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. Tóth és mtsai. (2019) arra a következtetésre jutottak kutatásukban, hogy az általuk vizsgált állomány 30%-át tőgygyulladás és tőgyproblémák, 22%-át pedig szaporodásbiológiai zavarok miatt selejtezték. Beaudeau (1995) megállapítása szerint a selejtezések legalább felét valamilyen egészségügyi kérdés indokolta. 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 tehen jólét 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 tehen utánpótlási lehetőséget is. Ez is azt mutatja, hogy a helyes állategészségügyi menedzsment kialakítása 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 állatjóléti 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. A gyulladás különböző formákban nyilvánulhat meg (Horváth, 1983; Harmon, 1994). 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). Néma

fertőzöttségről akkor beszélhetünk, ha a tejben mikrobák mutathatóak ki, viszont a szomatikus sejtszáma és kémiai összetétele még az élettani határokon belül mozog. 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, de az első fejéskor kinyert 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, 2020). A legkomolyabb esetekben a gyulladt tőgynegyed tejtermelése akár teljesen megszűnhet (Kovács, 2017).

A tőgygyulladás kialakulásában többnyire a tőgynegyedbe bejutó különböző baktériumok játszanak szerepet (például *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis*, *Escherichia*

*coli*, *Klebsiella* fajok, *Corynebacterium bovis*), de előfordulhatnak gombás (*Cryptococcus neoformans*, *Aspergillus fumigatus*), mikoplazmás (*Mycoplasma bovis*, *Mycoplasma californicum*) vagy algás (*Prototheca zopfii*) fertőzések is (Jánosi és mtsai., 2012; Yanga és Jaja, 2021). Ezek a fertőző ágensek gyakran a fertőzött tőgynegyedekben élnek, egyik tehenről a másikra terjedhetnek, vagy közvetlenül a környezetből kerülhetnek a tőgybimbóra (Tóth és Bak, 2001). A kórokozók jelenléte önmagában nem feltétlenül vezet masztitisz kialakulásához; további predisponáló faktorok is szükségesek, mint például a kedvezőtlen környezeti feltételek, a nem megfelelő takarmányozás és fejési technikák, valamint az állat alacsonyabb ellenállóképessége vagy rossz testi adottságai. Ezen túlmenően, a masztitisz kialakulásában szerepet játszhatnak az egyedi, veleszületett anatómiai hibák is, mint például a tőgybimbó vagy a bimbócsatorna rendellenességei (Hofmann, 2013). A tehenek hajlamosabbak lehetnek a tőgygyulladásra a szárazon állás kezdeti időszakában, mivel a tőgy immunvédelme a laktációs ciklus során változó intenzitással működik. Gröhn és mtsai. (1998) által végzett kutatások azt mutatják, hogy a laktáció kezdeti szakaszában a masztitisz gyakrabban alakul ki. Általánosan elmondható, hogy a tejtermelés növekedésével párhuzamosan a tőgygyulladás kockázata is emelkedik. Ezért a magasabb tejhozamot produkáló teheneknél a masztitisz előfordulása gyakoribb, mint alacsonyabb tejtermelésű társaiknál. Ki kell emelni, hogy bizonyos tehéncsaládok esetében hosszadalmas tenyésztési folyamat során elérhető a masztitisz elleni rezisztencia (Várnagy, 2009).

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 tehenek 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 csökkenti 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, térszaserű tapintásúak, 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 jólétét. Az ödéma különféle formái közé tartozik a pangásos, gyulladásos, 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).

## **2.5. Az ellés előtti ödémás állapot**

Az állatoknál, különösen a tejelő teheneknél az ellés előtti ödéma olyan állapot, amelyre már a hatvanas években is figyelmet fordítottak az állatorvosi szakirodalomban. Az ellés előtti időszak, döntő fontosságú az állat egészsége és jóléte szempontjából, és hatással lehet az ellés utáni teljesítményre is. A tanulmányok az ellés előtti ödémával kapcsolatos különféle tényezőket tártak fel, beleértve a takarmány összetételét, az anyagcsere állapotát és a kezelési gyakorlatokat. 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 tőgye 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 hátulso 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).

## 2.6. A tőgyödéma

Az ödéma 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 kitenyésztett 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 szintén azt találták, hogy az ősszel és télen ellett teheneknek súlyosabb ödémájuk volt, mint a tavasszal vagy nyáron ellett

teheneknek. 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 tőgy ödéma súlyosabbnak és gyakoribbnak bizonyult az üszöknél, 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. 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 tőgy ödémásak 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 tehének 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 tőgy ödéma elősegítheti a klinikai masztitisz kialakulását. Hasonlóan, Gröhn és mtsai. (1990), valamint Ivemeyer és mtsai. (2011) 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; a tőgy és annak környéke tézta szerűen duzzad meg. 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*) gyulladáisos 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 idült 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 tésztaszzerűen 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.

## **2.7. A tőgyödéma értékelési módjainak bemutatása**

A tőgyödéma jelenlétét és súlyosságát a tejelő szarvasmarháknál széles körben alkalmazott vizsgálati módszerrel határozzák meg. Ennek során az ödéma mértékét szubjektív módon, egy különböző léptékű skálán pontozzák. Dentine és McDaniel (1983) összegyűjtötték a szakirodalmi forrásokat a korábban leginkább alkalmazott, 1-től 5-ig terjedő skáláról. Tucker és mtsai. (1992) egy új, 10 pontos skálát vezettek be, amely a hasi duzzanatot is figyelembe veszi, és ezt alkalmazták a tőgyödéma értékelésére. Később Morrison és mtsai. (2018) egy pontosabb rendszert dolgoztak ki, amelyben a tehenek 0-tól 3-ig terjedő pontszámot kaptak. A humán gyógyászatban és a kisállat-állatorvosi gyakorlatban (Froner Argenta és mtsai., 2022) az ödéma egyéb formáinak súlyosságát az ujjal benyomósos 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 *lymphaticus* és vénás eredetű ödéma azonosítására és jellemzésére széles körben használják a Pitting tesztet (Sanderson és mtsai., 2015). Az ödéma fizikai vizsgálatokor 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). Az időtartamot tekintve a tapasztalatok 5 és 60 másodperc között mozognak (Stanton és mtsai., 2006; Sussman és Bates-Jensen, 2006; Muldoon, 2011). Avais és mtsai. (2020) tejelő kecskék tőgy ödémáját 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), de az ödéma mértékének meghatározására szarvasmarhánál soha nem alkalmazták széles körben e módszert.

## **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 tehének tőgygyulladás iránti hajlamát (Tóth és Bak, 2001).

## **2.9. 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 számos módszer áll rendelkezésre, többek között az üszők számára kifejlesztett különleges takarmány receptúra, ami figyelembe veszi az anionos sók bevitelét a vemhesség végső szakaszában (Al-Ani és Vestweber, 1986). A mérsékelt tejtermelésre végzett szelekció a tőgyödéma fenotípusos megnyilvánulásának csökkentése érdekében (Al-Ani, 1984), valamint az oxidatív stressz mérséklése céljából az E-vitamin, C-vitamin, karotinoidok és flavonoidok megfelelő mennyiségű bevitelének biztosítása 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. 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 tőgy ödéma 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; Zeligler 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 túlzott kondícióvesztésen mentek keresztül és béta-hidroxi-vajsav (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 Vliegher és mtsai., 2012). A tőgyödéma nem csak a masztitisz egyik rizikófaktora, hanem összefüggésbe hozható például az ellés okozta stressz és a *Bovine Herpes Mammillitis* (BHM) vírus megjelenésével is (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).

## **2.10.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 képességet 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 Staufenbiel (2006) kutatásaik alapján megállapították,

hogy a szárazon állási időszak alatt túlsúlyos, azaz elhízott állapotban lévő teheneknél nagyobb valószínűséggel jelentkeznek fertőzőes megbetegedések, anyagcsere-zavarok és szaporodásbiológiai problémák.

## **2.11.A tehéncsaládok hatása az utódok teljesítményére és hasznos élettartamára**

Egy tanulmány rámutatott arra, hogy az anyák életkora volt az egyetlen legfontosabb tényező, amely befolyásolta a leányok életteljesítményét. A nagy tejhozamú tehenek a legfiatalabb anyáktól születtek ( $1,89 \pm 1,14$  ellés,  $3,12 \pm 1,42$  éves), míg az alacsony tejhozamú tehenek 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 az utódok életteljesítményének (Astiz és mtsai., 2014). Berry és mtsai. (2008) vizsgálatukban azt az eredményt kapták, hogy a tehenek vemhesülés előtti és a vemhesség alatti nagymértékű tejtermelése összefüggött az utódok túlélésével és a tejtermelés csökkenésével, valamint az utódok nagyobb szomatikus sejtszámával. 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. A korán ellett tehenek lányai azonban a fogamzás során rosszabbul teljesítettek, mivel átlagosan 7%-kal több termékenyítésre volt szükségük, és 7,5%-kal magasabb volt a

visszaivarzási arányuk. 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, 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 utódok várhatóan jobban kiegyensúlyozott termelési, kondíció és szaporodásbiológiai profillal rendelkeznek majd (Banos és mtsai., 2007). Olechnowicz és mtsai. (2016) szerint a tehenek első elléskori életkora kisebb hatással van a tehenek hasznos élettartamára; azonban az első elléskori ajánlott életkor 24 hónap vagy annál korábban legyen. González-Recio és mtsai. (2012) megállapították, hogy azoktól a tehenektől született borjak, amelyek vemhességük alatt laktáltak, 52 kg-mal kevesebb tejet termeltek, 16 nappal rövidebb ideig éltek, mint azok a leányok, amelyek magzati életének kezdete az anyai laktáció hiányában alakult ki. Az anyai tőgygyulladásos időszakok során kifejlődött embriók születésük után az átlagosnál rövidebb produktív élettartamot mutattak ( $-11$  nap;  $MCSE^1=8$ ;  $HPD95^2$   $-22$  és  $2$  között változott), a tejhozam szintjének enyhe ( $-18$  kg;  $MCSE = 17$ ), de a nullától nem szignifikánsan eltérő csökkenésével ( $HPD95$   $-43$  és  $7$  között).

Vieira-Neto és mtsai. (2017) kutatásuk során a tehenek ellésének sorszáma és a vemhességi idejük tekintetében vizsgálták a leány utódokat. A vizsgált populáción belül rövid vemhességi időnek számították a 256-269 nap közötti vemhességet. Átlagos volt a vemhességi idő 270-282 nap között,

---

<sup>1</sup> Monte Carlo standard hiba

<sup>2</sup> Legnagyobb valószínűségi sűrűségű intervallum (Highest Probability Density)

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 utódok hosszú élettartama között. 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. Riaz (2021) eredményei alapján megállapítható, hogy az anyai ellés szám befolyásolja a borjak betegségeit és hosszú élettartamát.

### **3. ANYAG ÉS MÓDSZER**

A selejtezéssel kapcsolatos vizsgálatokat tizenkét hazai nagyüzemi tejtermelő tehenészetben végeztük. A vizsgált telepek esetében a holstein-fríz fejőstehenek állomány létszáma 400 és 1500 között változott. A tőgyödéma vizsgálatát egy Csongrád-Csanád vármegyei tehenészetben végeztük. A mikroszimuláció felállítása hat tehenészeti telep adatbázisa alapján készült. A tehéncsaládok összehasonlító elemzését mind a tizenkét telep adatai alapján végeztük el. A telepi eredmények bemutatása minden esetben anonim módon, betűjelekkel ellátva kerül ismertetésre.

#### **3.1. 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 fejt 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 fejtést alkalmaztak. A telepek mindegyikén fejőházi fejtést 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 fejés előtt. A fejés 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 tehének 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 és állományok néhány paraméterének bemutatása (2020. év)

Telep	Átlag létszám	Istállóátlag (kg)	Teljesített átlag laktációs szám	KEKI (nap)
A telep	642	28,67	2,0	409
B telep	641	32,24	2,2	401
C telep	952	25,67	2,3	463
D telep	443	25,76	2,3	451
E telep	789	29,49	1,9	414
F telep	947	31,99	1,9	403
G telep	649	33,59	1,9	427
H telep	559	38,23	2,0	403
I telep	1551	31,21	2,1	414
J telep	1045	33,88	2,0	414
K telep	589	38,35	1,9	424
L telep	1324	34,85	2,0	425

*Forrás: Saját szerkesztés (2020 évi adatok alapján)*

## 3.2. Az adatgyűjtés módszerei

### 3.2.1. A termelési és kikerülési adatok gyűjtése, elemzése

A legfontosabb tenyésztési és termelési adatok összegyűjtésében a RISKA telepírányítási rendszer volt segítségünkre. Az adatelemzések és kimutatások elvégzéséhez szükséges megfelelően szűrt adatbázist a Microsoft Excel 2019 program segítségével hoztuk létre. A legtöbb esetben az IBM SPSS Statistic 26 programmal történt az eredmények statisztikai feldolgozása. Az eredmények szemléltetését és szöveges értékelését a Microsoft Word 2019 programmal végeztük. A táblázatok, ábrák (grafikonok, hő térképek) elkészítésében segítségünkre 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.

### **3.2.2. A tőgyödéma pontozása, a tőgy morfológiai tulajdonságainak vizsgálata**

#### **A vizsgált állatállomány**

A tőgyödéma jelenlétét és súlyosságát egy Csongrád-Csanád vármegyei nagyüzemi tejtermelő gazdaságban vizsgáltuk. A gazdaságban a laktáló tehenek száma 615 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 szalma almozású pihenőbokszos istállókban voltak elhelyezve. A szárazon álló és az ellés előtt álló teheneket mélyalmos rendszerű istállóban tartották.

#### **Adatgyűjtés**

Összesen 62 tőgyödémás tehenet válogattunk ki a várható ellés előtt két héttel lévő tehenek csoportjából. A tőgyödéma jelenlétét és súlyosságát a tőgy fizikai vizsgálatával határoztuk meg, a Morrison és mtsai. (2018) által kidolgozott négyponos skála segítségével. Az ödéma súlyosságát 0-tól 3-ig pontoztuk, ahol a 0 pont azt jelentette, hogy nem volt ödéma, az 1 pont az enyhe ödémát, a 2 pont a közepes súlyosságú ödémát és a 3 pont a súlyos ödémát jelölte. A tőgyödéma súlyosságának változását minden egyes kiválasztott egyed esetében hetente követtük nyomon az ellést követő 8. hétig.

A kohorsz-összehasonlításhoz több változót is figyelembe vettünk az ödéma kimeneti változójaként. Ezek a következők voltak: az ujjlenyomat megmaradása, 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 állatorvosi kezelések. Az ellés előtt lévő tehenek esetében csak a tőgyödéma súlyosságát, az ujjlenyomat állandóságát, a kondíciót és a tőgy függesztő szalag erősségét jegyeztük fel, hogy elkerüljük az előrehaladottan vemhes állatok nyugalmának megzavarását. Az elléshez közel álló teheneket csoportosan, szabad istállóban tartják ezen a telepen. A tőgybimbó hossz és az átmérő méréséhez a tehenet ki kell fogni a csoportból, és egy nyakfogóba vagy kezelő kalodába kell hajtani, hogy egyhelyben tudjuk tartani a minél pontosabb méretfelvétel miatt. A gazdaság protokollja szigorúan tiltja az előrehaladottan vemhes állatok zavarását vagy hajtását. A frissen ellett teheneket az ellett istállóban fejték a kolosztrum termelésének időszakában (egyedtől függően 5-7 nap) egy sajtáros fejőgép segítségével. Ezen a héten a tehenet naponta csak kétszer fejik meg. A kolosztrumos időszak után a teheneket áthelyezik az involúciós időszakban lévő tehéncsoportba. Az ebbe a csoportba tartozó teheneket naponta háromszor fejik meg a fejőházban. Az involúciós időszak végén (általában 60 nap) a tehenek átkerülnek a nagy termelésű tehenek csoportjába.

