

# **SZAKDOLGOZAT**

**HORVÁTH NOEL DOMINIK**

**Mezőgazdasági Mérnöki Alapképzés BSc**

**KAPOSVÁR**

**2025**



**MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM**  
**KAPOSVÁRI CAMPUS**

**MEZŐGAZDASÁGI ÉS ÉLELMISZERIPARI GÉPEK TANSZÉK**

**Utófejés alkalmazásának gyakorlata különböző  
szarvasmarhatartó telepeken**

**SZAKDOLGOZAT**

**Készítette:**

**HORVÁTH NOEL DOMINIK**

**Mezőgazdasági mérnök alap szakos hallgató**

**Konzulens:**

**Dr. Lukács Aurél István**  
**egyetemi docens**

**Tanszékvezető:**

**Dr. Bártfai Zoltán**  
**egyetemi docens**

**KAPOSVÁR**  
**2025**

# Tartalomjegyzék

<b>1. Bevezetés</b> .....	1
<b>1.2 Célkitűzések:</b> .....	2
<b>2. Szakirodalmi áttekintés</b> .....	3
<b>2.1 A fejés és fejéstechnológia fejlődése</b> .....	3
2.1.1 A fejés technikai fejlődése .....	3
2.1.2 A fejőrendszerek fejlődése .....	5
<b>2.2 A tehenek gépi fejhetősége</b> .....	6
<b>2.3 Az utófejés szerepe és technológiája a fejési folyamatban</b> .....	7
2.3.1 A fejés folyamata és az utófejés szerepe .....	7
2.3.2 Utófejés, mint fogalom, élettani alapok és a célja .....	9
2.3.3 Utófejés technológiai és beállítási .....	11
2.3.4 Telepi protokollok az utófejés körül .....	12
2.3.5 Prevenció és higiéniai intézkedések az utófejésben .....	14
<b>2.4 Az utófejés és a tőgyegészség összefüggései</b> .....	15
2.4.1 A tejvisszamaradás és a tőgygyulladás kapcsolata .....	15
2.4.2 A túlfejés és a bimbóvég-károsodás kockázata .....	17
2.4.3 Szomatikus sejtszám (SCC) és utófejési gyakorlat összefüggései .....	17
2.4.4 A tőgygyulladás hatása a tej szomatikus sejtszámára és a tejhozamra .....	19
2.4.5 Tőgygyulladás felismerése, kezelése és megelőzése .....	20
<b>2.5 Gazdasági és állategészségügyi összefüggések</b> .....	21
2.5.1 Közvetlen és közvetett költségek .....	21
2.5.2 Tejveszteség, selejtezés és reprodukciós hatások .....	21
2.5.3 Antibiotikum-költségek és egyéb ráfordítások .....	22
2.5.2 Nemzetközi és hazai adatok .....	22
<b>2.6 A tej élelmiszergazdasági szerepe</b> .....	23
2.6.1 Tejfogyasztás alakulása .....	23
2.6.2 Tejtermék-fogyasztás .....	23
2.6.3 A tejtermelés és szakosított szarvasmarha-telepek helyzete .....	24
2.6.4 Tejipar aktuális állapota és feldolgozási trendek .....	25
2.6.5 Technológiai fejlődés a tejiparban .....	26
2.6.6 Egészségtudatos táplálkozás és a tej szerepe .....	27
<b>3. Anyag és módszer</b> .....	29
<b>4. Eredmények</b> .....	40
<b>4.1 A fejőgép levételi értékének vizsgálata automatizált rendszerben</b> .....	40
<b>4.2 A kézi utófejés hatásának vizsgálata a második telepen</b> .....	43
<b>4.3 A tőgyegészség és termelési mutatók vizsgálata automata fejőrobot rendszerben</b> ....	44
<b>5. Következtetések, és javaslatok</b> .....	47
<b>6. Összefoglalás</b> .....	48
<b>7. Irodalomjegyzék</b> .....	50
<b>8. Köszönetnyilvánítás</b> .....	54
<b>9. Mellékletek</b> .....	55
1. melléklet: Szomatikus sejtszám, fejési átlag és a levételi idő alakulása a 1. telepen .....	55
2. melléklet: A fejési és utófejési paraméterek mért adatai a 2. tehenészetben .....	56
3. melléklet: Egészséges tehen 11 napon keresztül mért fejési adatai a 3. telepen .....	57
4. melléklet: Tőgygyulladásos tehen 11 napon keresztül mért fejési adatai a 3. telepen .....	58
<b>10. Egyéb, kötelező mellékletek</b> .....	59

# 1. Bevezetés

Az ember már évszázadok óta, a világ számos pontján fogyaszt tejet és a belőle készült termékeket. Ezen készítmények kedvező élettani hatásaikkal fontos szerepet játszanak az egészséges, kiegyensúlyozott étrend kialakításában. A tej megannyi előnyös tulajdonsággal bír: többek között támogatja az immunrendszer megfelelő működését, segít a normál vérnyomás fenntartásában, illetve hozzájárul a csontok erősítéséhez. Magas fehérjetartalma mellett kalciumban, vitaminokban és ásványi anyagokban is gazdag, amelyek létfontosságúak a zavartalan növekedéshez és fejlődéshez.

A szakdolgozatom témájának kiválasztásakor a szarvasmarha, azon belül is a fejős tehenek vizsgálata mellett döntöttem, mivel a tejtermelés a hazai mezőgazdaság egyik meghatározó ágazata, amely mind gazdasági, mind élelmiszer-ellátási szempontból kiemelt jelentőségű. Különösen fontosnak tartom az utófejés gyakorlatának vizsgálatát, hiszen ez a művelet közvetlen hatással van a tőgy egészségére, a tej minőségre és hosszabb távon akár a gazdaság jövedelmezőségére is. Az utófejés szerepe telepenként eltérően jelenik meg, van, ahol következetesen alkalmazzák, máshol kevésbé, ami jó lehetőséget ad az összehasonlításra és a következtetések levonására.

Magyarországon jelenleg mintegy 190–200 ezer fejős tehen található, amelyek döntő többségét a holstein-fríz fajta adja. Az elmúlt évtizedekben a laktációs teljesítmény és ennek eredményessége jelentősen nőtt: egy tehen átlagos tejhozama ma már 9–10 ezer liter/év, míg néhány évtizede ez a szám jóval alacsonyabb, körülbelül 4–5 ezer liter/év körül alakult. A tejtermelés döntően nagyüzemi körülmények között zajlik, hiszen a tejelő szarvasmarhák több mint 85–90%-át nagyobb, iparszerűen működő telepeken tartják. Ez a koncentráció lehetőséget biztosít a korszerű technológiák, így a fejőházak és robotfejések elterjedésére, ugyanakkor nagy kihívást jelent a higiénia és a tőgyegészség fenntartása.

Az utófejés alkalmazása e környezetben különösen aktuális kérdés. A tejtermelés gazdaságosságát ugyanis nemcsak a literben mérhető mennyisége határozza meg, hanem a tej minősége és az állatok egészségi állapota is. A magas szomatikus sejtszám, illetve a tőgygyulladás komoly veszteségeket okozhat, és ezen problémák mérséklésében és megelőzésében az utófejés, mint egyszerű, mégis hatékony technológiai elem fontos szerepet

játszhat. Vizsgálata ezért nemcsak tudományos szempontból indokolt, hanem gyakorlati, a telepi menedzsment számára is hasznos következtetésekhez vezethet.

Az utófejés a fejés lezárását követő rövid kiegészítő művelet, amelynek célja a tőgyben visszamaradt tej teljes eltávolítása. Jelentősége több szempontból is kiemelkedő: egyrészt hozzájárul a tejhozam növeléséhez, hiszen a visszamaradt tej rendszeres eltávolításával hosszabb távon fokozható a tehén tejleadó képessége. Másrészt fontos szerepet játszik a tőgy egészségének megőrzésében: a tej pangás, illetve a tőgyben maradó tejmaradék kedvez a baktériumok elszaporodásának, ami növeli a tőgygyulladás kockázatát. Emellett pozitív hatással van a tehenek komfortérzetére is, hiszen a tőgy tehermentesítésével megelőzhetők a tőgy feszüléséből fakadó kellemetlenségek. Összességében az utófejés egyszerű, ám annál fontosabb eszköz a tejtermelés hatékonyságának és fenntarthatóságának biztosításában.

A szarvasmarha-állomány körültekintően történő teljes kifejése közvetlenül hozzájárul a gazdaság eredményességéhez. Amennyiben minden fejés alkalmával a lehető legtöbb tej kerül kiürítésre, úgy a napi termelés összeadódva jelentős többletet eredményez. Már néhány deciliter hiány minden tehenél, hosszabb időszakra vetítve jelentős kiesést okozhat. A tejhozam növekedése mellett a tej minősége is javul: alacsonyabb szomatikus sejtszám, kevesebb selejt tej, amely piaci szinten magasabb árat eredményezhet. Emellett a tőgygyulladások előfordulásának csökkenésével mérsékli az állategészségügyi kiadásokat és rövidíti az állomány kieső napjainak számát. Ennek következtében tehát a gondos, teljes kifejés nem csupán állategészségügyi szempontból fontos, hanem a telep hosszú távú jövedelmezőségét is biztosítja, hiszen egyszerre növeli a bevételt és mérsékli a veszteségeket.

A dolgozat témájának kiválasztásában személyes és szakmai érdeklődés is motivált. A tejtermelés és az állatjólét iránti elkötelezettség vezértelt, hiszen a megfelelő utófejés gyakorlása közvetlenül hozzájárul a tehenek egészségének megőrzéséhez és a tejtermékek megfelelő minőségének biztosításához. A céljaim, hogy alaposan megvizsgáljam az utófejés jelenlegi gyakorlatait, feltárjam az esetleges hiányosságokat és javaslatokat tegyek azok javításra.