Az ujjlenyomat tartóssága a bőr feszességének mértékét jelenti. A meghatározása során a mutatóujjat az ödémás területbe kell nyomni, és stopper órával mérni, hogy mennyi idő alatt tér vissza a tőgy bőr az eredeti állapotába. Ezt az időt másodpercekben fejeztük ki. A tehen mindkét

hátsó 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 átlagoltuk. Az ujjlenyomat vizsgálatot mindig személy szerint magam végeztem bal kézzel. A vizsgálat során alkalmazott nyomás erősségét konyhai mérleg segítségével határoztuk meg, amely átlagosan 25 N volt, és esetemben 5 N/cm<sup>2</sup> nyomásnak felelt meg. Az ujjlenyomativizsgálatot minden esetben a mérésre legalkalmasabb helyen, a fejőházban végeztem a fejés kezdetén, a fejkelyhek felhelyezése előtt. Ennek fő oka az volt, hogy kötelező volt a gazdaság protokollját követni, miszerint a vizsgálattal a tehenet a lehető legkevesebb stressznek tegyük ki, tilos a tehenet az istállóban kikötni és a vizsgálat ne zavarja, ne tartsa fel a fejő személyzetet a munka elvégzésében. 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 határoztuk meg a vizsgálati napon. Ezt egy 1-től 5-ig terjedő pontozási rendszerrel értékeltük (Wildman és mtsai., 1982; Edmonson és mtsai., 1989; DEFRA, 2001; Kellogg, 2010). Hagyományosan a pontozott területek a faroktő és az ágyéki terület, de mi figyelembe vettük a bordák területét is. A tehenek kondíció pontozását a tőgyödéma pontozásával és a tőgymorfológiai adatok felvételével egyidőben végeztük el.

A tőgybimbók hosszának mérésére mérőszalagot használtunk és mm-ben fejeztük ki az értékét. A tőgybimbók átmérője a bimbók szélessége az alapnál, mm-ben kifejezve. A méréshez digitális tolómérőt (MIB 02026065 Digital Caliper 150/0,01 mm DIN 862) használtunk. A

tőgybimbók mindkét jellemzőinek feldolgozásakor az elülső és a hátulsó tőgybimbók adatait párosítva összevontuk. A tőgybőr felszíni hőmérsékletét érintésmentes infravörös hőmérővel (modell: AOV8711, teljesítmény: DC3V, pontosság:  $\pm 0,2$  °C, válaszidő: 1 s, mérési távolság: 2-5 cm) mértük a hátulsó tőgynegyedeken. A hőmérsékletet Celsiusban fejeztük ki. A tőgy függesztését a World Holstein Friesian Federation (WHFF 2005) ajánlásának megfelelően a központi szalagok erősségének mértékével határoztuk meg, 1-től 9-ig pontozva. Az első elléskor elért életkor az egyed életkorát fejezi ki napokban az első elléskor. A vemhesség hosszát a tehén vemhességének a vizsgálathoz kapcsolódó időtartamaként határoztuk meg, napokban kifejezve. Az ellés sorszama esetünkben, 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 szemesztert az egyedek tényleges ellési időpontja alapján határoztuk meg, az évet a magyarországi nagyüzemi gazdálkodás tapasztalatai szerint két szemeszterre osztottuk (1. kódszámú nyári szemeszter: májustól októberig; 2. kód: téli szemeszter: 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 vizsgáltunk értékelés és adatrögzítés céljából.

Az ödéma potenciális kockázati tényezőjének tekintett változók voltak a tőgy- és szaporodásbiológiai rendellenességek állatorvosi kezelése is az ellés körüli időszakban. A gazdaság állatorvosának kritériumai alapján azokat a kezeléseket vettük figyelembe, amelyek a bármilyen súlyosságú ödéma diagnózisától számított  $\pm 10$  napon belül történtek. A tőgy- és szaporodásbiológiai kezeléseket gyűjtőfogalomként vettük figyelembe. A

tőgy kezelések esetében a szubklinikai tőgygyulladás volt a leggyakoribb probléma. A szaporodásbiológiai kezelések során a teheneket leginkább *endometritisz*, *pyometra*, visszamaradt méhlepény és hüvelyi sérülések miatt kezelték. Még ebben a csoportosításban is értékesnek tekinthető a diagnosztizált betegségformák összevonása. A termelési és tenyésztési adatokat (pl. ellési dátum, elléskor mért életkor napokban kifejezve, vemhességi idő) a RISKA telepírányítási rendszerből (Systo Kft., 2014) gyűjtöttük ki és az összetett változókat ezekből származtattuk.

### **Statisztikai elemzés**

A 62 tehenet figyelembe véve az egyes alapvető mutatók (életkor az első elléskor, vemhességi idő, ellés sorszáma és az ellés szemesztere (nyári vagy téli félév) alap statisztikáit készítettük el először. Ezt követően elkészítettük a kockázati tényezők (beleértve az ujjlenyomat fennmaradását) ödémára vonatkozó alapstatisztikáját a tehenek 294 megfigyelésével (egy tehéneen átlagosan 4,7 mérést végeztünk minden egyes változóban), amelyeket a teljes vizsgálati időszak alatt rögzítettünk. Ez utóbbihoz egyirányú varianciaanalízist készítettünk az ödéma pontszámával, mint csoportosító változóval. A Tukey HSD post hoc tesztet használtuk az ödéma pontszám osztályai közötti szignifikáns különbségek kimutatására.

Az egyes mutatók közötti kapcsolatot ezután korrelációs tesztel értékeltük, figyelembe véve az egyes egyedi megfigyeléseket is. Ezután faktoranalízist (faktorrotáció: varimax normalizált) végeztünk a kapcsolódó változók vizsgálatára. Az ödémával közös faktornak számító kockázati tényező változását, valamint az ödéma mértékének változását a vizsgálati időszak alatt grafikusan ábrázoltuk. A 62 egyedből álló teljes

populációból 50 olyan tehén adatait elemeztük, amelyeknél a tőgyödéma maximális értéke 3 volt. Ezek eredményeit összehasonlítottuk a többi tehén eredményeivel ( $n = 12$ ), amelyeknél az ellés körüli időszakban a tőgyödéma maximális értéke 2 pont volt. Az ödéma legmagasabb egyedi súlyosságát befolyásoló valamennyi változót potenciális kockázati tényezőnek tekintettük logisztikus regresszió (logit) alkalmazásával, a backward elimination módszerével, amíg a modellben maradt változók P-értéke  $<0,05$  nem volt. A paraméterbecslést, a Wald-statisztikát és az esélyhányadost (OR) 95%-os konfidenciaintervallummal (95% CI) közöltük. Az összes számítógépes feldolgozást, ami a tőgyödéma vizsgálatával kapcsolatos a Statistica 14.0.0.0.15-ös verziójával végeztük (TIBCO Software Inc., 2020).

### **3.2.3. A mikroszimuláció kialakításának módszere**

#### **A vizsgált tejtermelő tehenészetek és az adatgyűjtés módszerének bemutatása**

A következő vizsgálatot az indokolta, hogy a tejtermelő tehenészetekben a selejtezési döntés mindig egy összetett döntés, melyet számos tényező befolyásol. Fontos, hogy döntés meghozatalakor a gazdaságosságot is figyelembe kell venni. A vizsgálat célja az volt, hogy mikroszimuláció segítségével konkrétan meghatározzuk a selejtezés gazdaságosság szempontjából való optimális időpontját, emellett a vemhességi arány különböző szintjeinek a tejtermelésre gyakorolt hatását.

A mikroszimuláció létrehozásában a Szegedi Tudományegyetem TTIK Informatikai Intézet Számítógépes Optimalizálás Tanszék kutatói voltak a

segítségemre. A szimuláció elkészítéséhez 6 dél-alföldi tejtermelő tehenészet adatait dolgoztuk fel. Az elemzett paramétereket a RISKA telepírányítási rendszerből gyűjtöttük ki. Minden tehenészetben holstein-fríz állomány volt; az állományméret 400 és 1400 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 gumimatracral ellátott pihenőboksokban tartották. Minden gazdaságban nyakra vagy lábra szerelt transzpondert használtak a szaporodásbiológiai adatok gyűjtésére. A pontos elemzés érdekében a kísérletbe bevonásra kerültek azok a tehenészetek is, ahol nem végeztek ivarzásszinkronizálást. A következő adatok álltak rendelkezésre: az ellést követő első termékenyítés időpontja, a két sikertelen termékenyítés közötti idő, a vemhesség hossza, a két ellés közötti idő (napokban) és a termékenyítések sikeressége. A vizsgálat az 1980 és 2020 közötti időszakot foglalta magába. Az Anyag és módszer fejezetben bemutatott ábrák és táblázatok mind saját szerkesztések, melyek elkészítésére szükség volt a legjobb modell kiválasztásához.

### **A statisztikai modell meghatározása**

Az irodalomban nem található eseteknél a maximum likelihood módszerével (Myung, 2003) ki kellett választanunk az illesztett eloszlások közül azt az eloszlást, amely a legjobban illeszkedett a mintához. Ehhez szükségünk volt egy olyan módszerre, amely megadja az egyes eloszlásokhoz való legjobb illeszkedést. Ezen értékek alapján

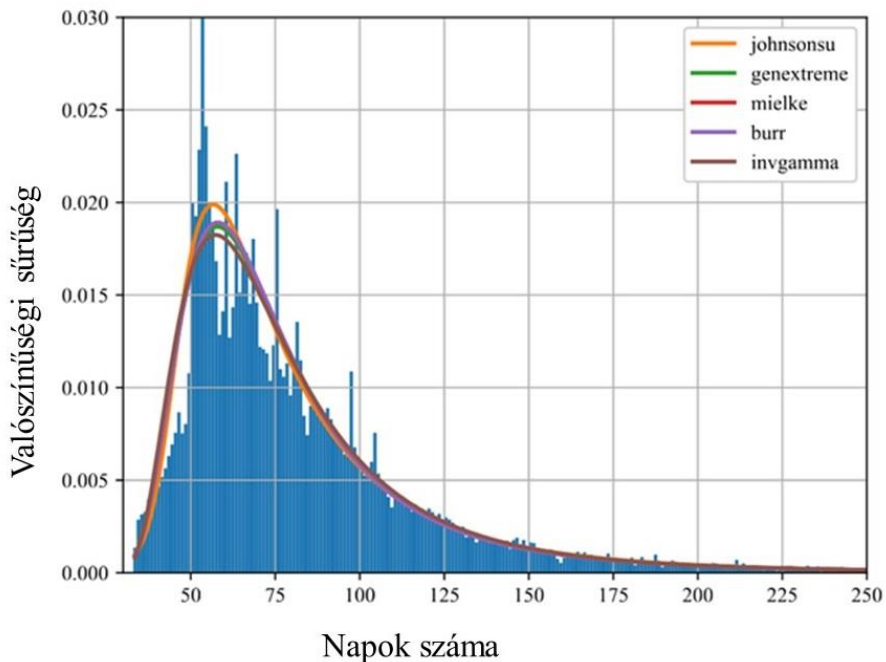
kialakítottunk egy rangsort, hogy melyik eloszlás illeszkedik legjobban az adatainkhoz. Több módszer alapján megvizsgáltuk, hogy az adott eloszlások közül melyik illeszkedik legjobban az adatokhoz. Az első ilyen modell, amit használtunk, az AIC (Akaike-féle Információs Kritérium) (Akaike, 1974) volt, amely a loglikelihood értékét felhasználva Occam borotvája szerint az egyszerűbb, kevesebb paraméterrel rendelkező eloszlásokat részesíti előnyben, azaz a paraméterek számával megegyező büntetőfüggvényt (penalty function) alkalmaz. Ez a modell bünteti a túlillesztést, mivel a kisebb számú paraméterrel rendelkező folytonos eloszlások általában nem túl illesztettek. Ehhez az összes folytonos eloszlást illesztettük a kapott mintára, majd az AIC-érték alapján növekvő sorrendbe állítottuk az eloszlásokat. Az általunk vizsgált egyéb modellek között szerepel a BIC (Bayesi Információs Kritérium) metrika (Schwarz, 1978), amely nagyon hasonlít az AIC metrikához. Ez a metrika szintén a nagyszámú paraméterrel rendelkező eloszlásokat bünteti. A különbség a súlyozásban van, amely szintén az adathalmaztól függ. A harmadik vizsgált metrika az illesztett eloszlás sűrűségfüggvénye és a valós adatok valószínűségi sűrűsége közötti négyzetes különbségek összege minden egyes adatpontra. Ezekkel a modellekkel találtuk meg a legjobb eloszlásfüggvényt a véletlen eseményekhez.

### **Az elléstől az első termékenyítésig eltelt idő eloszlásának vizsgálata**

A tehenek laktációjának hosszát befolyásoló egyik legfontosabb változót, az ellés utáni első termékenyítéstől a vemhesülésig tartó időintervallumot (szerviz periódust) vizsgáltuk. Az ellést követő első ivarzás időpontjainak adatbázisának feldolgozásakor a következő jellemzőket kellett figyelembe venni: torzított eloszlást kapunk, mivel mesterséges termékenyítést

alkalmaznak. Az eloszlást az is torzítja, hogy a tehén vemhességét néha későn észlelik, ami késlelteti a szervízperiódust. Az adatbázisban túl kevés adat, illetve hibásan rögzített első ivarzási 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:**  $f(x) = \frac{b}{\sqrt{x^2+1}} \phi(a + b \log(x + \sqrt{x^2 + 1}))$
- **genextreme:**  $f(x) = \exp(-(1 - cx)^{1/c})(1 - cx)^{1/c-1}$
- **mielke:**  $f(x) = \frac{kx^{k-1}}{(1+x^s)^{1+k/s}}$
- **burr:**  $f(x) = cd \frac{x^{-c-1}}{(1+x^{-c})^{d+1}}$
- **invgamma:**  $f(x) = \frac{x^{-a-1}}{\Gamma(a)} \exp(-\frac{1}{x})$ .

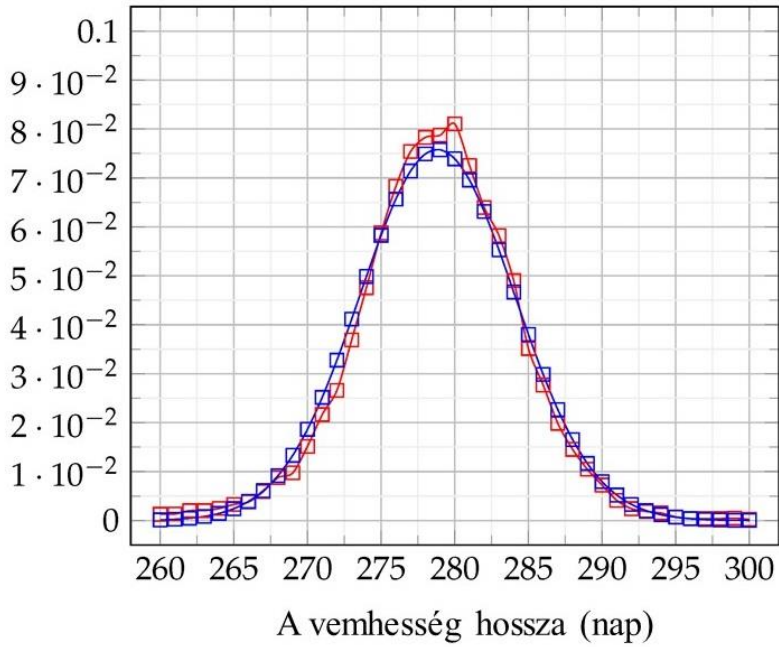


*1. ábra:* Az elléstől az első termékenyítésig eltelt idő eloszlásának alakulása a sűrűség függvényében, valamint az AIC értékkel illesztett első öt eloszlásfüggvény

A Johnson-eloszlás azért is lett a legjobb illeszkedés az adatainkhoz, mert ez a normális eloszlás transzformációja, és rugalmasan illeszkedik az aszimmetrikus, fat-tailed eloszlásokhoz (Choi és Min, 2008).

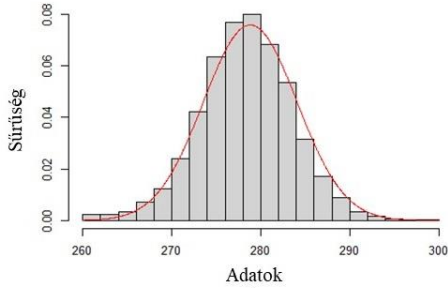
A vemhesség hossza

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 tehen vemhességi ideje normális eloszlást követ (Sobek és mtsai., 2015), az adatokra haranggörbét illesztettünk (lásd. a 3. és 2. *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.

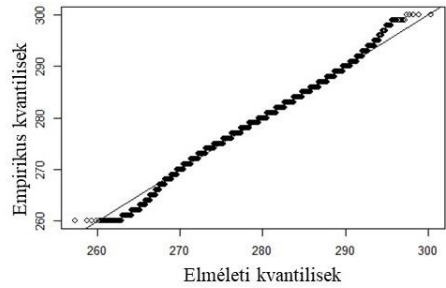


- A vemhesség hossza valós adatok alapján (260-300 nap)
- Valós adatokra illesztett normál eloszlás

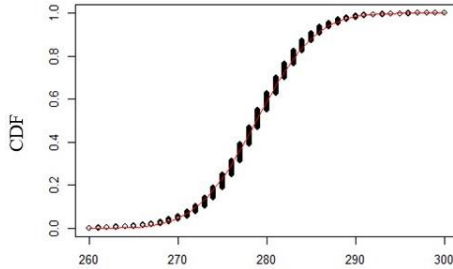
2. ábra: A valós értékek és a közelítő szimulációs eredmények összehasonlítása



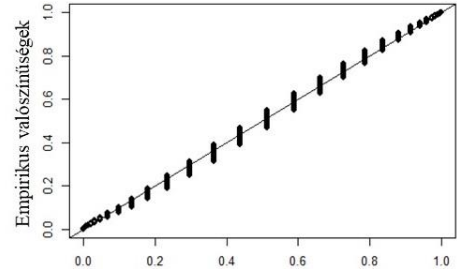
1.



2.



3.



4.

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.

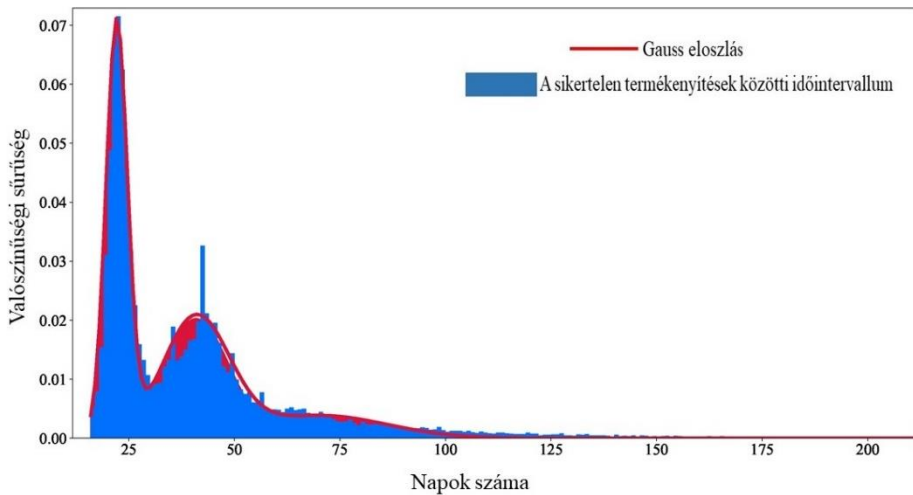
### A termékenyítések közötti idő vizsgálata

A szarvasmarha ivarzási 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 illesztése, 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

Eloszlás	Súly	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

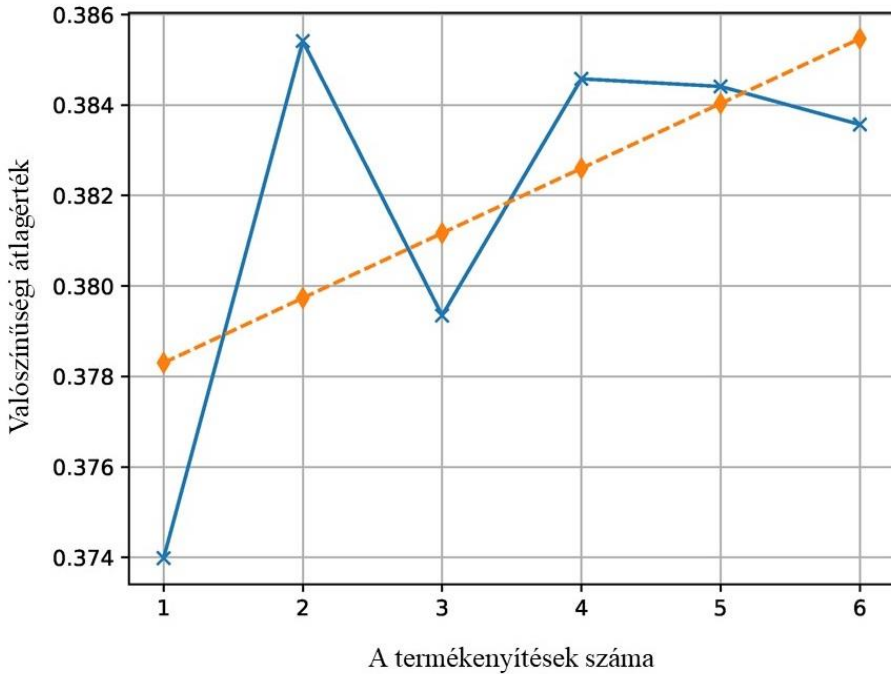


4. ábra: A sikertelen termékenyítések közötti időintervallumok valós és multi Gauss-modellre való illesztése

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.

### Termékenység

A legnagyobb állomány esetében 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 első része 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. Lásd az 5. ábra második részét. A szimulációban nem foglalkoztunk a selejtezéssel és annak pontosságával, így mindent a korábbi adatokkal hasonlítottunk össze. Az átlagos vemhesülési arányt a legnagyobb 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 mikroszimuláció gondos alkalmazása lehetővé teszi, hogy komplex modelleket vizsgáljunk,

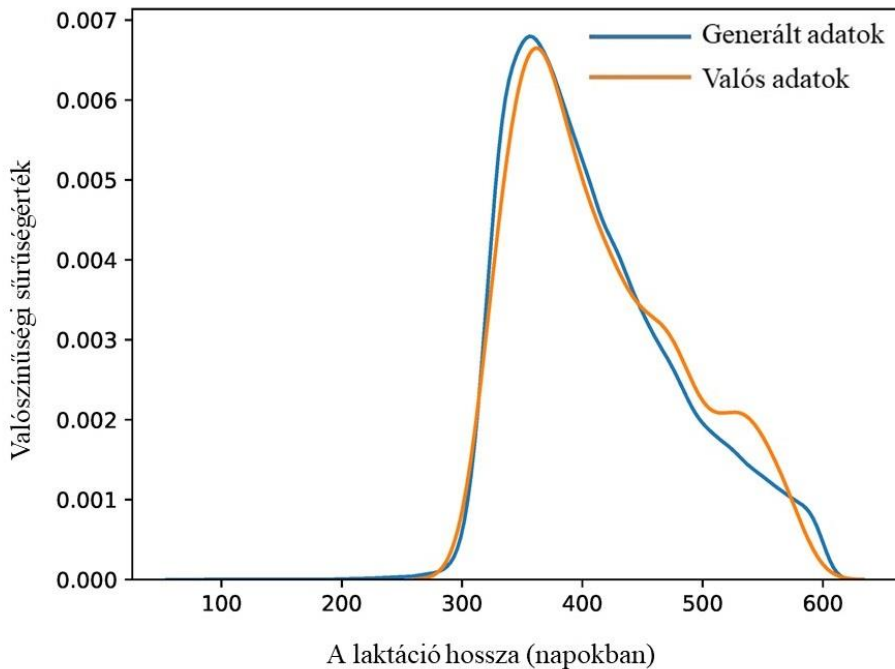
amikor a szükséges adatok empirikus eloszlások vagy legalábbis hisztogramok formájában rendelkezésre állnak, és meg szeretnénk érteni a mögöttes statisztikai modellben alkalmazott döntési protokollok változásainak következményeit.

### **A modell ellenőrzése**

A megadott eloszlások mentén a tehen 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 tehen laktációs görbéjéről, meg kellett néznünk, hogy a szimuláció megfelelően működik-e. A szimulációt összesen 1000 tehenen futtattuk le, amelyek közül nem mindegyik vemhesült. A szimulációt úgy konfiguráltuk, hogy a szimuláció leállításakor a selejtezési feltétel az a nap legyen, amikor a tehen már nem termel tejet, vagy amikor a tehen következő laktációja megkezdődik, azaz az ellést követő első nap. Minden tehen esetében kiszámítottuk az időintervallumot a szimuláció elindításától az ellés bekövetkezéséig.

Ha ez az esemény nem következett be, akkor nem szerepelt a statisztikában. Vagyis az időszakot egy esemény bekövetkezéséhez kötöttük. Összesen 880 sikeres termékenyítés történt. A valós adatokból a

600 napnál hosszabb 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

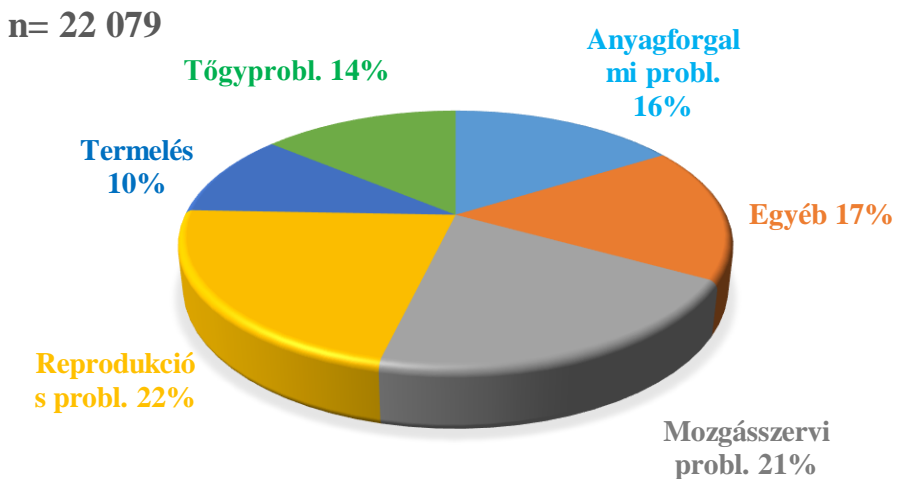
0,123, ami azt jelenti, hogy a hipotézis nem utasítható el. Azt a hipotézist is teszteltük, hogy a két minta átlagai megegyeznek, kétmintás t-próbával, 5%-os szignifikanciaszinten. A 0,055-ös p-értékkel, azaz  $p > 0,05$ , a nullhipotézis nem utasítható el, hogy a két eloszlás átlagai megegyeznek (Hsu és Lachenbruch, 2014). Mivel a selejtezési döntés lehet irányított és önkéntes 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.

Az eloszlás helyessége alapján a paraméterek megváltoztatásával további adatok olvashatók le. Megnézhetjük, hogy a különböző értékek milyen hatással vannak a tehének 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).

## 4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

### 4.1. A tejtermelésből való kikerülési okok részletes vizsgálata

A kikerülési okok vizsgálatakor tizenkét telep adatait elemeztük. 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 értékeltük ki vizsgálatunkban.



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

Először a vizsgálatban szereplő tehenészetek kikerülési okait együttesen vizsgáltuk (7. ábra), ami alapján, megállapítottuk, 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

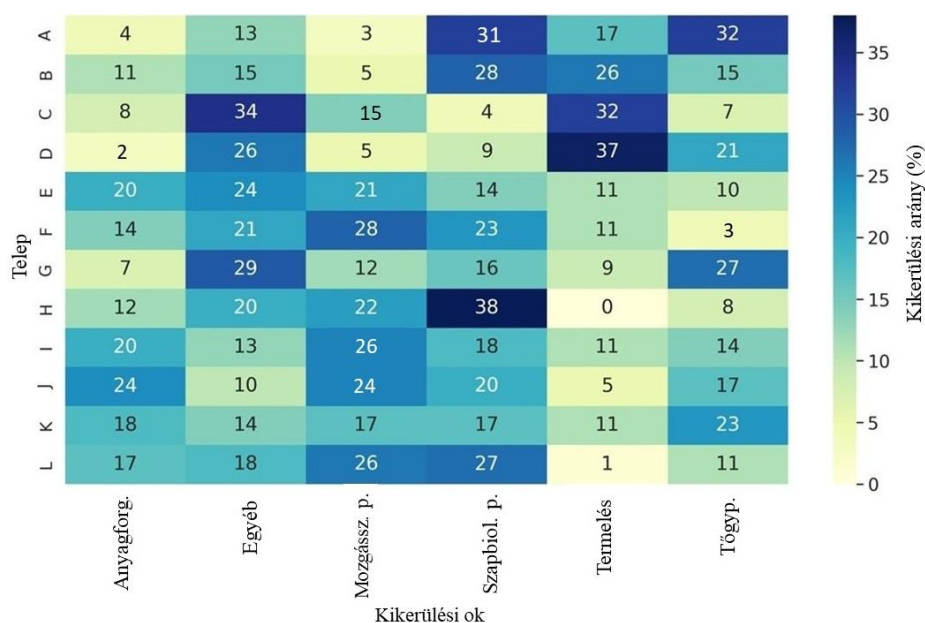
arányt képviseltek. A harmadik legjelentősebb kikerülési ok az "egyéb" kategória volt, amely 17%-os arányt képvisel. Ez a kategória olyan betegségeket, állapotokat foglal magában, mint például az alkati gyengeség, a hirtelen szívmegállás, a tüdőgyulladás, a hőség, a vérmérgezés vagy a fulladás. Az anyagforgalmi 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. 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. Esetünkben is megfigyelhetők ezek a kikerülést okozó problémák csak eltérő sorrendben.

A kikerülési okok megoszlásának vizsgálata után elemeztük a kikerülés mértékét az adott laktációban, amelynek eredményeit a *4. táblázat* foglalja össze. Négy csoportot alakítottunk 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. Az eredmények összhangban vannak az országos átlagos laktációs számmal, amely 2021-ben Magyarországon 2,2 volt (Holstein-fríz Tenyésztők Egyesülete, 2021).

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

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

A továbbiakban a tizenkét telep kikerülési arányát vizsgáltuk kikerülési okonként hőtérvék segítségével (8. ábra). A színskála mutatja az arányok eloszlását, ahol a világosabb színek az alacsonyabb arányokat, míg a sötétebb színek a magasabb arányokat jelölik.

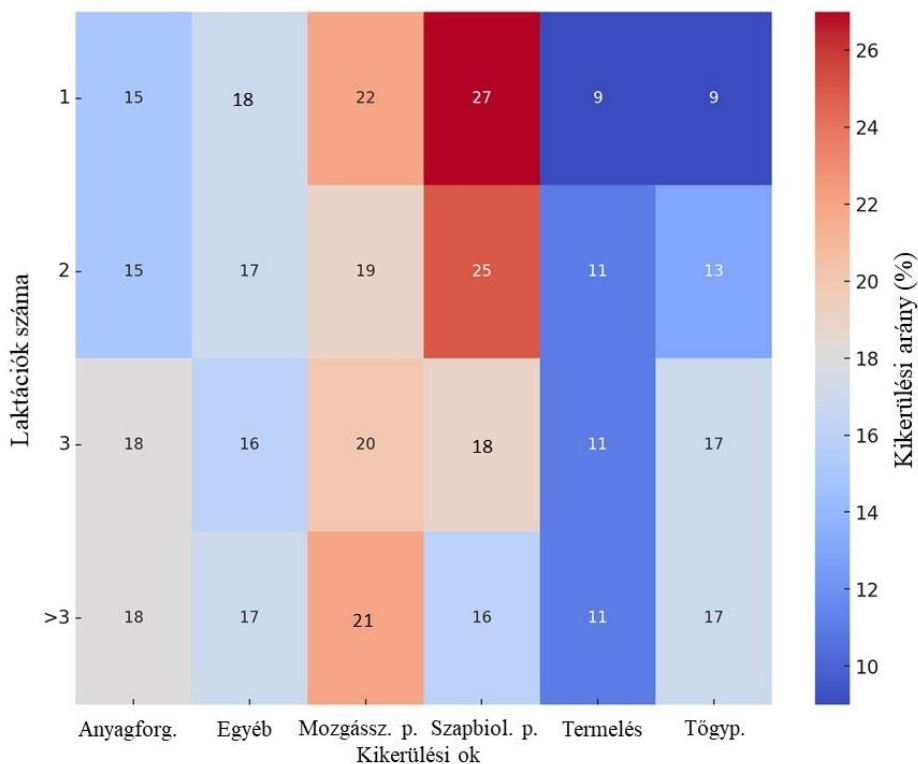


8. ábra: A kikerülési arány hőtérvéke telepek és kikerülési okok szerint (2015-2020)

A hőtérvék 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 tapasztaltuk, 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 ( $\text{K}\chi^2= 4285,249$ ;  $p= 0,0$ ) szignifikáns különbséget állapítottunk meg az egyes telepek kikerülési okai között.