## **1.2 Célkitűzések:**

1. Az utófejés és a tőgyegészség közötti összefüggések vizsgálata, különös tekintettel a szomatikus sejtszám alakulására és a fejesi beállítások hatásaira.

2. Az utófejés különböző technikai megoldásainak bemutatása és összehasonlítása, kisüzemi (kézi), gépi és robotizált fejőrendszerekben.
3. A fejéstechnológiai beállítások és az adatgyűjtés szerepének elemzése a tejtermelés hatékonyságának és higiéniai mutatóinak javításában.
4. A fejési folyamat optimalizálásának lehetőségeinek feltárása, különös tekintettel az automatizált rendszerek fejlesztési irányaira és az emberi beavatkozás szerepére.

## 2. Szakirodalmi áttekintés

### 2.1 A fejés és fejéstechnológia fejlődése

#### 2.1.1 A fejés technikai fejlődése

A tejhasznosítás legkorábbi időszakában a fejés csak és kizárólag kézzel zajlott, ami több évszázadon át meghatározta a tejjgazdaságokat. Bár ez a módszer egyszerű és közvetlen volt, de nagyobb állományok esetén nagyon munkaigényesnek bizonyult, eközben a higiéniai körülmények sem voltak megfelelőek. A tej közvetlen szennyeződésének kockázata magasnak bizonyult, ami nemcsak a minőségre, hanem az eltarthatóságra is hatással volt. Magyarországon a 19. század végéig gyakorlatilag kizárólag kézi fejést alkalmaztak, még a nagyobb gazdaságokban is, ami jól tükrözi ennek a technikának a hosszan tartó fennmaradását. (Smith, 2019)

A 19. század második felében indultak a gépesítésre irányuló kísérletek. Az első vákuumos fejőgépek megjelenése áttörést jelentett, de eleinte több problémával szembesültek, mivel a technológia nem illeszkedett megfelelően a tehén tőgyének élettani működéséhez. A vákuum túlzott használata gyakran tőgy irritációt és fertőzéseket okozott. A valódi fordulatot Gustaf de Laval 1890-es évekbeli fejlesztései hozták, aki olyan fejőgépet tervezett, amely egyenletes és folyamatos vákuummal működött, ipari méretben is gyártható volt, és ezzel megnyitotta az utat a gépi fejés széles körű elterjedése előtt. (DeLaval, 2023)

A 20. század első felében a gépi fejés lépésről lépésre vált globálisan elterjedtté. Az 1930-40-es évekre már több országban széles körben használták a fejőgépeket, elsősorban a Surge Milker és a Rotolactor típusokat, amelyek a tej vákuumos elvezetését és a fejés automatizálásának fokozását tették lehetővé (Mein és Reinemann, 2009). A fejéstechnika fejlődésének közvetlen kapcsolata volt a vákuumrendszerek és pulzátorok tökéletesítésével, amelyek egyre kíméletesebb és hatékonyabb fejést eredményeztek.

Magyarországon a mezőgazdaság második világháború után bekövetkezett modernizáció felgyorsította a gépi fejés elterjedését. Az 1960-as évek során a kézi fejés eljárása lényegében teljesen háttérbe szorult a közepes, illetve a nagyméretű gazdaságokban, mivel a fejőgépek a mindennapi üzemeltetési rutin elengedhetetlen részévé váltak. Ez az innováció nem csupán a foglalkoztatottak termelékenységét fokozta, hanem emellett elősegítette a tej tisztasági szintjének emelkedését és a tőgyek egészségügyi helyzetének előrehaladását is. (Ward és Hillerton, 1991; Szajkó, 1988). A gépi fejés alkalmazása új követelményeket támasztott az állomány-egészségügyben és a telepi menedzsmentben is: a vákuum stabilitása, a fejőgép karbantartása és a higiéniai tisztítási rendszerek, fertőtlenítési és mosási protokollok hatékonysága mind befolyásolták a tejminőséget.

A technikai fejlődés következő nagy állomása az automatizálás volt. Az 1980-as évektől kezdődően a fejőberendezések fejlődésen mentek keresztül, kiegészülve elektronikus vezérléssel, vákuumot szabályozó szelepekkel és tejáramlás-mérő, érzékelő szenzorokkal látták el. Ezek a komponensek tették lehetővé a fejés lefolyásának precízebb irányítását. Ezzel egy időben megjelentek a számítógépes gazdaságirányítási programok, melyek központilag gyűjtötték és értékelték ki a fejési adatokat. A fejéstechnológia ezzel a ponttal lépett be az automatizált korszakba, ahol a hangsúly már nem csupán a tej kinyerése, hanem a folyamat optimalizálása és folyamatos nyomon követése lett. (Zecconi és mtsai., 2020)

A 1990-es évek hozták el az automata fejőrobotok (AMS) megjelenését, melyek alapjaiban változtatták meg a tejtermelési szektort. Ezen a rendszerek segítségével lehetővé tették, hogy a tejelő szarvasmarha, saját ritmusa szerint, szabadon fejhetővé váljon, ezzel jelentősen csökkentve a rá nehezedő stresszt és növelve a kényelemérzetét. Az AMS technológia szenzorokra és kamerákra támaszkodik, ezeknek a segítségével automatikusan azonosítja az egyes tőgynegyedeket, majd precízen felhelyezi a fejőkelyheket. A rendszer valós időben, azonnal méri a tej mennyiségét, elektromos vezetőképességét, valamint a hőmérsékletét, így a fejés egyúttal komplett diagnosztikai folyamattá is vált (Zigo és mtsai., 2021). Manapság a fejőrobotokból származó adatokat már közvetlenül integrálják a telepi menedzsmentsoftverekbe, amelyek segítségével lehetővé teszik az egyedi állategészségügyi beavatkozásokat és a pontosan specifikált takarmányadagokat.

Napjaink fejéstechnológiai már a precíziós állattartás alapelveire épülnek. Ezek az automatizált berendezések úgymond “élő” adatokat gyűjtenek minden egyes jószágról, és az MI (mesterséges intelligencia) segítségével kiszűrják a normálistól való eltéréseket, legyen szó

akár egy közelgő tőgygyulladásról, vagy épp a tejhozam csökkenéséről. A fejés manapság már nem csupán a tej kinyeréséről szól, hanem egy integrált, adatvezérelt folyamat, ami a jószágok egészségének és a gazdaság eredményességének egyik kulcsfontosságú alkotórésze. (Stanek és mtsai., 2024)

A fejéstechnika ekkora arányú fejlődése szoros kapcsolatban állt a fejőrendszerek átalakulásával, amelyek a technológiai innovációkhoz, műszaki vívmányokhoz alkalmazkodva egyre eredményesebb és állatbarátabb berendezéseket tettek lehetővé. A fejőrendszerek fejlődését a következő fejezet mutatja be részletesebben.

### **2.1.2 A fejőrendszerek fejlődése**

A technológia fejlődés hozta újdonságok gyökeres változást idéztek elő: a fejés helyszíne és kivitelezése is alapvetően átalakult. A fejéstechnológiai eszközök fejlődése mellett legalább ilyen jelentős volt a fejőrendszerek átalakulása, melyek kritikus módon befolyásolták a telepi munkaszervezést és az állatok terelésének módját.

A kezdeti időszakban a fejés még az istállókban, a jószágok állóhelyén történt. Ezt nevezzük vezetékes fejőrendszernek (pipeline system), amelynél a fejőgépet közvetlenül a tehén mellé vitték, és a tej vákuumos csőrendszeren át jutott el a gyűjtő tartályba. Ez az eljárás még mindig sok energiát igényelt, ám mindeközben garantálta a tej zárt, vezetékes és higiénikus gyűjtését. (Mein és Reinemann, 2009)

A tejtermelés történetében az 1950 és 1960 közötti időszak hozta el az áttörést a fejési technológiában: ekkor jelentek meg a tandem, valamint a halszáлка (vagy más néven fishbone) elrendezésű fejőházak. Ezek közös jellemzője volt, hogy a fejőállások elrendezése révén, mely lehetett párhuzamos vagy szögletes, lehetővé vált több állat egyidejű fejése. A halszáлка-rendszer gyorsította a tehének cseréjét, ami rendezettebb, szervezettebb munkamenetet eredményezett, és csökkentette a fajlagos fejési időt. Ezt követték a párhuzamos elrendezésű rendszerek, ahol a tehén a fejőgödör felé merőlegesen állt, így még kevesebb lett a fejő személyzet mozgással töltött ideje. (Ward és Hillerton, 1991)

A nagyméretű, ipari jellegű tejtermelés hatékonyságát a karusszel (forgó, rotációs) fejőházak emelték új szintre. Ebben a rendszerben a tehén automatikusan fejhetővé válik, ahogy feláll a forgó platformra, majd a teljes kör megtétele után elhagyja a fejési területet. Ezek a modern berendezések akár több száz tehén óránkénti fejését is biztosítják, emellett pedig egyenletes

munkaterhelést adnak a kezelő személyzetnek. Hazánkban az 1980-as évektől kezdett elterjedni ez a rendszer, főleg a nagyobb telepeken. (Ivanyos és Ózsvári, 2021)

A 21. században a fejőrendszerek fejlődése az automatizált fejőállások (AMS) megjelenésével folytatódott. Ezek a berendezések már nemcsak a fejést végzik el, hanem adatokat is gyűjtenek az egyes tehenek tejhozamáról, szomatikus sejtszámáról és egészségi állapotáról. Ezen fejési eljárások gépesítése mellett, hogy mérsékelte a gazdaságok munkaerő iránti igényét, egyidejűleg megnövelte az informatikai rendszerek és a műszaki karbantartás fontosságát. (Zigo és mtsai., 2021)

A modern fejőrendszerek kialakítása ma már állatjóléti és higiéniai szempontok alapján történik: a tervezett mozgási útvonalak, a padozat biztonságos, csúszásmentes kialakítása, az ideális világítás és szellőztetés mind a stresszmentes fejési körülményeket hivatottak biztosítani. Az új generációs rendszerek a tej kinyerésén túl az állatok és az ember számára is kedvező munkafolyamatra, valamint a tisztaság és a működési hatékonyság egyidejű maximalizálására és optimalizálására törekednek.

## **2.2 A tehenek gépi fejhetősége**

A fejés technikai fejlődésével párhuzamosan egyre nagyobb figyelmet kapott az állatok egyedi fejhetősége, mely döntően befolyásolja a gépi fejés hatékonyságát és minőségét. A tehenek tőgyének felépítése és a tőgybimbók elhelyezkedése alapvetően befolyásolja, hogy milyen könnyedén és eredményesen helyezhetők fel a fejőkelyhek, illetve mennyire garantált a teljes tejleadás. Incze Péter (2009) kutatásai rávilágítottak arra, hogy a tőgy alakja, formája, továbbá a bimbók mérete, hossza, vastagsága és szögállása közvetlenül hat a fejőberendezés működésére, valamint a fejési rutin sikerességére. A kedvezőtlen tőgybimbó elhelyezkedés megnehezíti a fejőgép felhelyezését, ami nemcsak plusz időráfordítást igényel, ezzel idővesztést okoz, hanem növeli a részleges fejés és az utófejés hiányosságainak kockázatát.

A gépi fejhetőség, tehát szoros kölcsönhatásban áll a tőgyegészséggel és a tej minőségi paramétereivel is. Az olyan tehenek, amelyeknél a bimbók túl közel vagy túl távol helyezkednek el egymáshoz viszonyítva, gyakrabban mutatnak problémákat a fejés során, ami közvetett módon hat a szomatikus sejtszám emelkedésére és a mastitis (tőgygyulladás) előfordulására. A tenyésztési célok között ezért kiemelt szerepet kapnak az optimális fejhetőségi mutatók, mivel a gépesítés térnyerésével a termelési eredmények mellett

elengedhetetlen szelekciós kritérium lett a gépi feltételekhez való alkalmazkodási képesség is. (Incze, 2009)

## **2.3 Az utófejés szerepe és technológiája a fejési folyamatban**

### **2.3.1 A fejés folyamata és az utófejés szerepe**

A fejés a tejlő tehének napi rutinjának központi eleme, melynek célja a tőgyben termelődött tej teljes és higiénikus eltávolítása, az állat komfortjának és a tőgy egészségének megőrzése mellett. Napjainkban egyre szélesebb körben terjed el a napi 2, de akár 3 alkalommal történő fejés. A napi fejések száma különböző telepeken a csoportok tejleadása alapján változhat, mivel vannak olyan csoportok, akik kiemelkedő tejet képesek leadni akár napi 3 fejés alkalmával is. A folyamat lépései minden technológiai rendszerben (kézi, gépi vagy robotizált fejés) azonos logikai sorrendet követnek, de az automatizálás mértéke eltérő. Magyarországon elsősorban a gépi fejés a jellemző, míg a robotfejés az utóbbi években terjed egyre szélesebb körben. (Ivanyos és Ózsvári, 2021; Digitális Agrárakadémia, 2023)

#### **1. Állatmozgatás és nyugalom biztosítása**

A fejési folyamat az állatok fejőházba, robotba vagy fejési helyre történő bevezetésével kezdődik. A fejés előtti nyugalom létfontosságú, mivel a stressz (például ilyen lehet a zaj, sietség, durva bánásmód) gátolja az oxitocin hormon felszabadulását, ami a tejleadás idegi-hormonális szabályozásának alapja. A nyugodt, következetes bánásmód és a rutinszerű időzítés segíti az állatokat a fejési folyamat elfogadásában, és csökkenti a tejj vissamaradás kockázatát. (Ivanyos és Ózsvári, 2021).

#### **2. Előtisztítás és fertőtlenítés**

A fejés előtti tőgyelőkészítés célja, hogy a bimbőfelületről eltávolítsák a szennyeződések és kórokozókat, valamint elősegítsék a tejleadási reflex megindulását. A bimbókat fertőtlenítő oldattal kezelik (pl. jódd, klórhexidin vagy tejsav alapú szer), majd papírtörllővel szárazra törlik, robotfejésnél ezt a robot automatikusan elvégzi a beépített rendszereknek köszönhetően. Ez a lépés akár 50 %-kal is csökkentheti a bakteriális fertőzések előfordulását. (DeLaval, 2023; Magyar Mezőgazdaság, 2022)

### 3. Előfejés és tejevizsgálat

A fertőtlenítés után néhány tejsugarat kézzel lefejnek minden bimbóból. Ez a „forestripping” néven ismert művelet serkenti a tejleadást, és lehetőséget ad a tej állagának ellenőrzésére. A pelyhes, véres vagy rendellenes tej a tőgygyulladás korai jelzője lehet, így az előfejés a telepi mastitis-ellenőrzés egyik legfontosabb pontja. (Magyar Mezőgazdaság, 2022)

### 4. Fejőegység csatlakoztatása

A fejőkelyheket 60–90 másodperccel az előtisztítás után kell felhelyezni, amikor az oxitocin-hatás a legmagasabb, így a tejleadás optimális. A gépi fejés során a vákuum és a pulzáció ritmusa a borjú természetes szopómozgását utánozza. A megfelelő vákuumszint és pulzációs ütemarány biztosítja a tőgy kíméletes, de hatékony kiürítését (Szilágyi és Benk, 2024; Mein és Reinemann, 2009)

### 5. Tejleadás és pulzációs működés

A tejáramlás a fejés első perceiben a legintenzívebb, majd fokozatosan csökken. A vákuumos fejőrendszerek pulzálása (kb. 60 pulzus/perc) a bimbóvégek vérkeringését is fenntartja. Az automata fejőrendszerek (AMS) érzékelői valós időben mérik a tejáramlást és vezetőképességet, és ezek alapján szabályozzák a fejőegység működését. (Hovinen és Pyörälä, 2011)

### 6. Fejőegység levétele és utófejés

A fejés utolsó szakaszában a tejáramlás lecsökken, ekkor történik az utófejés. Ennek célja, hogy a tőgyben visszamaradó tejet is eltávolítsák, csökkentve a gyulladás és a tejvisszamaradás kockázatát. A modern fejőrendszerek negyedenként érzékelik a tejáramlás csökkenését, és automatikusan lekapcsolják a fejőkelyheket, ha az áramlás 0,2–0,3 kg/perc alá esik. Az utófejés a fejés hatékonyságának és a tőgyegészség megőrzésének kulcs lépése. (Ferneborg és mtsai., 2019; Ivanyos és Ózsvári, 2021)

### 7. Utófertőtlenítés

A fejőegység leválasztása után azonnal elvégzik a bimbók fertőtlenítését. A fertőtlenítő (általában jód- vagy klórhexidin-tartalmú oldat) elpusztítja a fejés során esetlegesen felkerült

kórokozókat. Ez a lépés 60–70 %-kal csökkentheti az új fertőzések kialakulásának valószínűségét. (FAO és Codex, 2004; Farag és mtsai., 2023)

#### 8. Bimbózáródás és pihenés fázisa

A fejés után a bimbócsatorna 30–60 percig nyitva marad, ez idő alatt a tehénnek száraz, tiszta pihenőhelyet kell biztosítani. A nedves, trágyás környezet növeli a fertőzések bejutásának esélyét, ezért a telepi higiénia fenntartása kulcsfontosságú. A fejés befejeztével a fejőberendezéseket azonnal tisztítják és fertőtlenítik a következő fejés előtt. (Stanek és mtsai., 2024; Magyar Mezőgazdaság, 2022)

#### 9. A fejési folyamat rendszertípusai

A bemutatott lépéssor a gépi fejés standard rutinját írja le, amelyet a legtöbb magyarországi tehenészet alkalmaz. A kézi fejés esetében ugyanezek a lépések érvényesek, de manuális eszközökkel történnek, míg az automata fejőrobotok (AMS) esetében minden folyamat, az előtisztítástól az utófertőtlenítésig, szenzorvezérelt módon zajlik. Az utófejés mindhárom rendszerben a folyamat végső, elengedhetetlen lépése, amely biztosítja a tőgy teljes kiürítését és a mastitis-kockázat minimalizálását. (Ivanyos és Ózsvári, 2021; Hovinen és Pyörälä, 2011)

### 2.3.2 Utófejés, mint fogalom, élettani alapok és a célja

Az utófejés a fejési folyamat záró szakasza, amelynek elsődleges célja a tőgyben visszamaradt összes tej teljes eltávolítása. Ez a beavatkozás nem kizárólag a tejhozam maximalizálását segíti elő, hanem létfontosságú szerepet tölt be a tőgy egészségi állapotának biztosításában is, mivel a tőgyben visszamaradó ideális közeget jelent a patogén mikroorganizmusok elszaporodása számára. Az utófejés garantálja, hogy a tőgy minden negyedéből teljes mértékben kinyerésre kerüljön a tej, és a fejést követően a bimbócsatornában ne álljon fenn feszülés, illetve tejnyomás.