A továbbiakban megvizsgáltuk 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 képviselik. Ezekben a laktációkban a termelési és tőgyproblémák miatti kikerülési arány képviseli a legkisebb értéket. A harmadik laktációtól kezdődően már a mozgásszervi problémák miatti kikerülések veszik át a vezető helyet 20-22%-kal. Továbbá megfigyelhető, hogy az anyagforgalmi problémák és a tőgyproblémák miatti kikerülések aránya a laktációk előrehaladtával fokozatosan növekedik. Az egyéb okok és a nem kielégítő tejtermelési

paraméterek miatti kikerülések aránya viszonylag állandó minden laktációban.

Annak érdekében, hogy megvizsgáljuk vannak-e szignifikáns különbségek a laktáció sorszama és az egyes kikerülési okok között Kruskal-Wallis tesztet végeztünk. A teszt eredménye ( $p=0.9885$ ) alapján nem állapítható meg szignifikáns különbség a laktáció száma és a kikerülési okok arányai között, vagyis megállapítható, hogy esetünkben a laktáció száma nem befolyásolja szignifikánsan a kikerülési okok arányát.

Az 5. táblázatban százalékos formában tüntettük fel a különböző gyógyszeres kezelések arányát a vizsgált laktáció szakaszát tekintve a telepi adatok alapján.

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

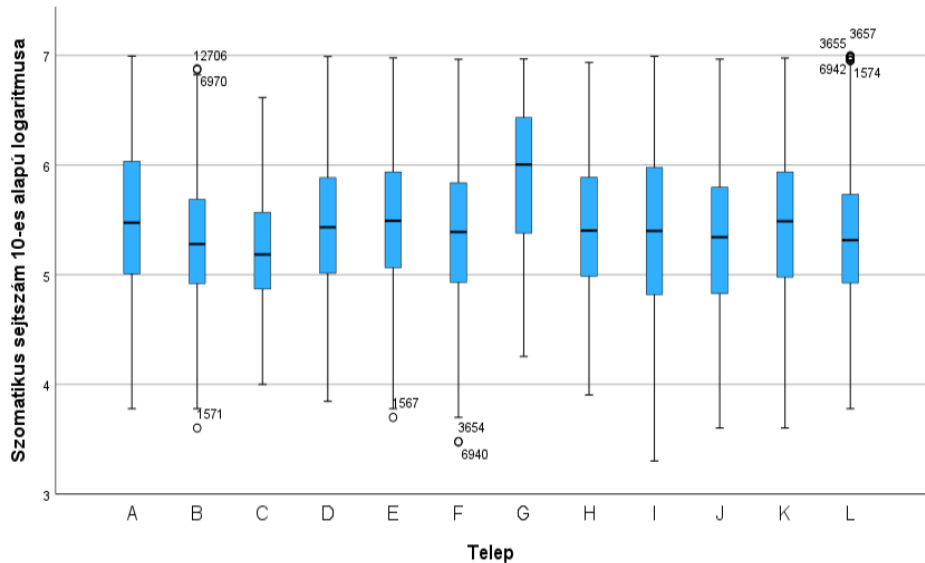
Ellés sorszama	A gyógyszeres kezelések aránya a laktáció különböző szakaszaiban						
	1-50 (nap)	51-100 (nap)	101-250 (nap)	251-400 (nap)	401-600 (nap)	600+ (nap)	Összesen
1.	9,3 %	2,5 %	5,7%	6,1%	6,0%	1,3%	<b>30,9%</b>
2.	6,2%	2,8%	6,6%	5,9%	2,9%	0,3%	<b>24,7%</b>
3.	5,7%	2,2%	5,3%	5,3%	2,2%	0,3%	21,0%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

Eredményeink 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.

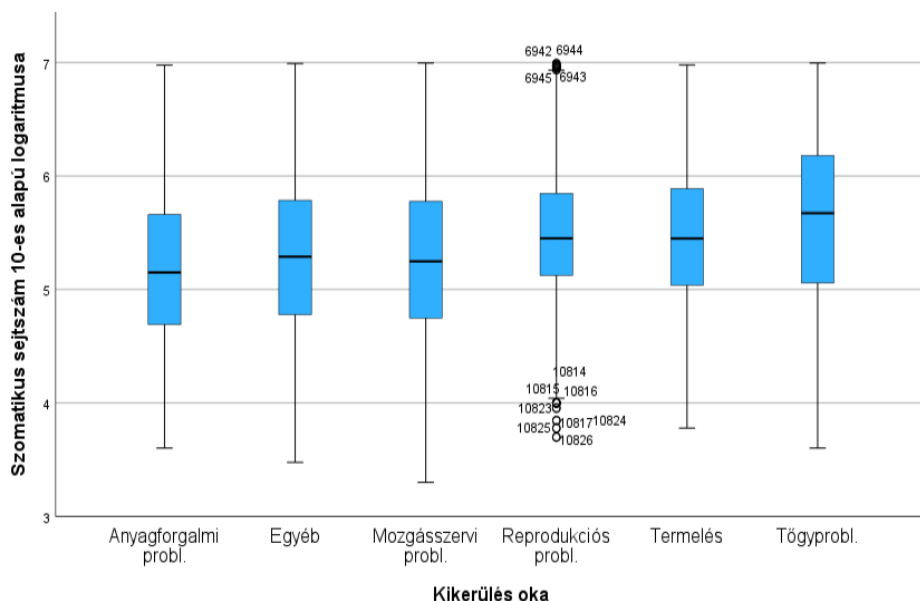
A Kruskal-Wallis teszt eredménye ( $p=0,0029$ ) alapján szignifikáns különbség állapítható meg az egyes laktációs szakaszokban történt gyógyszeres kezelések arányai között. Elvégeztük a tesztet arra vonatkozóan is, hogy az ellés sorszáma befolyásolja-e a különböző gyógyszeres kezelések arányát az egyes laktációs szakaszokban. A teszt elvégzése után megállapítottuk, hogy az ellés sorszáma és hogy a tehén a laktáció melyik szakaszában van, az esetünkben nem hat szignifikánsan ( $p=0,6081$ ) a gyógyszeres kezelések gyakoriságára.

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



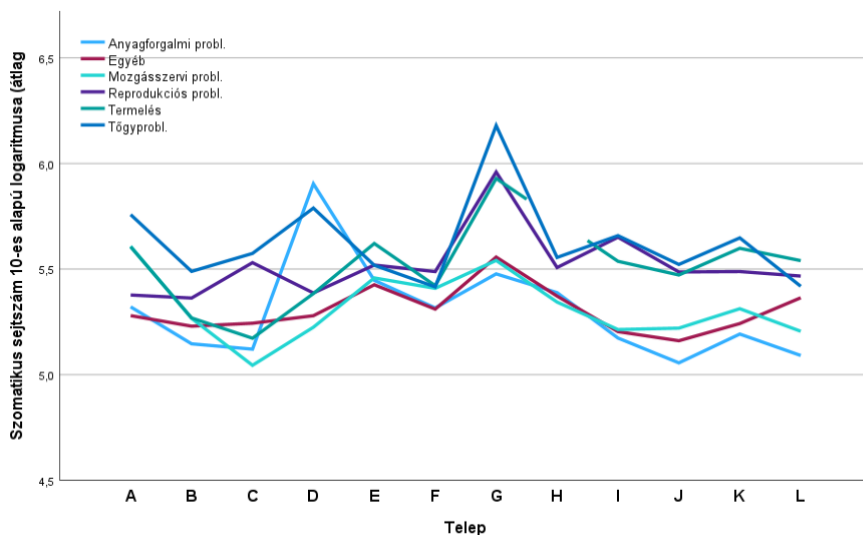
10. ábra: A termelésből kikerült tehenek utolsó próbafejésekor mért szomatikus sejtszámának eloszlása a vizsgált telepeken

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.



12. ábra: A termelésből kikerült tehenek utolsó próbafejésekor mért szomatikus sejtszámának 10-es alapú logaritmusának átlagát 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 legalacsonyabb értékek a C és a K telepen láthatók függetlenül a kikerülési okoktól. Az eredmények alapján az egyes telepek menedzsmentjében és állategészségügyi protokolljaiban jelentős különbségek figyelhetők meg. A G telep kiemelkedően magas szomatikus sejtszáma további vizsgálatot igényelhet, míg a B és H telep jó menedzsmentet mutat a kapott eredmények alapján.

Azon eredményeinket, 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 62 tehén leíró statisztikáit az első elléskor betöltött életkor, a vemhesség hossza, az ellés sorszám és az ellés szemesztere tekintetében az 6. táblázat tartalmazza. Az első ellés, az életkor és a vemhesség hossza változókat a szokásos tartomány alsó határán határoztuk meg. Az első elléskor mért életkor napokban kifejezve 23,7 hónapnak felel meg, ami a vizsgált holstein-fríz tehenek korai érettségét jellemzi ebben az állományban. Magyarországon a fajta első elléskori átlagéletkora 25,01 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 statisztikái (n=62 tehén)

Vizsgált paraméterek	Átlag	Medián	Minimum	Maximum	Szórás
Első elléskori életkor, napokban	723,4	718	666	824	41,9
Vemhességi idő, napokban	275,6	275	266	284	3,98
Ellés sorszáma szerinti csoport	1,23	1	1	2	0,42
Ellés féléve	1,58	2	1	2	0,50

A 7. táblázatban a vizsgálati időszak alatt (n=294 megfigyelés) rögzített változók leíró statisztikáját gyűjtöttük 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.

Az ödéma mértékének csökkenésével szignifikánsan ( $p = 0,029$ ) csökken a kondíció pontszáma. Schmidt és Schultz (1959) szarvasmarhákon, valamint Avas és mtsai. (2020) tejelő kecskéknél végzett vizsgálataik nem erősítették meg a tőgyödéma és a kondíció közötti kapcsolatot. Ez a látszólagos összefüggés azonban a laktáció kezdeti szakaszára jellemző energiahányagnak tudható be. Az elülső tőgybimbók átmérője bizonyítottan ( $p = 0,038$ ) pozitív kapcsolatban áll az ödéma mértékével. 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. 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.

Szignifikáns ( $p<0,001$ ) és pozitív összefüggést találtunk az ödéma súlyossága és az ujjlenyomat fennmaradása között. Fernandes és mtsai. (2022) megállapításaihoz hasonlóan nem találtunk összefüggést a tőgyödéma és a tőgygyel kapcsolatos kezelések (beleértve a fertőzéseket is) között. Bertulat és mtsai. (2012) kifejlesztettek egy dinamométert a tőgybőr rugalmasságának nem invazív mérésére tejelő teheneknél, ami érdekes lehet a tőgygyulladás diagnosztikájában vagy az állatjóléti 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.

A szakirodalom nem szolgáltat adatokat az ödéma és a szaporodásbiológiai betegségek közötti kapcsolatáról. Esetünkben azt figyeltük meg, hogy 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 kezelésekkel hozható összefüggésbe. 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 elléses teheneknél a méhgyulladás, a nehéz ellés és a csülök sérülések mellett.

7. táblázat: A vizsgálati időszak alatt rögzített változók alapvető statisztikai mutatói (n=294 megfigyelés)

Vizsgált paraméterek ( <i>P</i> -érték)	Ödéma pont 0 átlag±szórás n=51	Ödéma pont 1 átlag±szórás n=72	Ödéma pont 2 átlag±szórás n=83	Ödéma pont 3 átlag±szórás n=88
A vizsgálat napja ( $<0,001$ )	30,0 <sup>c</sup> ±12,4	16,3 <sup>b</sup> ±13,4	8,4 <sup>a</sup> ±12,5	3,9 <sup>a</sup> ±10,4
Kondíció pont (0,029)	3,7 <sup>a</sup> ±0,71	3,9 <sup>a</sup> ±0,75	4,0 <sup>a</sup> ±0,76	4,1 <sup>b</sup> ±0,74
Elülső tőgybimbók hossza, mm (0,431)	49,2±9,7	48,9±10,7	50,9±10,8	48,2±10,3
Hátulsó tőgybimbók hossza, mm (0,564)	41,9±6,90	40,8±9,01	42,1±7,08	40,6±7,92
Elülső tőgybimbók átmérője, mm (0,038)	19,3 <sup>a</sup> ±3,37	20,0 <sup>a</sup> ±3,66	20,8 <sup>a</sup> ±5,78	21,5 <sup>b</sup> ±4,71

Vizsgált paraméterek ( <i>P</i> -érték)	Ödéma pont 0 átlag±szórás n=51	Ödéma pont 1 átlag±szórás n=72	Ödéma pont 2 átlag±szórás n=83	Ödéma pont 3 átlag±szórás n=88
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 <sup>b</sup> ±0,67	36,7 <sup>ab</sup> ±0,67	36,6 <sup>a</sup> ±0,75	36,4 <sup>a</sup> ±0,70
Függesztőszalag pontszáma (0,068)	7,0±1,46	7,0±1,46	6,9±1,30	6,5±1,21
Az ujjlenyomat tartóssága (<0,001)	2,5 <sup>a</sup> ±9,1	17,1 <sup>b</sup> ±22,4	42,5 <sup>c</sup> ±32,4	69,8 <sup>d</sup> ±36,4
Tőgykezelés (0,603)	1,1±0,27	1,2±0,36	1,1±0,31	1,1±0,30
Szaporodásbiológiai kezelés (0,014)	1,2 <sup>a</sup> ±0,40	1,5 <sup>b</sup> ±0,50	1,3 <sup>ab</sup> ±0,47	1,4 <sup>ab</sup> ±0,48

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

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.

Vizsgálataink során közepesen erős kapcsolatot találtunk 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. Esetünkben az adatgyűjtés idején egyértelműen látható volt, hogy a nyári időszakban a tőgybimbók kissé hosszabbak, mint a téli időszakban, de ennek tényét és okát nem tudtuk 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	1,00	0,11	0,09	<b>0,37</b>	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		1,00	<b>0,41</b>	<b>0,26</b>	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			1,00	<b>0,29</b>	0,01	0,14	0,23	<b>0,31</b>	<b>0,28</b>	0,12	0,02	<b>0,26</b>	<b>0,41</b>	0,16	0,17	0,06
4				1,00	0,07	0,01	0,00	<b>0,50</b>	<b>0,39</b>	0,15	0,13	0,55	0,11	<b>0,29</b>	0,04	0,01
5					1,00	<b>0,65</b>	<b>0,36</b>	0,06	0,04	<b>0,25</b>	0,23	0,03	0,09	<b>0,50</b>	0,16	0,13
6						1,00	0,19	0,02	0,03	0,15	0,14	0,17	0,12	<b>0,66</b>	0,02	0,02
7							1,00	0,05	0,07	0,09	0,10	0,12	0,16	0,19	0,04	0,02
8								1,00	<b>0,77</b>	0,11	0,10	<b>0,42</b>	0,00	0,18	0,05	0,16
9									1,00	0,03	0,10	<b>0,33</b>	0,03	0,19	0,03	<b>0,27</b>
10										1,00	<b>0,77</b>	0,12	0,11	0,22	0,14	0,01
11											1,00	0,07	0,04	0,17	0,22	0,05
12												1,00	0,10	<b>0,28</b>	0,09	0,04
13													1,00	0,06	0,19	0,05
14														1,00	0,03	0,06
15															1,00	0,11
16																1,00

Jelmagyarázat: 1 Életkor az első elléskor, 2 Vemhességi idő, 3 Ellési csoport, 4 Ellés féléve, 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 a faktoranalízis eredményeként megkülönböztethető faktorok maximális számát 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