A tejleadás mechanizmusa a hipotalamusz–hipofízis–oxitocin útvonalon keresztül történik: az oxitocin hormon hatására a tőgy alveolusaiban lévő mioepiteliális sejtek összehúzódnak, melynek eredménye, hogy a tej a csatornába áramlik. Amennyiben a fejés megszakad, mielőtt a tejleadási reflex teljesen befejeződné, a tőgyben pangó tej marad vissza, ami jelentősen emeli az esetleges fertőzések kialakulásának kockázatát (Ivanyos és Ózsvári, 2021). A nem megfelelően kiürített tőgyben gátló hatású hormonok halmozódhatnak fel, amelyek hosszabb

távon a tejelválasztás volumenének csökkenéséhez vezetnek. Következésképpen a szakszerűen végrehajtott utófejés alapvetően támogatja a laktációs teljesítmény fenntartását, a tőgy egészségének megőrzését, valamint a szomatikus sejtszám (SCC) alacsony szinten tartását. A kutatások szerint az utófejés elmaradása esetén az SCC szintje akár 10–15%-kal is emelkedhet, ami a tej minőségének romlásához vezet. (Ruegg, 2017)

A modern fejési technológiákban az utófejés szabályozása egyre inkább automatizált rendszerekkel történik. Az automatikus fejőberendezések (AMS – Automatic Milking Systems) szenzorok alkalmazásával monitorozzák a tej áramlási sebességét, a kifejt mennyiségét, illetve a tej elektromos vezetőképességét, és ezen paraméterek alapján határozzák meg a fejőkelyhek leválasztásának optimális idejét. Ez a precíz vezérlés segít elkerülni a túlfejést, amely bimbóvég-irritációhoz és mikrotraumákhoz vezethet, ugyanakkor biztosítja a tőgy teljes kiürülését (Hovinen és Pyörälä, 2011). A fejőrobotok működése adaptív, ami lehetővé teszi, hogy a fejési ciklus alkalmazkodjon az adott állat tejleadási mintázatához, ezáltal csökkentve a tőgy túlfeszüléséből eredő komplikációkat.

Az optimális utófejés a tőgy biológiai sajátosságait figyelembe véve valósul meg. Lényege, hogy a tej maradék nélkül ürüljön ki nem csak az alveolusokból, de a tejszatórnákból is, és ne maradjanak feszülés alatt a bimbócsatornák. A tejszámamaradás esetén nő a tej elektromos vezetőképessége és a szomatikus sejtszáma, ami kedvez a patogén baktériumok elszaporodásának. Ennek megakadályozásának érdekében az utófejés precíz, pontos időzítése és higiénikus kivitelezése, mind az élelmiszerbiztonság, mind az állategészségügy szempontjából egyaránt kulcsfontosságú. (Younan, 2004)

A fejés technológiai paramétereinek – vákuum, pulzáció, kehely leválasztás – helyes beállítása döntő szerepet játszik az utófejés hatékonyságában. A modern rendszerek érzékelői folyamatosan monitorozzák a mérési adatokat, és automatikusan megszüntetik a kelyhek csatlakozását, amint a tejfolyam egy előzetesen megadott szint alá csökken. Így elhárítható a tőgybimbó végének sérülése, amit az indokolatlanul elhúzódó fejés okozhat. (Ivanyos és Ózsvári, 2021) Ebből adódóan a maximális hatékonyságú utófejési folyamat a gépi beállítások, az egészségügyi szabályok betartásának és a kezelők szakértelemmel történő munkájának összehangolt eredménye.

Összességében véve az utófejésnek a tejhozam növelését messze meghaladó a szerepe. A helyes időzítés és a technológiai paraméterek mellett elvégzett teljességre törekvő fejés

garantálja a tőgy egészséges állapotát, segíti a tej minőségének megtartását, emellett támogatja a hosszú távon fenntartható és jövedelmező tejipari termelést. (Ruegg, 2017; Hovinen és Pyörälä, 2011)

### **2.3.3 Utófejés technológiai és beállításai**

Az utófejés technológiai megvalósítása a fejés befejező fázisának finomhangolását jelenti. Alapvető célja, hogy a fejőkelyhek levétele a lehető legmegfelelőbb pillanatban történjen, akkor, amikor a tej áramlása már jelentősen lelassult, de még nem alakul ki túlfejés, amely indokolatlan terhelést adna a bimbóvégeknek és ezáltal növelve a gyulladás kockázatát. A modern fejőberendezések feladata e két szélsőség között megtalálni a helyes arányt: garantálni kell a tőgy teljes kifejtését anélkül, hogy a szövetek sérülnének.

A levételi (take-off) szintet legtöbbször tejáramlási küszöb formájában határozzák meg (kg/perc). Ferneborg és munkatársai (2019) három különféle levételi beállítást elemeztek (0,06; 0,30 és 0,48 kg/perc) negyedenkénti levétellel AMS-rendszerekben, és megállapították, hogy a magasabb (0,30–0,48 kg/perc) küszöb csökkenti a túlfejés idejét anélkül, hogy negatívan befolyásolná a tejkihozatalt a laktáció középső szakaszában. Ezzel szemben, ha az alsó határ túl alacsonyra van állítva, az a fejési idő megnövekedéséhez és a bimbóvégek fokozott igénybevételéhez vezet. (Ferneborg és mtsai., 2019)

Az automatikus kehelylevétel (ATCR – Automatic Teat Cup Removal) hatékonyságát több tényező befolyásolja: a vákuumszint, a tejáramlás lecsengésének meredeksége, a késleltetési idő (a jel és a leválasztás közti időtartam), valamint a pulzációs ütemarány. Kaskous (2025) szerint 0,2–0,3 kg/perc közötti küszöb mellett érhető el a legjobb kompromisszum: a tej maradéktalan kiürülése mellett elkerülhető a túlfejés és csökkenthető a bimbóvégi stressz. (Kaskous, 2025)

Az AMS-rendszerek sajátossága, hogy negyedenként végzik a levételt: ha egy negyedben a tejáramlás eléri a határértéket, csak az adott kehely válik le, míg a többi tovább fej. Ez szemben áll a hagyományos, együttes levétellel, ahol az egész fejési fürt egyszerre válik le, függetlenül az egyes negyedek aktivitásától. A negyedenkénti szabályozás lehetővé teszi a finomabb beavatkozást, csökkentve a túlfejésből eredő mikrotraumákat és a tőgyirritációt. (Hovinen és Pyörälä, 2011; Jacobs és Siegfurd, 2012)

A fejési hatékonyság és a tőgyegészség szorosan függ az utófejés precizitásától. Odorčić és munkatársai (2019) áttekintése szerint az optimális levételi időzítés – amely minimális visszamaradó tejet és alacsony túlfejési időt eredményez – jelentősen javítja a tőgyegészséget, mérsékli a bimbóvég-károsodás kockázatát és csökkenti a szomatikus sejtszámot (SCC). Ugyanakkor túl magas levételi küszöb esetén maradék tej maradhat a tőgybimbókban, ami kedvez a mikrobiális szaporodásnak, ezért a beállításokat mindig a telepi adottságokhoz, az ottani körülményekhez kell igazítani. (Odorčić és mtsai., 2019)

A rendszer megbízhatósága nagymértékben függ a vákuum stabilitásától, a pulzációs rendszer pontosságától és az érzékelők kalibrálásától. Amennyiben a szenzorok által közölt információk hibásak, a fejőgép tévesen mérheti fel a tej áramlásának sebességét, ezzel idő előtti vagy késői leválasztást eredményezve. Az AMS-rendszerek ezért folyamatosan elemzik az áramlásgörbét, és eltérés esetén figyelmeztetik a kezelőt a szükséges finomhangolásra. (Cogato és mtsai., 2021)

A kisebb gazdaságokban, hagyományos fejőházakban az utófejés továbbra is manuális, ahol a fejő személyzet tapasztalata és hozzáértése döntő szerepet játszik. A helyes eljárás azt írja elő, hogy a fejőkehely levétele a tejáramlás leállítását követő néhány másodperc elteltével történjen, ezzel megelőzve a szükségtelen szívóhatást és a tőgybimbók túlzott igénybevételét. Az optimális beállítás tehát, legyen szó az automatizált vagy akár a manuális rendszerekről, egyaránt a fejési folyamat utolsó szakaszának precíz és pontos irányításán múlik. (Ivanyos és Ózsvári, 2021)

Összegezve, az utófejés technológiai beállításai kulcsszerepet játszanak a tőgy egészségének megőrzésében. A megfelelő levételi küszöb, a vákuumstabilitás és az érzékelők pontossága együttesen határozza meg, mennyire lesz hatékony és kíméletes a fejés utolsó fázisa, amely a következő fejezetben tárgyalt tőgyegészség szempontjából döntő jelentőségű. (Odorčić és mtsai., 2019; Kaskous, 2025)

### **2.3.4 Telepi protokollok az utófejés körül**

A tejtermelő telepek fejési protokolljai alapvetően meghatározzák a tőgy egészségi állapotát és a tej mikrobiológiai minőségét. Az utófejés – vagyis a fejési folyamat befejező szakasza – csak akkor hatékony, ha a telepen következetesen betartják a fejési rendet és a higiéniai előírásokat. A fejők feladata, hogy minden állat esetében azonos sorrendet és időzítést kövessen: előtisztítás, fejőgumi-felhelyezés, fejés, utófejés és bimbó fertőtlenítés. A

standardizált, ismétlődő fejési gyakorlat minimalizálja a fertőzés veszélyét, garantálja a tőgy minden negyedének teljes kifejtését és meggátolja a hosszan tartó vákuum okozta bimbóirritációt. Több kutatás szerint a fejési műveletek közötti időzítés következetessége az egyik kulcsfontosságú tényező a mastitis-kockázat mérséklésében. (Ruegg, 2017; Zeconi és mtsai., 2020)