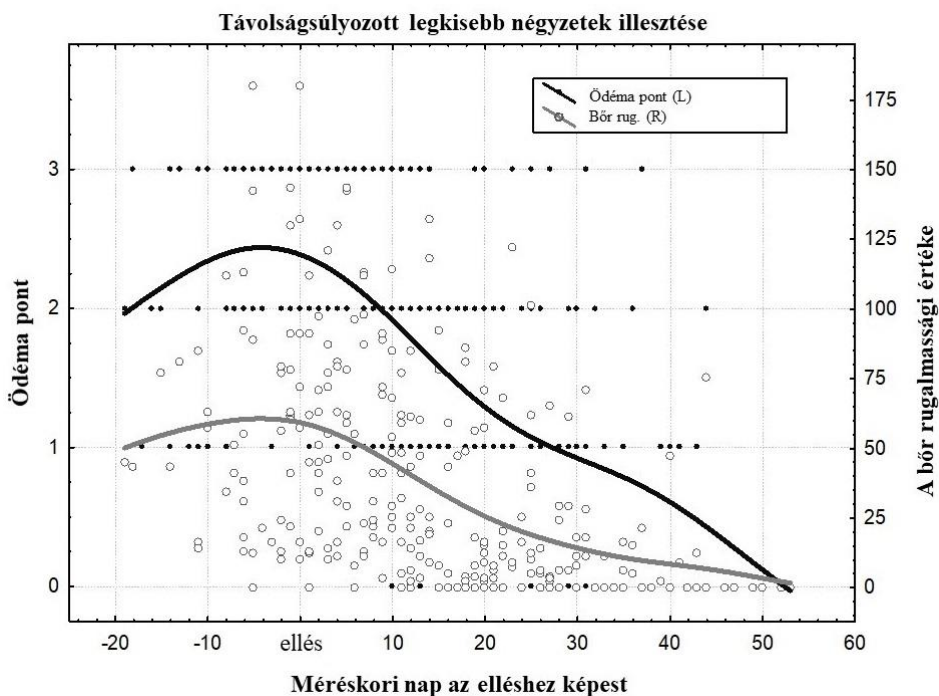
rendellenességgel, amely ezeket a kezeléseket kiváltja. Az 1. tényező magában foglalja a tőgybimbók hosszát, valamint az ellés félévét és a tőgybőr hőmérsékletét. A tőgy felületi hőmérséklete a környezeti hőmérséklettel függhet össze. A 3. tényező a vemhesség hosszát, az ellések számát és a hozzá tartozó tőgyfüggesztő szalag erősségét mutatja. Ezek a változók összefüggésbe hozhatók a tehén hosszú élettartamával és lábvég egészségügyi állapotával. A 4. tényező 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 találtunk 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	<b>0,879</b>	0,099	-0,002	0,009
Első elléskori életkor	-0,274	0,044	0,112	0,092	<b>0,699</b>
Vemhességi idő	0,129	0,050	<b>0,694</b>	-0,059	0,102
Ellés sorszáma szerinti csoport	0,271	-0,111	<b>0,769</b>	0,152	-0,071
Ellési szemeszter	<b>-0,755</b>	-0,010	-0,119	0,216	0,297
A vizsgálat napja	-0,095	<b>-0,836</b>	-0,035	-0,141	0,148
Kondíció pont	0,107	0,484	-0,314	0,080	0,058
Elülső tőgybimbók hossza	<b>0,846</b>	0,030	0,072	0,152	0,145
Hátulsó tőgybimbók hossza	<b>0,813</b>	0,011	0,025	0,119	0,275
Elülső tőgybimbók átmérője	-0,048	0,166	0,082	<b>0,891</b>	0,037
Hátulsó tőgybimbók átmérője	0,010	0,129	-0,049	<b>0,897</b>	0,067
A tőgy bőrének hőmérséklete	<b>0,655</b>	-0,185	0,074	-0,121	-0,215
Függesztőszalag pontszáma	0,103	-0,071	<b>-0,759</b>	-0,072	0,052

Az ujjlenyomat tartóssága	-0,338	<b>0,751</b>	0,078	0,141	0,041
Tőgykezelés	0,035	-0,019	0,255	0,400	-0,349
Szaporodásbiológiai kezelés	-0,252	0,102	0,056	0,034	<b>-0,707</b>
Magyarázott variancia	2,758	2,383	1,880	1,944	1,393
Teljes varianciahányad	0,172	0,149	0,118	0,122	0,087
Sajátérték	3,103	2,614	1,769	1,593	1,277

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 eléri 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. Tapasztalataink szerint enyhe ödéma (1. pont) esetén az enyhe 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.



13. ábra: Az ödéma pontszámok és az ujjlenyomat fennmaradásának 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 kimenetelének súlyossága szignifikánsan összefügg az ujjlenyomat fennmaradásával, a tőgybőr rugalmasságával. A paraméterbecslést, a Wald-statisztikát és az esélyhányadost (OR) 95%-os konfidenciaintervallummal a 10. táblázat mutatja be.

10. táblázat: A tehenek tőgyödémájának súlyosságát befolyásoló rugalmassági faktor logisztikus regressziós modelljének összefoglalása

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

<sup>1</sup> alsó és felső 95%-os konfidencia intervallum esélyhányados

A paraméterbecslés úgy értelmezhető, mint a lineáris regresszióban, azaz a bőr eredeti állapotába való visszatéréshez szükséges idő egy másodperces növekedése 0,0412 ponttal növeli az ödéma súlyosságát. 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 időszakában vemhesülteké. A szimulációt ezért kibővítettük a termékenyítés hónapjának figyelembevételével. Összesen hat tejtermelő

tehenészetből származó adatokat gyűjtöttünk össze. A szimulációt tovább konfiguráltuk úgy, hogy a vemhesülés sikere függjön attól, hogy melyik hónapban történik. A havi sikeres vemhesülési arányokat átlagokból számoltuk ki. Az átlagos vemhesülési arányokat a *11. táblázat* mutatja be hónaponkénti bontásban. A táblázat a hat tehenészet adatai alapján kiszámított havi átlagos vemhesülési arányt mutatja. Ezeket az értékeket a várható sikerességi arány közelítő értékeként vettük figyelembe, és a sikeres vemhesülési arány kiszámításához használtuk. A táblázat adatai alapján az egyes tehenészetek esetében a két ellés közötti időt a hónapok figyelembevételével generáltuk.

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

	1. telep	2. telep	3. telep	4. telep	5. telep	6. telep
Január	0,290288	0,427578	0,362306	0,320567	0,460518	0,320567
Február	0,297108	0,40757	0,363591	0,326293	0,445264	0,326293
Március	0,271527	0,416369	0,372992	0,315096	0,443843	0,315096
Április	0,309963	0,390013	0,363683	0,308043	0,446775	0,308043
Május	0,272847	0,346596	0,334951	0,293084	0,439539	0,293084
Június	0,23063	0,340537	0,310934	0,253014	0,391304	0,253014
Július	0,173338	0,336765	0,246849	0,224691	0,360628	0,224691
Augusztus	0,187857	0,32552	0,259133	0,225623	0,392649	0,225623
Szeptember	0,22706	0,36502	0,31304	0,248262	0,409018	0,248262
Október	0,299523	0,383095	0,381153	0,28819	0,444978	0,288103
November	0,320073	0,405457	0,369177	0,299295	0,432553	0,299295
December	0,302183	0,395085	0,369365	0,294806	0,440601	0,294806

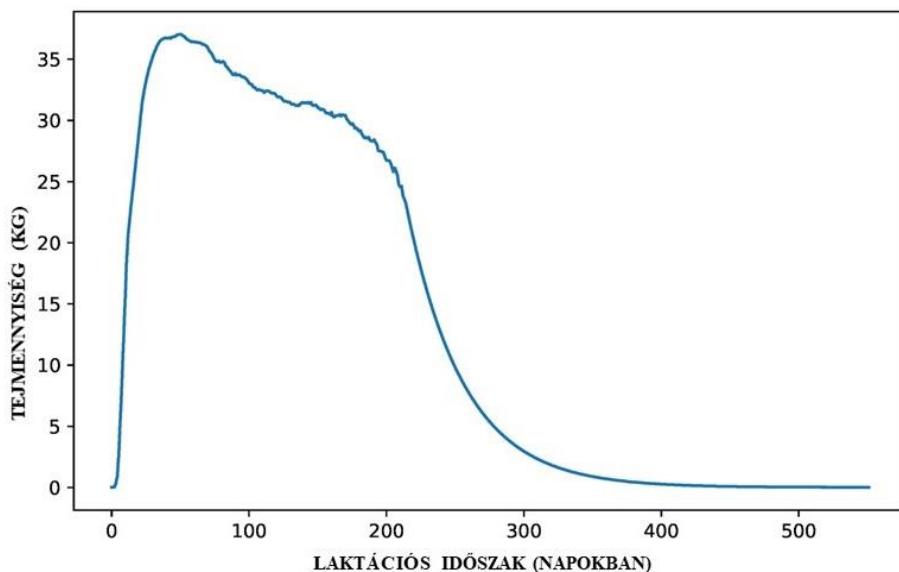
A *11. táblázat* a hat vizsgált magyarországi nagyüzemi tehenészet havi átlagos vemhesülési eredményeit mutatja. A hónapok minden esetben a mesterséges termékenyítés hónapját jelölik. A telepek éves vemhesülési eredményei között jelentős különbségek figyelhetők meg, az átlagos éves vemhesülési arány 17,3 és 46% között változott a vizsgált időszakban. 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 tehén 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. Ezt mutatja a *14. ábra*. Látható, hogy a szimuláció szerint a tejmennyiség 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). A laktációs görbe ismeret elengedhetetlen a tejtermelés hatékony menedzseléséhez, mivel ezek a görbék betekintést nyújtanak a csúcs tejtermelésbe és annak tartósságába (López és mtsai., 2019).



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 szignifikáns adatait 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, vagy 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, hogy az ellést megelőző 60-70 nappal nem az

ellést megelőző 60. napon van a szárazon állás időszaka, hanem a 280 napos átlagos vemhességi idő 60. napján, például a fogamzást követő 215. napon. 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 vizsgálták az egész állományra (1000 tehén), illetve kifejezetten a sikeresen vemhesített tehenekre vonatkozóan.

12. táblázat: Az összes állomány tejhozam-adatai a vemhesülési arány (20-50%) és a tejtermelés csökkenése (300 nap-400 nap) függvényében

	Nap	Eredményes termékenyítés			
		20%	30%	40%	50%
A teljes megtermelt tej mennyisége (kg)	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)	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

13. táblázat: A vemhesült tehenek adatainak alakulása a vemhesülési arány (20-50%) és a tejtermelés csökkenése (300 nap-400 nap) függvényében.

	Nap	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)	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 (kg)	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

#### 4.3.4. 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. Az adatokat a *12. táblázat* foglalja össze. A teljes tejmennyiség az adott gazdaságban számított teljes tejhozam értéke. A tejtermelő gazdaság tejhozama a laktációs cikluson belül rendelkezésre állt. A szimulációba beépíthető, hogy a laktációs ciklus alatt pontosan hány tehén 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. A tejtermelés megszűnése előtti időintervallum növelésével a nem vemhes állatok is több ideig adnak tejet az adott napok alatt. Ennek hatására a tejtermelés csökkenésének napját meghosszabbítva nő a teljes tejmennyiség.

A laktáció átlagos hossza az a napok száma, amikor a fejési esemény az egész állományra vonatkozóan megtörténik. A vemhesülési arány növelésével a laktációs ciklusok hossza lerövidül, így kevesebb lesz a fejő napok száma. A tejtermelés megszűnésének idejének növelésével 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 tehén tejtermelése nem kezd el csökkenni.

A napi átlagos tejhozam a teljes tejmennyiség és a napok számának a tejhozamértékekkel osztott hányadosa. Ez az érték a tehén által az adott napon termelt napi átlagos tejhozamot jelenti. A *14. ábra* a laktációs cikluson belüli egyes napok átlagos tejhozamát mutatja. A tehenek a laktációs ciklus első napjaiban 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 tejhozam a szimulációban körülbelül a 600. napon kezd el növekedni, de csak azért, mert a szimuláció beállítása szerint a tehenészet ekkor kezdi el a kevésbé jövedelmező állatok selejtezését. Azon napok számának növekedésével, melyeken csökkent a tejtermelés a napi átlagos tejhozam csökken, mivel a hosszabb tejtermelési ciklusok esetében a napok számának növekedésével a tejhozam csökken, és a napi átlagos tejhozam 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 kísérlnek meg további termékenyítést, hanem selejtezik az egyedét. A modell segítségével kiszámítható, hogy 20%-os vemhességi arány 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 vemhességi arány esetén, mivel a vemhesség korábban következik

be ezeknél a teheneknél. Ezek a tehenek átlagosan kevesebb napig termelnek tejet (pl. kb. 324-330 napig).

A szarvasmarhatartás gazdaságosságát meghatározó két legfontosabb tényező a jó szaporodásbiológia 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 vizsgálat 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 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 idősakkal egy egységet alkot. A szárazon állási időszak alatt a tehen nem termel valódi értékesíthető hozamot, így a tehen tartásának költségeit a laktáció alatti termeléséből kell fedezni. Ezek alapján értelmeztük a tehenek termelési ciklusát. A 13. táblázat azt mutatja be, hogy a két ellés közötti megtermelt tejmenyiség hogyan változik naponta a vemhességi arányok különböző szintjei mellett. A táblázatból látható, hogy ha például a tehenet a 400. napon selejtezük, és a vemhességi arány 20%, akkor ez a tejmenyiség 16,5 kg, ha pedig 50%-os a

vemhesülési arány, akkor 18,7 kg. Esetünkben a vemhesülési arány növelése nem eredményezte a tejhozam gazdaságilag jelentős növekedését. 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.

#### **4.3.5. 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, amelyekben a tehén sikeresen megellett, de nem vemhesült újra. 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 csökkeni 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 tehenek várható tejtermelési eredményeit szemlélteti az ellési nap függvényében. Látható, hogy adott vemhességi arány mellett a 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 tejtermelésben. Látható, hogy a laktáció hossza, azaz a tejtermelő napok száma meghosszabbítható a selejtezési döntés időpontjának későbbi kitűzésével. A napi tejhozam folyamatos csökkenése tapasztalható mind a 20%-os, mind az 50%-os vemhesülési arány esetén. A vemhesülési arány növelése a vizsgált paraméterek közül csak a két ellés közötti időre volt pozitív hatással. 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 tehen 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 ősanya 308 500 nőivarú leszármazottjának életkor alakulását vizsgáltuk egészen 1990 és 2020 között. Ezután megvizsgáltuk azon ősanyák (48 693 egyed) nőivarú leszármazottjainak kikerülési okait, melyeknek már legalább egy leszármazottja selejtezésre került. Ezen leszármazottak száma 222 377 volt. Végül részletesebben megvizsgáltuk minden telep esetében az öt legnépesebb tehéncsalád paramétereit is. Az összes nőivarú leszármazott alapvető életkori leíró statisztikáját a *14. táblázat* mutatja be.

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

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

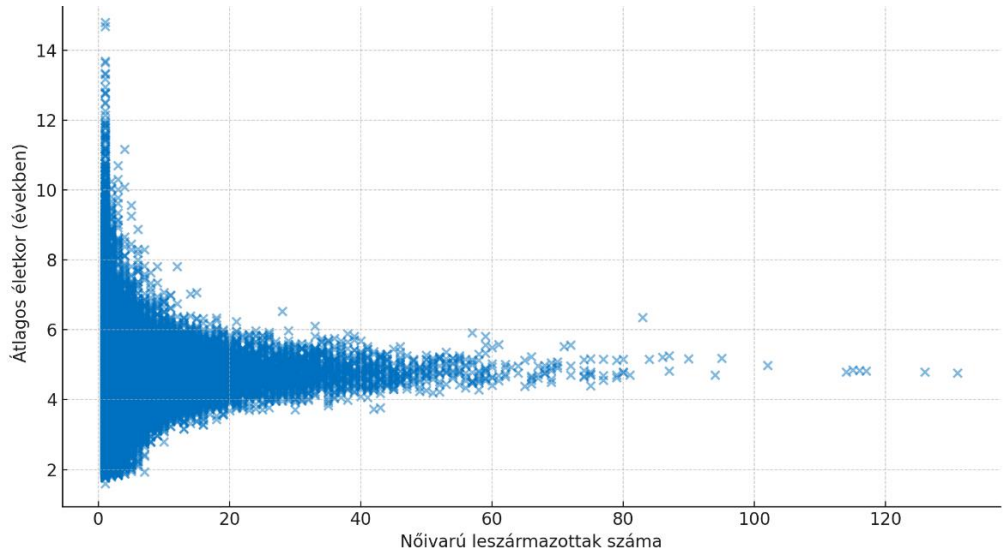
A vizsgált ősnnyáknak átlagosan 5 nőivarú leszármazottja volt. A nőivarú leszármazottak minimum életkora átlagosan 3,3 év, a maximum életkor átlagosan 5,7 év volt. Az átlag életkor 4,3 év volt. A szélső értékek 1,4 és 16,3 év között mozogtak. De Vries és Marcondes (2020) adatai alapján a fejlett országokban a hasznos élettartam 2,5-4 év között mozog. Esetünkben, az életkorból kiindulva a hasznos élettartam vélhetően hasonlóan alakult a szakirodalmi adatokhoz képest. 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 általunk közölt eredmények megegyeznek a szakirodalmi eredményekkel.

Ezután elkészítettük az ősnnyák 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 minimum, a maximum és az átlag életkor alakulását. A legtöbb nőivarú leszármazott az L és a J telepen volt, míg a legkevesebb a D telepen.

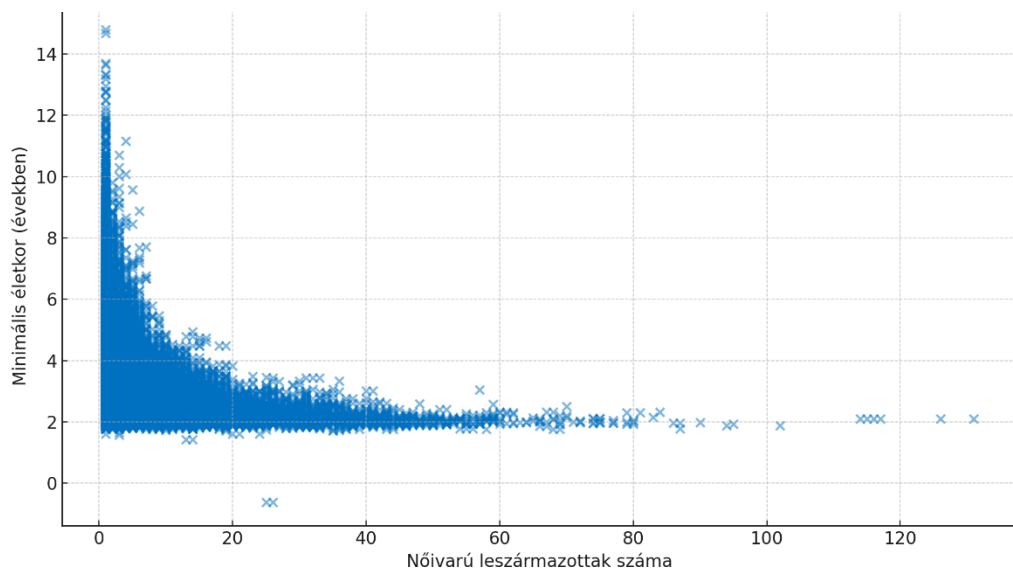
15. táblázat: Az őspanyák nőivarú leszármazottjainak alapvető életkori leíró statisztikái (n=308 500 tehén) telepenkénti bontásban

Telep kód	Nőivarú leszármazottak száma					Min. életkor (év)				Max. életkor (év)				Átlag életkor (év)			
	Ősany. n	Átl.	Szórás	Min	Max	Átl.	Szórás	Min	Max	Átl.	Szórás	Min	Max	Átl.	Szórás	Min	Max
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

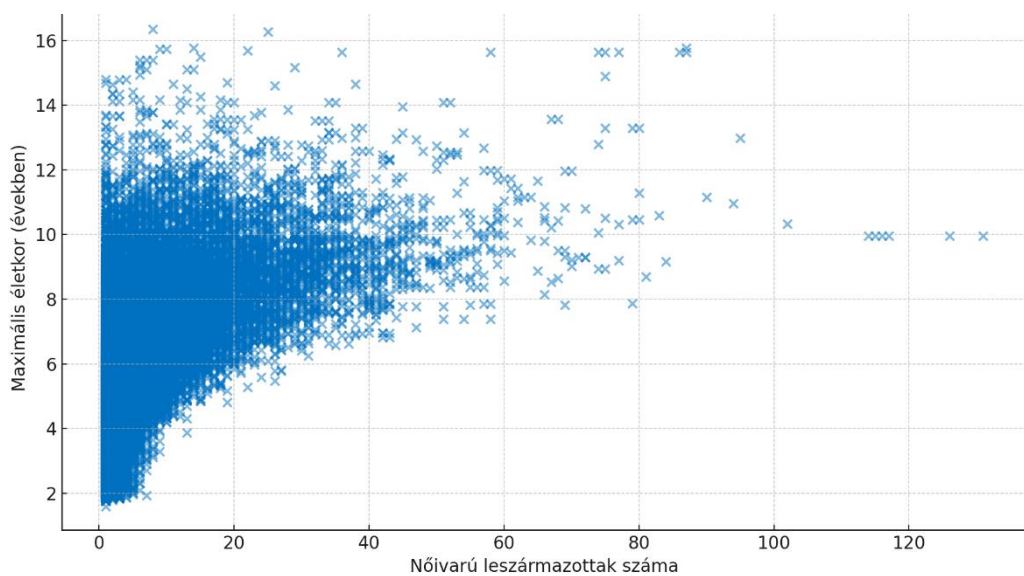
A továbbiakban a nőivarú leszámazottak száma és az életkor közötti kapcsolatot vizsgáltuk. Ehhez Spearman-korrelációs elemzést végeztünk. A leszámazottak száma a minimum életkor, a maximum életkor és az átlag életkor közötti kapcsolatot a 15-17. ábrán szemléltettük.



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



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



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

A korrelációs elemzés elvégzése után a nőivarú leszármazottak száma és az átlag életkor között gyenge pozitív ( $r=0,270$ ) kapcsolatot találtunk. Ez statisztikailag szignifikáns ( $p=0,0$ ) kapcsolatot jelent. A nőivarú leszármazottak száma és a minimum életkor között negatív, közepesen erős ( $r=-0,502$ ) kapcsolat volt kimutatható. Ebből az a következtetés vonható le, hogy egy tehéncsaládban minél több leszármazott van a minimum életkor annál rövidebb. Ez a kapcsolat is szignifikáns ( $p=0,0$ ) volt. A leszármazottak száma és a maximum életkor erős, pozitív ( $r=0,675$ ) kapcsolat áll fenn, ami azt feltételezi, hogy minél több leszármazott van, annál hosszabb a maximum életkor. Szintén szignifikáns ( $p=0,0$ ) a kapcsolat. A nőivarú leszármazottak száma és az életkori jellemzők között szignifikáns kapcsolat van. A minimum életkorral negatív kapcsolat figyelhető meg, míg a maximum 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 kiválasztottuk minden telep öt legnépesebb tehéncsaládját és megvizsgáltuk 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	<b>0,65</b>	<b>0,54</b>	0,21	0,1	0
2	-0	1,00	-0,4	-0,3	-0,1	-0,2	-0,4
3	<b>0,65</b>	-0,4	1,00	0,39	0,27	-0,1	-0,1
4	<b>0,54</b>	-0,3	0,39	1,00	-0,1	0,3	0,46
5	0,21	-0,1	0,27	-0,1	1,00	-0,4	-0,4
6	0,06	-0,2	-0,1	0,34	-0,4	1,00	<b>0,75</b>
7	0	-0,4	-0,1	0,46	-0,4	<b>0,8</b>	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 elemeztük. A tőgyproblémák erős, pozitív, szignifikáns ( $r=0,65$ ,  $p<0,001$ ) kapcsolatot mutattak a leszármazottak számával. Ez a kapcsolat arra utalhat, hogy minél népesebb egy tehéncsalád, annál valószínűbb, hogy a leszármazottak között előfordulnak tőgyproblémák. A leszármazottak száma és a szaporodásbiológiai problémák között közepes erősségű, pozitív, szignifikáns ( $r=0,54$ ,  $p<0,001$ ) kapcsolatot mutattunk ki, vagyis a népesebb tehéncsaládok esetében szintén gyakoribb lehet a szaporodásbiológiai problémák előfordulása a leszármazottakban. A többi kikerülési ok (termelés, anyagforgalmi, mozgásszervi, egyéb problémák) és a leszármazottak száma között nagyon gyenge 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 megvizsgáltuk a kikerülési okok egymás közötti kapcsolatát is ebben a 60 legnépesebb tehéncsaládban. Az anyagforgalmi és a mozgásszervi problémák gyakorisága között erős ( $r=0,75$ ) korrelációt találtunk, vagyis az anyagforgalmi problémák gyakran vezethetnek mozgásszervi megbetegedéshez. Feltételezésünket 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 találtunk, vagyis a tőgyproblémák előfordulása bizonyos esetekben hatással lehet a szaporodásbiológiára. Az általunk 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**

A termelésből való kikerülési okok vizsgálatával kapcsolatban a tizenkét tehenészet adatbázisa alapján megállapítottuk, hogy 2015 és 2020 között a legnagyobb kikerülési arányt a szaporodásbiológiai rendellenességek mutatták, melynek mértéke 22% volt. Ezután a mozgásszervi problémák jelentették a következő nagyobb értéket, amelyek 21%-os arányt képviseltek. A harmadik legjelentősebb kikerülési ok az "egyéb" kategória volt, amely 17%-os arányt képviselt a vizsgált időszakban. Az anyagforgalmi betegségek miatt a tehenek 16%-a hagyta el a termelést. A tehenek 14%-a tőgyproblémák, míg 10%-a pedig a nem megfelelő termelés miatt került ki az állományokból. Bascom és Young, (1998), Ahlman és mtsai., (2011), Chiumia és mtsai., (2013) eredményei szerint a három legfőbb selejtezési ok a reprodukciós problémák, a tőgyproblémák és az elégtelen tejtermelés. Ezen megállapításhoz képest a telepek adatait összeségében vizsgálva, esetünkben a szaporodásbiológiai, a mozgásszervi és az egyéb egészségügyi problémák okozták a legnagyobb arányban a termelésből való kivonásokat. A telepenkénti kikerülési okok vizsgálata során megállapítottuk, hogy az anyagforgalmi problémák miatti kikerülések a J telepen mutatták a legmagasabb arányt (24%), míg a legalacsonyabbat a D telepen (3%). Az egyéb okokból történő termelésből való kivonás aránya a telepek közül a C telepen volt a legmagasabb (34%), míg a J telepen (10%) a legalacsonyabb. A mozgásszervi problémák miatti

kikerülés az F telepen volt a legjellemzőbb 28%-os aránnyal, míg az A telepen csak 3%-os volt az arány. A kikerülési okok közül a szaporodásbiológiai problémák a H telepen mutatták 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 tapasztaltuk, hogy alig vannak ki tehenet a termelésből nem megfelelő szintű tejtermelés miatt. A tőgyproblémák miatti kikerülések az A telepen fordultak elő legnagyobb mértékben (32%), míg a legkevesebb (4%) kikerülés tőgyproblémák miatt az F telepen volt. A statisztikai próba elvégzése után ( $\text{K}\chi^2 = 4285,249$ ;  $p = 0,0$ ) szignifikáns különbséget állapítottunk meg az egyes telepek kikerülési okai között.

A továbbiakban megvizsgáltuk a különböző kikerülési okok arányát a laktáció szám tekintetében. Az első és második laktációban a legmagasabb kikerülési arányt (25-27%) a szaporodásbiológiai problémák képviselték. Ezekben a laktációkban a termelési és tőgyproblémák miatti kikerülési arány képviselte a legkisebb értéket. A harmadik laktációtól kezdődően már a mozgásszervi problémák miatti kikerülések vették át a vezető helyet 20-22%-kal. Az anyagforgalmi problémák 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 Kruskal-Wallis teszt eredménye ( $p = 0,9885$ ) alapján nem állapítható meg szignifikáns különbség a laktáció száma és a kikerülési okok arányai között, vagyis megállapítható, hogy esetünkben a laktáció száma nem befolyásolta szignifikánsan a kikerülési okok arányát. Megállapítottuk 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 következő vizsgálat a termelésből kikerült tehenek tejének átlagos szomatikus sejtszám vizsgálata volt telepenként a próbafejési adatok alapján. Megállapítottuk, hogy a szomatikus sejtszám arányának eloszlása viszonylag egyenletes volt a vizsgált telepek között. A szomatikus sejtszám logaritmusainak mediánja között voltak eltérések (a B és a C telepek mediánjai alacsonyabbak, a G telepé magasabb volt), de ezek az eltérések nem voltak jelentősek. Ezután megvizsgáltuk a szomatikus sejtszámok 10-es alapú logaritmusának átlagát kikerülési okok szerint egyes telepeken. A kikerülési okok tekintetében az anyagforgalmi, a szaporodásbiológiai és a tőgyproblémákhoz társult kiugró érték. A legmagasabb átlagos szomatikus sejtszám a G telepen volt megfigyelhető, leginkább az anyagforgalmi és tőgyproblémák esetében. Az eredmények alapján az egyes telepek menedzsmentjében és állategészségügyi protokolljaiban jelentős különbségek mutatkoztak. A G telep kiemelkedően magas szomatikus sejtszáma további vizsgálatot igényelhet, míg a B és H telep jó menedzsmentet mutatott a kapott eredmények alapján. A termelésből való kivonások vizsgálatával kapcsolatban javasolt lenne a kikerülési okok telepírányítási rendszerben való még pontosabb rögzítése, 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. A szomatikus sejtszám nyomon

követése, főként az ellés utáni időszakban segíthet egyéb más betegségek kiszűrésében is.

## **5.2. A tőgyödéma vizsgálatával kapcsolatos következtetések és javaslatok**

A tőgyödéma vizsgálatával az volt a célunk, hogy a vizuális értékelés mellett egy objektívebb fizikális vizsgálati módszerrel járjunk hozzá a tőgyödéma értékelési rendszeréhez. Erős pozitív kapcsolatot találtunk az ujjlenyomat fennmaradása és az ödéma súlyossága között, vagyis minél súlyosabb az ödéma mértéke, annál tartósabb az ujjbegy által okozott benyomódás mértéke. Ez arra utal, hogy az ujjlenyomat fennmaradásának ideje felhasználható az ödéma súlyosságának értékelésére. Az ödéma és a tőgy kezelése között nem találtunk összefüggést. Ugyanakkor szignifikáns pozitív összefüggést ( $p=0,014$ ) tudunk kimutatni az ödéma előfordulása és a szaporodásbiológiai kezelések gyakorisága között. Ezen vizsgálati eredmények arra engednek következtetni, hogy az ödéma, mint anyagcserezavar inkább a szaporodásbiológiai betegségekkel és kezelésekkkel hozható összefüggésbe. 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.

A jövőben a megállapítások megalapozottságának növelése érdekében további vizsgálatok elvégzése javasolt további tehenészetek és vizsgálatok bevonásával. Továbbá célszerű lenne tesztelni a tőgygyulladásban

szenvedő tehenek tőgybőr rugalmasságának mérésére kifejlesztett dinamométert az ödémával kapcsolatos vizsgálatok során.

### **5.3. A mikroszimulációval kapcsolatos következtetések és javaslatok**

A mikroszimuláció megalkotása és lefuttatása után az eredmények alapján arra következtettünk, hogy a vemhesülési arány növelése elsősorban nem a tejhozamot befolyásolja (az eredmények azt mutatják, hogy a tejhozamban alig van különbség), hanem nagyobb lehetőséget biztosít a szelekcióra. Az eredmények azt mutatták, hogy a vemhesülési arány növelésével sikeresen csökkenthető a két ellés közötti idő hossza, de a javuló vemhesülési arány nem mutatott jelentős növekedést a tejtermelésben. A gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy a legtöbb irányított selejtezési döntés az elégtelen tejtermelés miatt születik. A kutatás során egy módszertani fejlesztés történt. A Szegedi Tudományegyetem TTIK Informatikai Intézet Számítógépes Optimalizálás Tanszék kutatói közreműködésével kifejlesztésre került egy saját modell, amely mikroszimulációval működik, és képes figyelembe venni a tehénállományok kontextusát. Ez a szimuláció jelen esetben két paraméter vizsgálatára lett használva, melyek a következők voltak: a vemhesülési arány és a laktáció azon napja, amikor a selejtezési döntést meg kell hozni. Azt is megfigyeltük, hogy e két paraméter változásának milyen hatása van a tehénlétszám alakulására. Természetesen ezt a szimulációt mindig a tejtermelő gazdaságok sajátosságaihoz és körülményeihez kell igazítani.