Az utófejés közvetlenül kapcsolódik a bimbócsatorna fertőzésvédelméhez. A fejkelyhek leválasztása után a tőgybimbók még egy rövid ideig nyitottak, éppen ezért kulcsfontosságú a gyors és azonnali fertőtlenítés. A legtöbb telepen olyan szereket használnak erre a célra, mint a jód-, a klórhexidin- vagy a tejsav tartalmúak. Ezek a készítmények hatékonyan elpusztítják a kórokozókat, mindezek mellett a bőrre nézve is kíméletesek. Lényeges szempont, hogy a fertőtlenítés a bimbó teljes felületét érintse, és ne csak a végét kezeljük vele. Farag és munkatársai (2023) vizsgálatai szerint a helytelenül végzett utófertőtlenítés akár 30 %-kal is növelheti az új fertőzések arányát, különösen a nyári melegebb hónapokban, amikor a környezeti patogének száma megnő. (Farag és mtsai., 2023)

A telepi protokollok egyik legfontosabb eleme a fejési sorrend betartása. Azokat a teheneket, akiknél fennáll a gyulladás gyanúja vagy magas szomatikus sejtszáma, mindig a fejési sor végére kell helyezni. Ennek célja, hogy a fertőzött tej ne érintkezzen az egészséges állatokéval. Minden egyes fertőzött jászág fejése után elengedhetetlen a fejőberendezés alapos átöblítése és fertőtlenítése külön tisztító oldattal. Zigo és kutató társai (2021) eredményei alapján a helyes sorrend betartása és a fertőzött állatok izolálása akár 25 %-kal csökkentheti az új tőgygyulladásos esetek előfordulását. (Zigo és mtsai., 2021)

Napjaink korszerű fejőberendezéseiben, beleértve az automata fejési megoldásokat (AMS), a tejelési információk immár elektronikus formában is rögzítésre kerülnek. Ezek az automatizált egységek minden egyes fejési ciklus esetében rögzítik az tejáramlás sebességét, a tej vezetőképességét, a tényleges fejési időtartamot, valamint a fertőtlenítőszer felhasználását. Ezen információk elemzése utat nyit a rendellenességek feltárásához, mint például a fejési folyamat idő előtti befejezése vagy a megfelelő fertőtlenítés elmaradása. A pillanatnyi adatok feldolgozása lehetővé teszi a gazdaság számára, hogy gyorsan reagáljon a higiéniai szempontból kritikus helyzetekre, ezzel elhárítva a rejtett (szubklinikai) fertőzések kialakulásának lehetőségét. Stanek és kollégái (2024) nyomtatékosan hangsúlyozzák, hogy a modern szenzorok és a digitalizált fejési naplók ma már alapvető jelentőségű eszközök a prevencióban és a tőgyegészség fenntartásában. (Stanek és mtsai., 2024)

A fejőgépek karbantartása szintén a szigorú eljárásrend elengedhetetlen része. A vákuum- és pulzációs rendszereket rendszeresen, legalább évente ellenőrizni és kalibrálni kell, mert amennyiben hibásan működnek azzal rontják a tőgy kiürülését és növelik a bimbóvégi sérülését. A FAO/WHO Codex Alimentarius (2004) tejhigiéniára vonatkozó irányelve szerint minden tejtermelő telepen biztosítani kell a fejőberendezések gyakori tisztítását, a víz- és fertőtlenítőszer minőség ellenőrzését, valamint a személyzet megfelelő oktatását. A jól karbantartott berendezés, az egységes fejési sorrend és az azonnali utófertőtlenítés együttesen képezik a hatékony utófejési protokoll alapját. (FAO és WHO, 2004)

### **2.3.5 Prevenció és higiéniai intézkedések az utófejésben**

A fejés utáni tőgyhigiéniai és prevenciós tevékenységek fő célja az, hogy a lehető legkisebb mértékűre csökkentsék a kórokozók bejutását a tőgybe, ezáltal elkerülhetővé váljon a klinikai és a szubklinikai tőgygyulladás megjelenése. A megelőzés alapja a teljes fejési eljárásbeli lépések egységesítése és folyamatos felügyelete, tekintettel arra, hogy már csupán néhány pillanatnyi eltérés, vagy egy nem megfelelően fertőtlenített bimbó is emelheti a fertőzés kockázatát. (Ruegg, 2017)

A megelőzés egyik legfontosabb eleme a bimbóvégek fertőtlenítése és a kontaktidő betartása. A hatékony utófertőtlenítő szerek – jód, klórhexidin, tejsav, peroxidszármazékok – 15–30 másodperces érintkezés után biztosítják a kórokozók legalább 99%-os csíraszám-csökkentését (Zecconi és mtsai., 2020). A rendszeres és pontos fertőtlenítés különösen fontos a melegebb hónapokban, amikor a környezeti mastitis kórokozók – *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., *Streptococcus uberis* – gyorsabban szaporodnak a fejőberendezéseken és az állat környezetében. (Farag és mtsai., 2023)

A higiéniai protokollok eredményességét nagyban befolyásolja a bimbóhigiéniára és a fejés utáni pihenőidő betartása. A fejés után 20–30 percig a bimbócsatorna nyitva marad, így ezen intervallum alatt kerülni kell az állatok elhelyezését trágyás, illetve sáros pihenőhelyen. Zigo és kutatótársai (2021) szerint az állatok pihenőterének tisztasága és az almozás rendszeressége legalább annyira fontos a fertőzések megelőzésében, mint maga a fejési higiénia. A szennyezett alom 2–3-szorosára növelheti a mastitis előfordulását. (Zigo és mtsai., 2021)

A személyzeti oktatás és a fegyelmezett protokollbetartás szintén meghatározó tényező. A fejőszemélyzet rendszeres képzése javítja a higiéniai tudatosságot és mérsékli az eljárások során elkövetett tévedések gyakoriságát. Barkema és munkatársai (1999) állítása alapján: a

fejési rutinra, higiéniai szabályokra és berendezés-karbantartásra irányuló tréningek hatása mérhető, az ilyen programokat bevezető telepeken a klinikai mastitis előfordulása átlagosan 20–25%-kal csökkent egy éven belül. (Barkema és mtsai., 1999)

A digitális felügyeleti rendszerek és a szenzoros monitorozás mára a megelőzés szerves részévé váltak. Az AMS-rendszerek képesek a tej vezetőképességét, hőmérsékletét, tejáramlási mintázatát és a fejési időt folyamatosan rögzíteni. Ezek az adatok valós idejű riasztásokat adhatnak ki, ha az adott állatnál a normálistól eltérő mintázat mutatkozik – például megnövekedett vezetőképesség vagy hirtelen tejhozam-csökkenés esetén. Stanek és munkatársai (2024) azt mondták, hogy az ilyen automatikus figyelmeztetések a szubklinikai mastitis felismerésében különösen hatékonyak, és lehetővé teszik az időben történő beavatkozást. (Stanek és mtsai., 2024)

Összességében a fejési higiénia és az utófejés köré épülő prevenció nem egyetlen művelet, hanem egy integrált rendszer. A jól betartott higiéniai protokoll, a rendszeres oktatás és a digitális monitoring együttesen képesek fenntartani az alacsony szomatikus sejtszámot, megelőzni a fertőzéseket, és biztosítani a tejtermelés hosszú távú fenntarthatóságát. (Ruegg, 2017; Barkema és mtsai., 1999; Zigo és mtsai., 2021)

## **2.4 Az utófejés és a tőgyegészség összefüggései**

### **2.4.1 A tejj visszamaradás és a tőgygyulladás kapcsolata**

A tejj visszamaradás – amikor a fejés befejeztével a tőgyben tej marad – a tőgyegészség egyik legjelentősebb kockázati tényezője. A laktáció élettani mechanizmusa az oxitocinnak köszönhetően valósul meg, ami a mirigy körüli izomsejtek (mioepiteliális sejtek) kontrakcióját indukálja, ezzel segítve a tej kijutását a tejtermelő egységekből (alveolusokból) a tejutakba. Amennyiben ez a folyamat valamilyen okból kifolyólag megakad - például, ha a fejés nem tart elég ideig, az állat feszült állapotban van vagy a tejleadási reflex késik - akkor a tej egy része az alveolusokban reked. Ez a maradéktej nem csak gazdasági kiesést generál, hanem ideális táptalajt biztosít a mikroorganizmusok elszaporodásához, melyek a tőgy bimbónyílásán keresztül behatolva gyulladást okozhatnak. (Ruegg, 2017)

A tejj visszamaradás során a tőgy belső nyomása fokozatosan nő és ez negatívan befolyásolja a tejmirigy vérellátását. A megnövekedett szöveti feszültség mikroszkopikus károsodásokat indíthat el az alveolusok falán, teret engedve ezzel a patogének (mint például a *Staphylococcus aureus* vagy a *Streptococcus uberis*) bejutásának. A gyulladás kezdeti fázisa gyakran

láthatatlan, tünetmentes formában jelentkezik, melynek elsődleges jelzője a tejben mért magasabb szomatikus sejtszám. A *Frontiers in Veterinary Science* folyóiratban megjelent kutatás szerint a fejési ciklus végén visszamaradó 10–15%-nyi tejmenyiség akár háromszorosára növelheti a mastitis kialakulásának valószínűségét a laktáció második felében. (Zigo és mtsai., 2021)

A tejj visszamaradás egyik leggyakoribb oka a fejési időzítés hibája. Ha a fejőkelyheket túl korán kapcsolják le, a tejáramlás lelassulása ellenére a tőgyben még mindig maradhat jelentős mennyiségű tej. Ugyanakkor a túl hosszú fejési idő – amikor a vákuum hatása még akkor is érvényesül, amikor már nincs tejáramlás – a bimbóvég szöveteit károsítja, ami ugyancsak gyulladáshoz vezethet. A megfelelő utófejés tehát egyensúlyt teremt e két szélsőség között: a tőgy teljes kiürítését biztosítja anélkül, hogy túlfejés történne.