## **5.4. A tehéncsaládok összehasonlító vizsgálatával kapcsolatos következtetések és javaslatok**

A nőivarú leszármazottak száma és az életkori tényezők közötti összefüggések vizsgálata során a következő megállapításokat tettük. A nőivarú leszármazottak száma és átlagos életkor között gyenge pozitív kapcsolatot mutattunk ki. Ez a gyenge pozitív kapcsolat arra utalhat, hogy a több nőivarú leszármazottal rendelkező tehenek utódai általában hosszabb ideig élnek, de a kapcsolat gyengesége miatt ez nem tekinthető meghatározónak. Bár a pozitív kapcsolat gazdaságilag kedvező, de mivel az átlagos életkor emelkedése csekély mértékű, ez nem lehet elsődleges szempont a tenyésztés során. A nőivarú leszármazottak száma és a minimum életkor közötti kapcsolat azt sugallja, hogy azoknál a teheneknél, amelyeknek több nőivarú leszármazottjuk van, az utódok között alacsonyabb életkorú egyedek is előfordulnak. Ez jelezheti, hogy az ilyen tehenek utódai között nagyobb a fiatalabb állatok aránya, ami gyorsabb generációváltást és nagyobb reprodukciós aktivitást feltételez. A tenyésztési programokban az ilyen tehenek hasznosak lehetnek a gyors szaporulat érdekében, de ez a negatív kapcsolat figyelmeztethet arra is, hogy az utódok esetleg kevésbé életképesek, vagy gyorsabban kiöregednek. Nőivarú leszármazottak száma és maximum életkor között pozitív kapcsolatot véltünk felfedezni, vagyis, azok a tehenek, amelyeknek több nőivarú leszármazottjuk van, hosszabb élettartamú utódokat produkálnak. Ez azt sugallja, hogy ezek a tehenek jobb genetikai tulajdonságokkal rendelkezhetnek, például jobb egészségi állapot vagy jobb adaptációs képességek. Ezek a tehenek különösen értékesek lehetnek, mert az utódaik hosszabb ideig maradhatnak produktívak, ami

gazdaságilag előnyös. A maximum életkorral való pozitív kapcsolat fenntarthatósági előnyt biztosít a tenyészetek számára. Vélhetően a több utóddal rendelkező tehéncsaládból származó tehenek különösen értékesek lehetnek, ha az utódaik maximum életkora magas. Ezeknek a családoknak a továbbörökítése kedvező lehet a hosszabb hasznos életű és tartósabban termelő egyedek érdekében. A minimum életkorral való negatív kapcsolat viszont figyelmeztethet a gyors generációváltás és esetleges egészségügyi kockázatok lehetőségére. Azok a tehéncsaládok, melyek utódai hosszabb életűek (pozitív korreláció a maximum életkorral), gazdaságilag előnyösebbek, mert a termelési hatékonyság hosszabb időtávon fenntartható. A hosszabb életkorral és hasznos életkorral rendelkező tehenek támogatása javíthatja a tehenészetek fenntarthatóságát és csökkentheti a selejtezések szükségességét, ami költséghatékonyabb és fenntarthatóbb megoldást jelenthet. Javasoljuk a kapott eredmények alapján a tehenek kiválasztásánál a maximum életkorral kapcsolatos pozitív összefüggés figyelembevételét és kihasználását. Javasolt lenne a vizsgálatot kibővíteni és mélyebben elemezni a szaporodásbiológia, a tejtermelés és az életkor közötti kapcsolatot, hogy komplexebb képet kapjunk. Ez az elemzés segíthet a tenyésztési és gazdálkodási döntések optimalizálásában.

A telepenként öt legnépesebb tehéncsalád esetében azt vizsgáltuk, hogy milyen kapcsolat áll fenn a leszármazottak száma és azok kikerülési okai között, illetve megvizsgáltuk az egyes kikerülési okok gyakorisága közötti kapcsolatot is. Megállapítottuk, hogy a tőgyproblémák erős, pozitív, szignifikáns ( $r=0,65$ ,  $p<0,001$ ) kapcsolatot mutattak a leszármazottak számával. Ez a kapcsolat arra utalhat, hogy minél népesebb egy tehéncsalád, annál valószínűbb, hogy a leszármazottak között előfordulnak

tőgyproblémák. A leszármazottak száma és a szaporodásbiológiai problémák között közepes erősségű, pozitív, szignifikáns ( $r=0,54$ ,  $p<0,001$ ) kapcsolatot mutattunk ki, vagyis a népesebb tehéncsaládok esetében szintén gyakoribb lehet a szaporodásbiológiai problémák előfordulása a leszármazottakban. Annak ténye, hogy ez a két kikerülési ok szignifikánsan kapcsolódik a nőivarú leszármazottak számához, megerősíti azt a javaslatunkat, hogy nagyobb létszámú tehéncsaládoknál érdemes kiemelt figyelmet kell fordítani ezekre a problémákra. A többi kikerülési ok (termelés, anyagforgalmi, mozgásszervi, egyéb problémák) és a leszármazottak száma között nagyon gyenge kapcsolat volt megfigyelhető, vagyis ezek a problémák vélhetően nem a család méretéhez kapcsolódnak, hanem sokkal inkább az egyediség, a környezeti tényezők és a genetikai tényezőkől erednek. Az anyagforgalmi és a mozgásszervi problémák gyakorisága között erős ( $r=0,75$ ) korrelációt találtunk, vagyis az anyagforgalmi problémák gyakran vezethetnek mozgásszervi megbetegedéshez. Ez az erős szignifikáns kapcsolat azt jelzi, hogy javasolt lenne ezeket a problémákat integráltan kezelni. A tőgyproblémák és a szaporodásbiológiai problémák között közepes ( $r=0,39$ ) kapcsolatot találtunk, vagyis a tőgyproblémák előfordulása bizonyos esetekben hatással lehet a szaporodásbiológiára. Az általunk kapott eredményekhez képest egyes szakirodalmi források sokkal erősebb, pozitív kapcsolatot írnak le ezen két betegségcsoport között, ezért ebben az esetben is célszerű lehet az együttes kezelés.

## 6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

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

1. A termelésből való kikerülés az első (26,66%) és a második (26,96%) laktációban a legnagyobb arányú. Az első, második, harmadik és a további laktációkban a két legjelentősebb kikerülési ok a szaporodásbiológiai problémák és a mozgásszervi problémák. Nem tapasztalható ( $p=0.9885$ ) szignifikáns különbség a laktáció száma és az egyes kikerülési okok arányai között.
2. A különböző gyógyszeres kezelések az első és második laktációban a legnagyobb arányúak (30,9 és 24,7%). Az adott laktáció első 50 napjában, majd a 251. és 400. napja közötti időszakban a legnagyobb arányú a gyógyszeres kezelések száma. Szignifikáns különbség ( $p=0,0029$ ) tapasztalható a különböző laktációs szakaszok gyógyszeres kezeléseinek aránya között. Az ellés sorszámában esetünkben nem hat szignifikánsan ( $p=0,6081$ ) a gyógyszeres kezelések gyakoriságára.
3. A különböző kikerülési okok esetében a szomatikus sejttség eloszlása hasonló, bár néhány kategóriában (különösen a reprodukciós, tőgy és az anyagforgalmi problémák esetében) vannak kiugró értékek, amelyek magasabb sejttszámot jeleznek, de ez nem minősült jelentős eltérésnek.

4. Megállapítottuk, hogy esetünkben a tőgy ödéma mértékének csökkenésével szignifikánsan ( $p=0,029$ ) csökken a kondíció pontszáma. Vélhetően ez a látszólagos összefüggés a laktáció kezdeti szakaszára jellemző energiahiánynak tudható be.
5. 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. Megfigyeltük, hogy 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.
6. Közepesen erős kapcsolatot találtunk 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 tőgy bőr 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. A Khí-négyzet érték (12,2445,  $df=1$ ) az alkalmazott 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 kimenetelének

súlyossága szignifikánsan összefügg az ujjlenyomat fennmaradásával, a bőrgyógyászati rugalmasságával.

7. A mikroszimuláció eredményei alapján megállapítottuk, hogy a vemhesülési arány növelése sikeresen csökkentette a két ellés közötti időt, azonban a javuló vemhességi arány nem eredményezett jelentős növekedést a tejtermelésben. Továbbá a vemhesülési arány 50%-ra való növelésével az ellési intervallum 389-395 napra csökkenthető. A szimuláció további eredményei alapján szintén megállapításra került, hogy a napi tejtermelés nem mutatott jelentős különbséget a 20% és 50%-os vemhesülési arányok között. A selejtezés időpontja (ellés utáni 300., 350. vagy 400. nap) nem befolyásolta jelentősen a termelési eredményeket. A hosszabb laktációs periódus nem mutatott szignifikáns gazdasági előnyt.
8. Tehéncsaládok összehasonlításakor a korrelációs elemzés elvégzése után a nőivarú leszármazottak száma és az átlag életkor között gyenge pozitív, de szignifikáns ( $r=0,270$ ,  $p=0,0$ ), a minimum életkor között negatív, közepesen erős, szignifikáns ( $r=-0,502$ ,  $p=0,0$ ), míg a maximum életkor erős, pozitív, szignifikáns ( $r=0,675$ ,  $p=0,0$ ) kapcsolatot állapítottunk meg.
9. A telepek legnépesebb tehéncsaládjait vizsgálva a nőivarú leszármazottak és a kikerülési okok gyakoriságának kapcsolatát elemezve megállapítottuk, hogy a tőgyproblémák erős, pozitív, szignifikáns ( $r=0,65$ ,  $p<0,001$ ) kapcsolatot, míg a szaporodásbiológiai problémák közepes erősségű, pozitív,

szignifikáns ( $r=0,54$ ,  $p<0,001$ ) kapcsolatot mutattak a leszármazottak számával. A leszármazottak kikerülési okai között kapcsolat vizsgálatkor megállapítottuk, hogy az anyagforgalmi és a mozgásszervi problémák gyakorisága között erős ( $r=0,75$ ), 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 2,1, mely azt jelenti, hogy a teheneink igen fiatalon selejtezésre kerülnek. Disszertációm témaválasztásnak alapjául ez szolgált. Szerettük 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 vizsgáltuk 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 tehen között változott. A disszertáció további részében egy Csongrád-Csanád vármegyei tehenészetben elvégeztük a tőgyödéma vizsgálatát és kidolgoztuk annak egy újabb értékelési módját. A következő lépés a selejtezés helyes időpontjának megválasztásához egy mikroszimuláció megalkotása volt, melyben a Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar, Informatikai Intézet Számítógépes Optimalizálás Tanszék kutatói voltak a segítségemre. A szimuláció elkészítéséhez hat dél-alföldi 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 vizsgáltuk egyes tehéncsaládok esetében 1990 és 2020 között. Összefüggéseket kerestünk a tehéncsalád leszármazottainak száma, azok átlag, minimum és maximum életkora, valamint a kikerülési okaik között.

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

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

A tehéncsaládok összehasonlító értékelésekor megállapítottuk, hogy a nőivarú leszármazottak száma negatívan befolyásolja az átlagos életkort, illetve a minimum és maximum életkor pozitívan korrelál az átlagos életkorral. Célszerű lehet a tehéncsaládok hatásának további mélyrehatóbb vizsgálata. A legnépesebb tehéncsaládok esetében a leányutódok legnagyobb mértékben szaporodásbiológia és tőgyproblémák miatt selejteződtek ki, ezért javasolt a családfa vizsgálata a tehenek oldaláról is. A tehéncsaládok leszármazottainak kikerülési okainak vizsgálatakor megállapítottuk, hogy az anyagforgalmi és a mozgásszervi problémák gyakorisága között erős kapcsolat van, vagyis az anyagforgalmi problémák gyakran vezethetnek mozgásszervi megbetegedéshez. Ez az erős szignifikáns kapcsolat azt jelzi, hogy javasolt lenne ezeket a problémákat integráltan kezelni. A tőgyproblémák és a szaporodásbiológiai problémák között közepes kapcsolatot találtunk, vagyis a tőgyproblémák előfordulása bizonyos esetekben hatással lehet a szaporodásbiológiára.

## 8. SUMMARY

The average lactation rate for the domestic Holstein-Friesian herd is 2.1, which means that our cows are culled at a very young age. This was the basis for the choice of topic for my dissertation. We wanted to investigate in more detail the reasons for and frequency of cow withdrawal from production in large-scale cattle farms in Hungary, and how the different reasons for culling are distributed in each lactation. The reasons for the culling of twelve large-scale dairy farms between 2015 and 2020 were investigated. 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, we 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 microsimulation 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 in the South Great Plain 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, we examined the frequency of the reasons for culling for individual cow families between 1990 and 2020. We looked for correlations between the number of descendants of a cow family, their average, minimum and maximum age and the reasons for their culling. In these studies, we found that the highest culling rates in the farms were caused by reproductive biology disorders, leg problems and other diseases

average, so it is advisable to improve the farm management in this direction. A strong positive relationship was found between fingerprint persistence and udder oedema severity. The time of fingerprint persistence can be used to assess the severity of udder oedema and it is recommended to incorporate it into the site routine. After running the microsimulation, 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, we found that the number of female descendant had a negative effect on mean age and that minimum and maximum age correlated positively with mean age. 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 discarded due to reproductive biology and udder problems, and it is therefore recommended to investigate the pedigree from the dam side. When examining the causes of cow family descendant culling, it was found that there is a strong correlation between the prevalence of metabolic and locomotor problems, i.e. metabolic problems can often lead to locomotor disease. This strong significant relationship indicates that it would be advisable to address these problems in an integrated way. A medium relationship was found between udder problems and reproductive biology problems, i.e. the occurrence of udder problems may in some cases affect reproductive biology.

## 9. IRODALOMJEGYZÉK

1. 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>
2. 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>
3. Ahlers, D. (1977): Occurrence and treatment of postpartum edema of cattle. *Praktische Tierarzt*, 58 (Suppl.): 100–104.
4. 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>
5. Akaike, H. (1974): A new look at the statistical model identification. *IEEE transactions on automatic control*, 19 (6), 716-723. DOI: [10.1109/TAC.1974.1100705](https://doi.org/10.1109/TAC.1974.1100705)
6. 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)
7. Al-Ani, F. K. A. R. (1984): Udder Edema in Cattle. Kansas State University.
8. Al-Ani, F., Vestweber, J. G. E. (1986): Udder edema: An updated review. *Veterinary Bulletin*, 56:763–769.
9. 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>
10. 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)

11. 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.
12. 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>.
13. 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)
14. 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>
15. 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.).
16. 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>.
17. 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.
18. 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>
19. 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>
20. Bareille, N., Beaudéau, 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)
  21. 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)
  22. Beaudéau, F. (1995): Cow's health and farmer's attitude towards the culling decision in dairy herds. PhD. Diss., Wageningen Agric. Univ., Wageningen, The Netherlands.
  23. Beaudéau, 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>
  24. 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)
  25. 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>
  26. Berry, P. (2021): Godet's sign: what is it, diagnosis, diseases. Warbletoncouncil.  
<https://warbletoncouncil.org/signo-de-godet-2394#menu-1> (Hozzáfértés dátuma: 2024. 05. 07.).
  27. Berta, A., Béri, B. (2011): A hasznos élettartam és a küllem kapcsolatának elemzése holstein-fríz teheneknél. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 60. 47-55.