A tejj visszamaradás veszélye növekszik a műszaki problémák miatt is. A fejőkehely gumikopása, a vákuumrendszerben tapasztalható nyomásingadozás, vagy a helytelen ritmus mind okozhatják azt, hogy az emlő nem ürül ki kellőképpen. A *Journal of Dairy Research* egyik tanulmánya szerint az optimális vákuum (36–42 kPa) és pulzációs ütemarány (60:40) mellett végzett fejés esetén a maradéktej aránya kevesebb mint 5%, míg a nem megfelelő beállítások esetén ez akár 18–20% is lehet. (Ferneborg és mtsai., 2019) Ez nemcsak a tejhozam csökkenését okozza, hanem fokozza a tőgygyulladás kockázatát is, mivel a maradéktejben elszaporodó baktériumok a következő fejéskor a tejszövetekbe kerülhetnek.

A viselkedési tényezők legalább annyira fontosak, mint a technikaiak. A tehenek stresszre rendkívül érzékenyen reagálnak: ha a fejés közben zaj van, durván bánnak velük vagy váratlan külső tényezők érik őket, az akadályozhatja az oxitocin felszabadulását. Ennek hatására a tejszövetek reflex késik vagy akár el is maradhat. Ilyenkor az első percekben kisebb tejhozam mérhető, amit rendszerint a tőgyben visszamaradó tej mennyiségének növekedése követ. Egy 2023-as *Animals* tanulmány szerint azoknál a tehenészeteknél, ahol a fejőszemélyzet tréninget kapott a stresszmentes fejési környezet kialakítására, a mastitis előfordulása 35%-kal alacsonyabb volt, mint a kontroll csoportban. (Frag és mtsai., 2023)

A tejj visszamaradás tehát egy összetett jelenség, amelyben a biológiai, technológiai és menedzsment tényezők egymással kölcsönhatásban állnak. A megelőzés csak akkor lehet hatékony, ha a telep protokoll a fejés minden fázisára kiterjed: a tőgy előkészítésére, a fejési időzítésére, a gépi paraméterek ellenőrzésére és az utófejésre. Az egészséges, jól betartott fejési

renddel és a tőgykiürülés folyamatos ellenőrzésével a maradéktej aránya minimálisra csökkenthető, ezzel együtt pedig a tőgygyulladás előfordulása is. (Stanek és mtsai., 2024)

#### **2.4.2 A túlfejes és a bimbóvég-károsodás kockázata**

A túlfejes akkor következik be, amikor a fejőkelyhek a tejáramlás megszűnése után is a bimbón maradnak és a vákuum tovább hat a szövetekre. Ez a felesleges terhelés mikrosérüléseket okoz a bimbóvég hámrétegében, aminek következtében csökken a természetes védekező sejtréteg vastagsága és megnő a kórokozók bejutásának esélye. A tartós vákuumhatás gyulladással elváltozásokat, ödémát és hyperkeratosist idézhet elő, amelyek hosszú távon a tőgygyulladás kialakulását segítik elő. (Mein és Reinemann, 2009)

A modern fejőrendszerekben az automatikus kehelyleválasztása a tejáramlás mérésén alapul, így a fejőkelyhek leválasztása pontosabban időzíthető. Az érzékelők a tejáramlás csökkenésekor (általában 0,2–0,3 kg/perc alá) automatikusan megszüntetik a vákuumhatást, ezzel elkerülhető a túlfejes és a bimbóvég-sérülések nagy része (Ferneborg és mtsai., 2019). A nem megfelelően beállított fejesi paraméterek, például a túl magas vákuum vagy a hibás pulzációs ütemarány, ugyanúgy fokozzák a bimbóvég irritációját és növelik a fertőzésveszélyt. (Zigo és mtsai., 2021)

A túlfejes megelőzésének kulcsa a fejőberendezések karbantartása és rendszeres kalibrálása és pontosságának ellenőrzése. A vákuumrendszernek stabilan kell működnie, mert az ingadozások roncsolják a bimbószövetet és megzavarják a tejáramlást. A nemzetközi higiéniai előírások szerint a fejőgépeket rendszeresen ellenőrizni kell, és a vákuumot a gyártó által meghatározott határértékek között kell tartani, hogy a tőgyre ható mechanikai stressz minimális maradjon. (FAO és Codex, 2004)

Összességében a túlfejes elkerülése nemcsak a tőgyegészség, hanem az állatjólét és a tejminőség szempontjából is alapvető. A fejesi ciklus pontos beállításával és a fejesi adatok folyamatos nyomon követésével megelőzhető a bimbóvég-károsodások, és ezáltal csökkenthető a tőgygyulladás előfordulása. (Mein és Reinemann, 2009; Zigo és mtsai., 2021)

#### **2.4.3 Szomatikus sejtszám (SCC) és utófejesi gyakorlat összefüggései**

A szomatikus sejtszám (SCC) a tőgy egészségi állapotának egyik legfontosabb mutatója, mivel közvetlenül jelzi a gyulladással járó folyamatok jelenlétét. Egészséges tőgy esetén a sejtszám 100–200 ezer/ml körül alakul, míg gyulladás esetén ez az érték többszörösére is nő. A nem

megfelelő utófejés, különösen a tőgy nem teljes kifejése, a sejtszám emelkedésének egyik fő oka, mivel a tőgyben visszamaradó tejben gyorsan elszaporodnak a kórokozók, és gyulladással reagálnak ki. (Ivanyos és Ózsvári, 2021)

A tejezetekben és az alveolusokban maradt tej fokozatosan megváltoztatja a tőgy belső nyomását és oxigénviszonyait, ezáltal kedvez a patogén baktériumok, például a *Staphylococcus aureus* és *Streptococcus uberis*, szaporodásának. A fertőzés hatására a szervezet védekezéséül fehérvérsejteket juttat a tejbe, aminek következtében megnő az SCC értéke. Az *Italian Journal of Animal Science* szerint az egyenetlen vagy siettetett fejési folyamat akár 15–20%-kal növelheti az átlagos sejtszámot az állomány szintjén. (Zecconi és mtsai., 2020)

Magyarországi vizsgálatok hasonló eredményre jutottak. Ivanyos és Ózsvári (2021) által végzett kutatás szerint az állományon belüli nagy SCC-ingadozás elsősorban a fejési rutin hiányosságaival és a gépbeállítások eltéréseivel hozható összefüggésbe. A tanulmány kiemeli, hogy a túlfejés és a fejőkehely idő előtti leválasztása egyaránt növeli a gyulladással járó esetek számát, és a telepi higiéniai fegyelem döntő szerepet játszik a sejtszám stabilizálásában. Az egységes fejési rend, a bimbó fertőtlenítése és a fejőgépek rendszeres karbantartása bizonyítottan csökkenti a szomatikus sejtszámot és a mastitis előfordulását. (Ivanyos és Ózsvári, 2021)

A fejési technológia fejlődése – különösen az automatikus fejőrendszerek (AMS) elterjedése – új lehetőséget teremtett a sejtszám nyomon követésére. A vezetőképesség- és színérzékelő szenzorok képesek a tejminőség változásait azonnal mérni, így a szubklinikai tőgygyulladás már a kezdeti szakaszban felismerhető. Az AMS rendszerek által gyűjtött adatok alapján a fejési paraméterek módosíthatók, például a fejőkehely levételének ideje vagy a vákuumszint beállítása. Ezek az automatikus korrekciók hozzájárulnak a tőgyegészség javításához és az SCC érték stabilizálásához. (Ruegg, 2017)

A sejtszám alakulása tehát nemcsak az állategészségügy, hanem a gazdaságosság szempontjából is meghatározó. A magas SCC-érték csökkenti a tej feldolgozási minőségét, csökkenti a sajtkihozatait és a tejiparban alacsonyabb felvásárlási árat eredményez. Az egységes utófejési gyakorlat és a fejési protokoll betartása ezzel szemben javítja a tej higiéniai minőségét, csökkenti az antibiotikum-használatot és hozzájárul a fenntartható termeléshez. (Ivanyos és Ózsvári, 2021; Ruegg, 2017)

#### 2.4.4 A tőgygyulladás hatása a tej szomatikus sejtszámára és a tejhozamra

A tőgygyulladást (mastitist) a szarvasmarha tejmirigyében kialakuló, túlnyomó részben bakteriális fertőzés okozza, ennek két különböző formáját tudjuk elválasztani: szubklinikai tőgygyulladás és a klinikai tőgygyulladás. Szubklinikai tőgygyulladás esetében szabad szemmel nem láthatunk elváltozást, azonban a tej szomatikus sejtszáma emelkedik, ami tejhozam csökkenéshez és a tej beltartalmi értékeinek módosulásához vezet. Amennyiben klinikai mastitis lép fel, a tej szabad szemmel látható elváltozásokat mutat; a tőgy dagadttá, gyulladttá, meleg tapintásúvá válhat, az érintett állat fájdalmat tapasztalhat, sőt láz és általános rosszullét is kísérheti. A tejben történő szomatikus sejtszám növekedés a tejtermékek több nem kívánatos érzékszervi hibájának kialakulásával is együtt jár, mint a tej ásványianyag-egyensúlyának változása okán kialakuló sós íz vagy avas és keserű mellékízek, amelyek a megnövekedett lipáz- és proteáz aktivitásra vezethetőek vissza. Bár a klinikai tőgygyulladás átlagosan 300-400 kg tejhozam veszteséget okoz laktációnként, a szubklinikai tőgygyulladás esetén már 50.000 szomatikus sejtszám/ml felett számolnunk kell a tejhozam csökkenésével. Nemzetközi felmérések eredményei szerint 150-250 ezer szomatikus sejtszám között 1,5%-os, 250-400 ezer szomatikus sejtszám között 3,5%-os, 400 ezer és 1 millió szomatikus sejtszám között 12,5%-os, 3 millió szomatikus sejtszám felett pedig akár 17,5%-os átlagos egyedi tejtermelés csökkenés valószínűsíthető. (Ivanyos, 2022)

A telepi menedzsment szerepe megkerülhetetlen az utófejés hatékonyságában. Dr. Papp Péter és Hejel Péter (2021) hangsúlyozzák, hogy a precíziós állattenyésztés eszközei – például a szenzoros monitoring, a tej vezetőképességének mérése és az állatazonosítás – hozzájárulnak a tőgyegészség megőrzéséhez és a szomatikus sejtszám csökkentéséhez. A Digitális Agrárakadémia (2023) kiemeli, hogy a digitalizáció a hazai gyakorlatban is egyre inkább teret nyer, és a jövőben az automatizált fejőrendszerek mellett a mesterséges intelligencia alapú adatfeldolgozás fogja meghatározni az utófejés optimalizálását. (Papp és Hejel, 2021; Digitális Agrárakadémia, 2023)

Az utóbbi években a fejéstechnológia fejlődése leginkább az automatizálás felé mozdult el. A robotfejések elterjedése nem csupán munkaerő-megtakarítást jelent, hanem hozzájárul a tej minőségének és a tőgyegészségnek a javulásához is. Dr. Tóth László (2020) hangsúlyozza, hogy az automatizált fejőrendszerek képesek a fejési folyamat folyamatos monitorozására és a tőgyben visszamaradó tej minimalizálására, ezáltal közvetlenül csökkentik a mastitis kockázatát és a szomatikus sejtszám emelkedését. Az automatizálás ugyanakkor kihívásokat is

rejt, mivel a telepi menedzsmentnek alkalmazkodnia kell a robotok sajátos működéséhez. (Dr. Tóth, 2020)

#### **2.4.5 Tőgygyulladás felismerése, kezelése és megelőzése**

A tőgygyulladás felismerése szempontjából fontos szerepe van a fejési előkészítés részét képező első tejsugarak kihúzásának, amely lehetőséget nyújt a klinikai tőgygyulladásra utaló elváltozások, mint például a tej megváltozott színének vagy állagának korai észlelésére. Ez a gyakorlat nemcsak diagnosztikai jelentőséggel bír, hanem hozzájárul a tejsatorna átöblítéséhez, valamint a tejleadási reflex gyorsabb kiváltásához is, amely különösen fontos a teljes tej kiürülése szempontjából. A nem teljesen végrehajtott fejés például, ha stresszhatás vagy technikai hiányosságok miatt tej marad vissza a tőgyben, fokozza a tőgygyulladás kialakulásának kockázatát. Ez a pangó tej ideális táptalajt jelent a kórokozók elszaporodásához, különösen akkor, ha az immunrendszer nem képes hatékonyan elhárítani a fertőzést. A kutatások már az 1940-es évektől rámutattak arra, hogy a nem megfelelő tejkiürülés közvetlen kapcsolatban áll a mastitis gyakoribb előfordulásával. A fejés utáni tőgybimbó-fertőtlenítés a tőgygyulladás elleni védekezés egyik leghatékonyabb eleme. Ez az eljárás célzottan a fejés után nyitva maradt bimbósatorna védelmét szolgálja, amikor a fertőzések kockázata a legnagyobb. Különösen a kontamináció (szennyeződés) útján terjedő baktériumok, mint a *Staphylococcus aureus* vagy a *Streptococcus agalactiae* ellen hatásos, mivel ezek a kórokozók közvetlenül a fejtőgépen keresztül is képesek terjedni, ha a megfelelő higiéniai eljárás elmarad. A megelőzés kulcseleme a technológiai higiénia fenntartása: a fejtőberendezések megfelelő karbantartása, a vákuumszint és pulzáció helyes beállítása, valamint a kehelygumik rendszeres cseréje mind hozzájárulnak a bimbósérülések elkerüléséhez, amelyek máskülönben a fertőzés kapuját jelenthetik. A gépi fejés során alkalmazott túlzott vákuum vagy a fejés időtartamának helytelen megválasztása fokozhatja a tőgyszövet sérülékenységét, valamint a bimbóvégi hiperkeratózis (szaruréteg túlzott megvastagodásának) kialakulását, amely tovább növeli a fertőzésveszélyt. A fejtőhigiéniai intézkedések hatékonyságát nagymértékben befolyásolja a személyi higiénia is. A fejés során gumikesztyű viselése csökkenti a baktériumátvitel kockázatát, míg a magas szomatikus sejtszámú és klinikai tőgygyulladásos tehének elkülönített utolsóként történő fejése fontos járványvédelmi szempont. (Ruegg, 2017)

## **2.5 Gazdasági és állategészségügyi összefüggések**

A tőgygyulladás (mastitis) a tejelő szarvasmarha-állományok egyik legjelentősebb gazdasági és állategészségügyi problémája. A betegség nemcsak a termelés hatékonyságát csökkenti, hanem jelentős többletköltségeket is okoz a gyógykezelések, a tejvesztés és a selejtezés miatt. A károk számszerűsíthetősége változhat a fertőzés jellegétől (klinikai vagy szubklinikai), az állomány általános jólléti állapotától, illetve a gazdaság irányításának színvonalától függően. (Ruegg, 2017)

### **2.5.1 Közvetlen és közvetett költségek**

A tőgygyulladás okozta költségek két fő csoportba sorolhatók: közvetlen és közvetett költségekre. A közvetlen költségek közé tartoznak a kezelési kiadások, az állatorvosi költségek, a gyógyszerek és fertőtlenítőszeresek ára, valamint a tej visszatartása az antibiotikum-kezelés idején. A közvetett költségek között a legjelentősebb a tejhozam-csökkenés, a tejminőség romlása, a selejtezés, valamint a kieső reprodukciós teljesítmény. (Ivanyos és Ózsvári, 2021)

Egy nemzetközi elemzés szerint az alapvető tőgygyulladás-ellenőrzési program költsége évente átlagosan 88,6 USD / tehén volt, ami a jelenlegi árfolyamon kb. 30 100 Ft / tehén (Compton és mtsai., 2023). Más kutatások alapján a szubklinikai fertőzések kezelése egyenként átlagosan 170 USD / esetet jelent (~ 57 800 Ft), míg a klinikai esetek átlagos költsége elérheti az 521 USD / esetet (~ 177 000 Ft). (Halasa és mtsai., 2024)

Egyes tanulmányok szerint a teljes gazdasági teher mintegy 70 %-át a tejhozam csökkenése, 20 %-át a kezelések, 10 %-át pedig a selejtezések és pótlási költségek teszik ki. (Comprehensive Prevention and Control of Mastitis in Dairy, 2025)

### **2.5.2 Tejvesztés, selejtezés és reprodukciós hatások**

A klinikai mastitis következtében a tejvesztés a legnagyobb gazdasági tényező. Egy nagy hozamú tehenészeteken végzett vizsgálat szerint a termelés kiesése és a tej visszatartása miatt egy tehenre vetítve évente 98,9 USD (~ 33 600 Ft) veszteség keletkezik. (Farag és mtsai., 2023)

Egy másik felmérés alapján a klinikai mastitis egyetlen esete átlagosan 179 USD (~ 60 900 Ft) költséggel járt, amelyből 115 USD a tejvesztés, 14 USD az elhullás, és 50 USD a kezelési kiadás volt.

A selejtezés és az állatpótlás költségei tovább növelik a gazdasági veszteséget. A gyakori vagy súlyos mastitisben szenvedő tehenek korai selejtezése megrövidíti a hasznos élettartamot, és pótlásuk jelentős beruházást igényel. Egy globális elemzés szerint a tejtermelő állatbetegségek között a klinikai és szubklinikai tőgygyulladás évente mintegy 13 milliárd USD ( $\approx 4\,420$  milliárd Ft) veszteséget okoz világszerte. (Philip és mtsai., 2024)

### **2.5.3 Antibiotikum-költségek és egyéb ráfordítások**

A tőgygyulladás kezelése antibiotikumokkal, gyulladáscsökkentőkkel és kiegészítő szerekkel történik, ami jelentős kiadást jelent a gazdaság számára. Egy vizsgálat szerint a kezelési költségek aránya ugyan alacsonyabb, mint a tejvesztés vagy selejtezés, de a farm költségvetésében így is számottevő. (Stanek és mtsai., 2024)

A nem megfelelő kezelési stratégiák – például az antibiotikum-használat túlhúzása vagy az ismételt kezelések – tovább növelik a ráfordításokat. Egyes tanulmányok szerint a túlzott antibiotikum-használat napi szinten akár 65 USD ( $\sim 22\,100$  Ft) többletköltséget is eredményezhet tehenenként. (Comprehensive Prevention and Control of Mastitis in Dairy, 2025)

Ezen felül a munkaerő-ráfordítás (megfigyelés, kezelés, dokumentáció), a takarmánykiegészítés és az állatok elkülönítése szintén hozzájárulnak a teljes költséghez. (Zigo és mtsai., 2021)

### **2.5.2 Nemzetközi és hazai adatok**

Nemzetközi becslések szerint a mastitis éves vesztesége az Európai Unióban tehenenként 61–97 EUR ( $\approx 23\,000$ – $36\,000$  Ft) között mozog. (Zecconi és mtsai., 2020)

Globálisan a tejtermelő állatbetegségek közül a mastitis az egyik legnagyobb gazdasági terhet jelenti: összesített hatása évente mintegy 65 milliárd USD ( $\approx 22\,100$  milliárd Ft). (Halasa és mtsai., 2024)

Magyarországi viszonylatban a gazdasági hatások kevésbé számszerűsítettek, de az Ivanyos és Ózsvári (2021) által közölt adatok szerint: az állományon belüli magas szomatikus sejtszám és a gyakori tőgygyulladás közvetlenül rontja a tej feldolgozási minőségét, és csökkenti a felvásárlási árat, amely hosszú távon a gazdaság jövedelmezőségét is negatívan befolyásolja.