28. 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>
29. Bíró O., Ózsvári L. (2006): *Állat-egészségügyi Gazdaságtan*. Szent István Egyetem Állatorvostudományi Kar Állat-egészségügyi Igazgatástani és Agrárgazdaságtani Tanszék, Budapest, 161.
30. Bíró, G. (2014): *Élelmiszer-higiéna*. Agroinform Kiadó. Budapest, 531 p.
31. 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)
32. Borbély, Cs., Pupos, C., Szabari, M. (2022): Fedezeti pont alkalmazási lehetőségei a tejtermelésben. *Gazdálkodás*, 66 (2), 117-128.
33. 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>
34. 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>
35. 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>
36. 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)
37. Canadian Dairy Information Centre. (2019): Culling and replacement rates in dairy herds in Canada. *genetics-cull\_e.pdf* (dairyinfo.gc.ca). *(Hozzáférés dátuma: 2020. 10. 22.)*

38. 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).
39. 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> (Hozzáfértés dátuma: 2024. 03. 13.).
40. 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>
41. 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.
42. 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)
43. 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>
44. 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.)
45. Cook, N. B. (1998): Severe udder oedema and teat necrosis in related dairy heifers. *The Veterinary Record*, 142 (11), 287.
46. Davis, H. P., Trimberger, G. W. (1941): Premilking of heavy producers. *Holstein-Friesian World* 38 427–428.
47. De Rensis, F., Lopez-Gatius, F., García-Ispierto, I., Morini, G., Scaramuzzi, R. J. (2017): Causes of declining fertility in dairy cows during the warm season.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.12.024>

48. De Vliegher, 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>
49. 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/> (Hozzáfézés dátuma: 2023. 11. 05.).
50. 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>
51. 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>
52. 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](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69371/pb6492-cattle-scoring-diary020130.pdf) (Hozzáfézés dátuma: 2020. 09. 17.).
53. 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)
54. 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>

55. 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)
56. 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>
57. Doornewaard, G. J., Reijs, J. W., Beldman, A. C. G., Jager, J. H., Hogeveen, 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>.
58. 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.
59. 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)
60. 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>
61. 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)
62. 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)
63. 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>
64. 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)
65. 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>
66. Fekete, S. (1993): Fajok takarmányozása (Részletes takarmányozástan). Az Állatorvostudományi Egyetem jegyzete Budapest. 232-235
67. 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>
68. Fetrow, J. (1987): Culling Dairy Cows. Proceedings of the Twentieth Annual Conference. American Association of Bovine Practitioners. Phoenix, Arizona. 20. 102-107.
69. 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).
70. Fodor I., Búza L., Ózsvári L. (2016): Nagy létszámú hazai tejelő szarvasmarhatelepek teheneinek főbb szaporasági mutatói és szaporodásbiológiai menedzsmenete. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 138, 653-662.
71. 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>
72. 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>
73. 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>
74. 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.
75. 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.
76. 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)
77. 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.
78. 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)
79. 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)
80. 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>
81. 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>

82. 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>
83. Gröhn, Y. T., Eicker, S.W., Ducrocq, V., Hertl, J. A. (1998): Effect of diseases on the culling of Holstein dairy cows in New York State. *Journal of Dairy Science* 81. (4): 966–978. DOI: [10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75657-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75657-7)
84. 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)
85. 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).
86. Grunert, E., Hoedemaker, M., Weigt, U. (1996): Euterkrankheiten. In: Grunert E (eds.), *Buiatrik Band 1*. Schaper, Alfeld Hannover, 24–27.
87. Gulyás, L. (2002): A nyers tej szomatikus sejtszámát befolyásoló néhány biológiai és környezeti tényező vizsgálata. Doktori (PhD.) értekezés. Mosonmagyaróvár, 163.
88. 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>
89. 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)
90. 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)

91. 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>
92. 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)
93. Harmon R. J. (1994): Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *Journal of Dairy Science*. 77. (7): 2103–2112. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77153-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77153-8)
94. Hayes, R. L., Albright, J. L. (1976): Older heifers have more severe edema. *Hoard's Dairyman*, Jan. 25:75.
95. 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>
96. Hetzel, H., Bölcsházy, K. (1952): Állatorvosi szülészeti II., 3. átdolgozott kiadás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 623.
97. Hillerton, J. E. (2022): Diseases of Bovine Teat and Skin. Modified Oct., 2020. Merck Manual 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.).
98. 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)
99. Hofmann, W., Hofmann, H., Ózsvári, L. (2013): Gyakori szarvasmarha-betegségek. Megelőzés és kezelés. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara, Budapest, 254 pp.

- 100.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>
- 101.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.)
- 102.Holstein-fríz Tenyésztők Egyesülete. Laktációs termelések (2022): Online elérhető: [www.holstein.hu/teb/lakt.pdf](http://www.holstein.hu/teb/lakt.pdf) (Hozzáférés dátuma: 2023. 03. 28.)
- 103.Horváth, Gy. (1982): A tőgygyulladás elleni védekezés. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, 326.
- 104.Horváth, Gy. (1983): Tőgybetegségek. 440-468 pp. In: Szarvasmarhaegészségtan. (Szerk. HORVÁTH Z.) Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 538 p.
- 105.Hsu, H., Lachenbruch, P. A. (2014): Paired t test. *Wiley StatsRef: statistics reference online*. <https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat05929>
- 106.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.pvetmed.2008.04.003>
- 107.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>
- 108.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>.
- 109.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>
- 110.Jánosi, Sz., Rónai, Zs., Dán, Á., Glávits, R., Barta, E. (2012): „Egzotikus” kórokozók okozta tőgygyulladások Magyarországon: Prototheca, gombák, corynebacteriumok és mycobacteriumok.  
<https://magyarmezogazdasag.hu/2012/01/26/egzotikus-korokozok-okozta-togygyulladasok-magyarorszagon-prototheca-gombak> (Hozzáférés dátuma: 2020. 04. 24.)

111. 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>
112. 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>
113. 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.
114. 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)
115. Kielwein, F. (1976): *Leitfaden der Milchkuhe und Milchhygiene*. Paul Parey Verlag. Berlin und Hamburg.
116. 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>
117. 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.
118. Kovács P. (2017): A Prototecha és a tőgygyulladás. *Magyar Mezőgazdaság*. 72. évf. 35. szám 38-39. o.
119. Kovács, P. (2020): A tőgygyulladás diagnosztikája és kezelése robotizált fejőrendszerekben. *Holstein Magazin*. 28. 34-37.
120. 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.*)
121. 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.
122. Kumar, A., Mandal, R. S., Bhatt, S., Kumar, A. (2024): Physiological Edema.

- Periparturient Diseases of Cattle, 331-338.
123. Kutas F. (1987): A vízforgalom és zavarai. 132-139 p. In: BRYDL E. (szerk.): A szarvasmarha anyagforgalmi betegségei és mérgezései. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 302.
124. 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)
125. 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)
126. 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.
127. 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>
128. 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)
129. 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.).
130. 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](http://www.woundsinternational.com/pdf/content_175.pdf) [https://www.ons.org/node/134686?display=pepnavigator&sort\\_by=created&items\\_per\\_page=50](https://www.ons.org/node/134686?display=pepnavigator&sort_by=created&items_per_page=50) (Hozzáférés dátuma: 2023. 12. 09.).
131. Magda S. (2003): Az állattenyésztés szervezése és ökonómiája. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. 211 pp.

132. 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)
133. Martin, W. B. (1973): Bovine mamillitis: Epizootiologic and immunologic features. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 163. 915-91.
134. 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>.
135. 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)
136. 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>
137. 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.
138. 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>
139. 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)
140. 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>

141. 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>
142. 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>
143. Monostori, A., Dégen, L. (2017): Tőgygyulladások diagnosztikai lehetőségei. *Állategészség és Takarmányozás*. 2017. április 10-13. [http://static.atkft.hu/Cikkek/Allateu/Togy\\_201704.pdf](http://static.atkft.hu/Cikkek/Allateu/Togy_201704.pdf) (Hozzáférés dátuma: 2021. 05. 28.).
144. 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>
145. Morrow, D. A., Schmidt, G. H. (1964): Udder edema. Anita. Health Div., CIBA Pharm. Co., Summit, NJ.
146. 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.).
147. 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.
148. Muldoon, J. (2011): Assessment and monitoring of oedema. *Journal of Community Nursing*, 25 (6), 26-28.
149. 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>

150. Myung, I. J. (2003): Tutorial on maximum likelihood estimation. *Journal of mathematical Psychology*, 47 (1), 90-100. [https://doi.org/10.1016/S0022-2496\(02\)00028-7](https://doi.org/10.1016/S0022-2496(02)00028-7)
151. 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)
152. 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>
153. 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>
154. 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.
155. 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>
156. 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.
157. Ózsvári, L. (2007): Mibe kerül a korai selejtezés? *Magyar Mezőgazdaság*, (62. évf.) 6. sz. 16-17. p.
158. Ózsvári, L., Kerényi J. (2004): A szaporodásbiológiai zavarok által okozott gazdasági veszteségek számszerűsítése egy nagyüzemi holstein-fríz tehenészetben. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 126, 523-531
159. 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.
160. 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](http://static.atkft.hu/Cikkek/Allateu/Togy_201708.pdf) (Hozzáférés dátuma: 2021. 06. 29.).
161. 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>
162. 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>
163. Potsubay, J., Szép, I. (1965): *Állategészségtan*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, 337.
164. 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>
165. 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).
166. 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>
167. 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*

<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2016.09.006>

168. 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)
169. 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.
170. 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.
171. 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>
172. 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.
173. 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.
174. Rilanto, T., Reimus, K., Orro, T., Emanuelson, U., Viltrop, A., Mõtus, K. (2020): Culling reasons and risk factors in Estonian dairy cows. *BMC Veterinary Research*. 16:173
175. 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>
176. 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)
177. 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>
178. 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>
179. 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>
180. 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>
181. Ryniewicz, Z. (1980): In: BASSALIK-CHABIELSKA, L.- RYNIEWICZ, Z. (ed) (1980): Resistant factors and genetic aspects of mastitis control. Proc. Int. Conf. Jablona-Poland, 285-303.
182. Sályi, Gy. (1959): Állatorvosi általános kóroktan. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, 365.
183. Sánchez, M. F., López, M. L., Hernandez Solís, M. (2013): El periparto de la vaca: apuntes prácticos. Editorial Servet. 152 p.
184. 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.
185. 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)
186. Šaric, M., Colovic-Šaric, Z., Vejin, M. (2022): Influence of mastitis on reproductive parameters in Holstein-Friesian cows. *Agro-Knowledge Journal*, 23. (2), 87-95. <https://doi.org/10.7251/AGREN2202087S>
187. 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)
188. 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)
189. 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>
190. Schwarz, G. (1978): Estimating the dimension of a model. *The annals of statistics*, 461-464. <https://www.jstor.org/stable/2958889>
191. 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>.
192. Seelemann, M. (1964): Zur Erfassung der subklinischen Rindermastitis durch die automatisierte Laktose Gehaltsbestimmung von Einzelgemelken. Diss. München.
193. 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)
194. 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)

195. 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)
196. 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)
197. 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)
198. 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.
199. 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)
200. 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)
201. 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.
202. 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>
203. 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>

204. Sussman, C., Bates-Jensen, B. (2006): Wound Care: A Collaborative Practice Manual for Health Professionals. 3rd Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
205. 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>
206. 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)
207. Systo Ltd. (2014): Riska telepírányítási program. Elérhető: <http://riska.hu/> (A szoftver nem szabadon hozzáférhető, a vizsgált tejtermelő tehenészetek érvényes licenc szerződéssel rendelkeznek.)
208. 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.
209. 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)
210. 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.)
211. Tóth, L., Bak, J. (2001): A minőségi tejtermelés technikája. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest. 217 p.
212. 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.
213. 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](https://www.spasb.ro/index.php/public_html/article/view/877)

214. Trayes K P, Studdiford J S, Pickle S, Tully A. S. (2013): Edema: Diagnosis and Management. *American Family Physician*, 88 (2), 102-110.
215. 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>
216. 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)
217. USDA/HAHMS (2018): Health and Management Practices on U.S. Dairy Operations 2014. USDA, February 2018, Report 3. (*Hozzáférés dátuma: 2023. 11. 02.*).
218. 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)
219. 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)
220. Várnagy, L. (2009): Szaporodásbiológiai kórformák és szülészeti betegségek. 169-189. In: *Az állategészség-védelem alapjai*. (Szerk.: Egri B.) Mezőgazda Kiadó, Budapest. 259 pp.
221. 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.
222. 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>

223. 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>
224. 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>
225. 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)
226. 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>
227. 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>
228. 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)
229. 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)
230. 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](http://whff.info/documentation/documents/typetraits/type_en_2005-2.pdf) (Hozzáférés dátuma: 2021. 08. 13.).
231. Wilcox, R. (2014): Kolmogorov-Smirnov Test: Basic. Wiley StatsRef: Statistics Reference Online. <https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat05873>

232. 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)
233. 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>
234. 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.*)
235. 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)
236. 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.
237. 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)
238. Zigo, F., Elečko, J., Farkašová, Z., Zigová, M., Vasil, 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>
239. 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

<i>1. táblázat:</i> Az állomány átlagos éves tejhozama a genetikai termelőképesség százalékában, a selejtezés mértékétől és az állomány kor szerinti összetételétől függően .....	16
<i>2. táblázat:</i> A vizsgált telepek és állományok néhány paraméterének bemutatása (2020. év).....	42
<i>3. táblázat:</i> A Gauss vegyes modell paraméterei az illesztett görbékre kapott esetben.....	55
<i>4. táblázat:</i> A kikerülési arány százalékos megoszlása laktációnként a vizsgált telepeken (2015-2020) .....	63
<i>5. táblázat:</i> A különböző gyógyszeres kezelések százalékos előfordulása a laktációs szakasz tekintetében (2015-2020).....	66
<i>6. táblázat:</i> Az alapvető változók leíró statisztikai (n=62 tehén).....	72
<i>7. táblázat:</i> A vizsgálati időszak alatt rögzített változók alapvető statisztikai mutatói (n=294 megfigyelés).....	74
<i>8. táblázat:</i> A vizsgált változók közötti korrelációs együtthatók (r) (a $p < 0,05$ szinten szignifikáns és a 0,25-öt elérő együtthatók félkövérrel vannak szedve). .....	77
<i>9. táblázat:</i> Az elforgatott (varimax normalizált) faktorsúlyok eredményei (a vastag betűvel írt súlyok $> 0,650$ ) .....	79
<i>10. táblázat:</i> A tehének tögyödémájának súlyosságát befolyásoló rugalmassági faktor logisztikus regressziós modelljének összefoglalása	82
<i>11. táblázat:</i> Havi átlagos vemhesülési arány a hat tejtermelő telepen...	83
<i>12. táblázat:</i> Az összes állomány tejhozam-adatai a vemhesülési arány (20-50%) és a tejtermelés csökkenése (300 nap-400 nap) függvényében .....	87

<i>13. táblázat:</i> A vemhesült tehenek adatainak alakulása a vemhesülési arány (20-50%) és a tejtermelés csökkenése (300 nap-400 nap) függvényében. ....	88
<i>14. táblázat:</i> Az őszanyák nőivarú leszármazottjainak alapvető életkori leíró statisztikái (n=308 500 nőivarú leszármazott) .....	95
<i>15. táblázat:</i> Az őszanyák nőivarú leszármazottjainak alapvető életkori leíró statisztikái (n=308 500 tehén) telepenkénti bontásban.....	96
<i>16. táblázat:</i> A nőivarú leszármazottak száma és azok kikerülési okainak gyakorisága közötti korrelációs együtthatók .....	100

## ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra: Az elléstől az első termékenyítésig eltelt idő eloszlásának alakulása a sűrűség függvényében, valamint az AIC értékkel illesztett első öt eloszlásfüggvény .....	52
2. ábra: A valós értékek és a közelítő szimulációs eredmények összehasonlítása .....	53
3. ábra: A vemhesség hosszára vonatkozó valós adatokra illesztett normális eloszlás: 1. sűrűségfüggvény, 2. Q-Q diagram, 3. eloszlásfüggvény, 4. P-P diagram. ....	54
4. ábra: A sikertelen termékenyítések közötti időintervallumok valós és multi Gauss-modellre való illesztése .....	56
5. ábra: A vemhes és a teljes állományra számított valószínűségi sűrűségértékek a termékenyítések számának függvényében .....	57
6. ábra: A valós és a generált adatok valószínűségi sűrűségeinek összehasonlítása. ....	59
7. ábra: A vizsgálatban résztvevő tehenészetek termelésből való kikerülési okainak alakulása (2015-2020) .....	61
8. ábra: A kikerülési arány hőtésképe telepek és kikerülési okok szerint (2015-2020).....	63
9. ábra: A termelésből való kikerülési okok arányának hőtésképe laktációnként a vizsgált telepeken (2015-2020).....	65
10. ábra: A termelésből kikerült tehenek utolsó próbafejésekor mért szomatikus sejtszámának eloszlása a vizsgált telepeken .....	68
11. ábra: A termelésből kikerült tehenek utolsó próbafejésekor mért szomatikus sejtszámának 10-es alapú logaritmus a kikerülési okok függvényében .....	69

12. ábra: A termelésből kikerült tehenek utolsó próbafejésekor mért szomatikus sejt számának 10-es alapú logaritmus a kikerülési okok függvényében telepenként .....	70
13. ábra: Az ödéma pontszámok és az ujjlenyomat fennmaradásának másodperces eloszlása a vizsgálati napok szerint .....	81
14. ábra: A hat tejtermelő tehenészetre szimulált, becsült laktációs görbe .....	86
15. ábra: A nőivarú leszármazottak száma és az átlag életkor közötti kapcsolat .....	97
16. ábra: A nőivarú leszármazottak száma és a minimum életkor közötti kapcsolat .....	98
17. ábra A nőivarú leszármazottak száma és a maximum életkor közötti kapcsolat .....	98

## 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 is, 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.

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](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 tejlő 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 tejlő 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. *19<sup>th</sup> Wellmann International Scientific Conference*, University of Szeged, Faculty of Agriculture, Hódmezővásárhely, 28<sup>th</sup> 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*” *18<sup>th</sup> Wellmann International Scientific Conference*. University of Szeged, Faculty of Agriculture, Hódmezővásárhely, 13<sup>th</sup> 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*” *17<sup>th</sup> Wellmann International Scientific Conference*. University of Szeged, Faculty of Agriculture, Hódmezővásárhely, 8<sup>th</sup> 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. *19<sup>th</sup> 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. *18<sup>th</sup> 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. *17<sup>th</sup> 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 posztetek 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](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 tehenek tejzsír 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 tejzsír 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 élehető 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.*