## 2.6 A tej élelmiszergazdasági szerepe

### 2.6.1 Tejfogyasztás alakulása

A tejfogyasztás az emberi táplálkozás egyik legfontosabb tényezője, amely évszázadok óta jelen van az európai kultúrában. Magyarországon a tej hagyományosan alapvető élelmiszernek számít, azonban a fogyasztási szokások az elmúlt évtizedekben jelentős átalakuláson mentek keresztül. A Központi Statisztikai Hivatal (KSH) adatai alapján az egy főre jutó tejfogyasztás a rendszerváltást követő időszakban csökkenő tendenciát mutatott, majd az utóbbi években viszonylag stabilizálódott. Míg a 2000-es évek elején a magyar lakosság átlagosan évi 170–180 liter tejet fogyasztott, addig 2020-ra ez az érték 150 liter környékére mérséklődött (KSH, 2024).

Nemzetközi kitekintésben is hasonló trendek figyelhetők meg: az OECD–FAO (2021) jelentése szerint a tej közvetlen fogyasztása számos nyugat-európai országban visszaesett, miközben a tejtermékek (joghurt, sajt) iránti kereslet nőtt. Magyarország ebből a szempontból átmeneti helyzetet mutat: a tej közvetlen fogyasztása mérséklődött, de a tejipari feldolgozott termékek piaca erősödött (OECD–FAO, 2021).

A tejfogyasztás változását részben az egészségtudatos táplálkozás térnyerése, részben pedig a növényi italok (pl. szója-, mandula-, zabital) megjelenése is befolyásolta. Ennek ellenére a tej továbbra is fontos szerepet tölt be a magyar lakosság táplálkozásában, mivel kalcium-, fehérje- és vitaminforrásként elengedhetetlen a kiegyensúlyozott étrendben. A hazai kutatások is hangsúlyozzák, hogy a tejfogyasztás hozzájárul a csontritkulás megelőzéséhez és az immunrendszer erősítéséhez, így táplálkozás-élettani jelentősége kiemelkedő (Szakály, 2019).

### 2.6.2 Tejtermék-fogyasztás

A tejtermékek fogyasztása Magyarországon a tej közvetlen fogyasztásával ellentétes trendet mutat: míg a tejjívás mérséklődött, addig a feldolgozott tejtermékek iránti kereslet évek óta növekvő tendenciát mutat. A magyar lakosság sajt-fogyasztása az elmúlt két évtizedben mintegy megduplázódott, és napjainkra évi 15–17 kg/fő körüli értéket ért el. A joghurt- és kefirfogyasztás szintén erősödött, amit a hazai élelmiszeripar kínálatának bővülése és az egészségtudatos táplálkozás iránti igény is magyaráz. (KSH, 2024)

Az Agrárközgazdasági Intézet tejágazati jelentései szerint a hazai tejtermékpiacon különösen a félkemény sajtok és a frissen savanyított tejtermékek (joghurt, kefir) piaci részesedése nőtt. A jelentések kiemelik, hogy az importtermékek térnyerése mellett a magyar

termékek iránti kereslet is stabil, elsősorban a hagyományos termékek – például a túró és a tejföl – miatt, amelyek továbbra is meghatározó szerepet töltenek be a háztartásokban (AKI, 2025). A Tej Termék Tanács adatai alapján a hazai fogyasztók mintegy 70%-a rendszeresen vásárol savanyított tejtermékeket, amelyek közül a natúr joghurt és a kefir különösen keresett a fiatalabb korosztály körében. (Tej Termék Tanács, 2023)

Nemzetközi összevetésben Magyarország közepes tejtermékfogyasztónak számít: az EU-átlagos sajt fogyasztás közel 20 kg/fő/év, amelyhez képest a hazai adatok némileg alacsonyabbak, ugyanakkor gyorsabban növekedtek az utóbbi évtizedben. A savanyított tejtermékek fogyasztása főként a fiatalabb generációk körében vált népszerűvé, míg a vaj és a túró fogyasztása hagyományosan erősebb pozícióval bír a közép-kelet-európai térségben. (Eurostat, 2024; OECD–FAO, 2021)

A tejtermékek fogyasztásának alakulása mögött több tényező áll. Az egészségtudatosság erősödése miatt nőtt a kereslet a probiotikus joghurtok és alacsony zsírtartalmú termékek iránt, emellett a gasztronómiai szokások változása is meghatározó szerepet játszik. A sajt például nemcsak hagyományos étkezések részeként, hanem snackként is egyre népszerűbb. Hazai kutatások szerint a fogyasztói döntésekben a tradíció és a „hazai eredet” hangsúlyosan jelenik meg: a tejtermékekhez a magyar fogyasztók körében a frissesség és a bizalom erősen kapcsolódik, ami stabil keresletet biztosít még a piaci árak ingadozása mellett is. (Szakály, 2019)

A Tejgazdaság szakfolyóirat tanulmányai arra is felhívják a figyelmet, hogy a feldolgozott tejtermékek fogyasztásának növekedése összefügg a városi életmód terjedésével és a gyorsan elérhető, magas tápértékű élelmiszerek iránti igénnyel. A vaj és a tejszín fogyasztása ugyan mérsékeltebb ütemben változik, de továbbra is stabil helyet foglal el a magyar háztartásokban, elsősorban a tradicionális ételkészítési szokások miatt. (Tejgazdaság, 2018)

### **2.6.3 A tejtermelés és szakosított szarvasmarha-telepek helyzete**

A tejtermelés története szorosan összefonódik a szarvasmarhatartás fejlődésével. A 19. század végéig Magyarországon döntően kettős hasznosítású fajták – például a magyar tarka és a szürkemarha – játszottak meghatározó szerepet. Ezek a fajták egyaránt szolgálták tej- és hústermelés céljából, valamint igavonó állatként is hasznosították őket. A tejhozam ugyanakkor viszonylag alacsony maradt, így a tejtermelés tömeges fellendüléséhez elengedhetlenné vált a nagyobb tejtermelési potenciállal rendelkező fajták elterjesztése (Phillips, 2001).

A 20. század közepétől kezdődően a magyar tejgazdaság egyre inkább a szakosított tehenészetek irányába fejlődött. Ebben a folyamatban meghatározó szerepet játszott a holstein-fríz fajta elterjedése, amely kiemelkedő tejtermelő képessége miatt vált vezető szereplővé a hazai állományban. A magyar tarka ugyan továbbra is jelentős állományt képvisel, de elsősorban a kettős hasznosítású tartásban maradt meg, míg a holstein-fríz szinte kizárólag a nagyüzemi tejtermelés alapját adja. (Ivanyos, 2022)

A szakosodott tehenészetek kialakulását nemcsak a fajtaváltás, hanem a tartási és takarmányozási technológiák modernizációja is segítette. A 20. század második felében elindult telepfejlesztési programok célja a hatékonyság növelése volt: a nyitott istállók, a korszerű fejőházak, majd később az automata fejőrendszerek terjedése egyaránt hozzájárultak a tejhozam fokozásához. A telepi menedzsment fejlődésével párhuzamosan a takarmányozásban is áttörések történtek: az automatizált etetőrendszerek és a teljes takarmánykeverék (TMR) bevezetése lehetővé tette a nagy laktációs teljesítmény fenntartását. (Hajdú, 2014; Hajdú, 2020)

A mai magyar tejtermelésben a szakosított szarvasmarha-telepek dominálnak. Ezek az állattartó telepek szigorú higiéniai és állategészségügyi szabályozások mellett működnek, és céljuk a lehető legmagasabb tejhozam elérése, miközben törekednek az állatjóllét biztosítására. Az állományok több mint kétharmadát holstein-fríz tehén alkotja, amely fajta a 10 000 liter/tehén/év átlaghozamával a legnagyobb hatékonyságot képviseli hazánkban. A magyar tarka ezzel szemben jellemzően kisebb telepeken, illetve kettős hasznosítású rendszerekben maradt meg, ahol a tejtermelés mellett a húsminőség is fontos szempontot jelent. (Csatári, 2017)

Nemzetközi kitekintésben a magyar tejtermelés szorosan illeszkedik az európai trendekhez, ahol a szakosodott telepek térnyerése és a magas genetikai potenciállal rendelkező fajták elterjedése egyaránt meghatározó. Az OECD–FAO (2025) jelentése kiemeli, hogy a globális tejtermelés növekedését a jövőben is elsősorban a specializált, intenzív tartásmódok fogják biztosítani, amelyben a holstein-fríz fajta világszinten is vezető szerepet tölt be.

#### **2.6.4 Tejipar aktuális állapota és feldolgozási trendek**

Az elmúlt években a hazai tejpiacot jelentős árváltozások és piaci feszültségek jellemezték. 2024 végére a nyerstej országos termelői átlagára meghaladta a 200 Ft/kg-ot, amely számottevő növekedést jelentett mind havi, mind éves összevetésben. A felvásárlási volumen is emelkedést mutatott, miközben az exportárok további erősödést jeleztek. 2025 közepére az országos átlagár ugyan valamelyest mérséklődött, de éves szinten így is közel 20%-os drágulást regisztráltak. A

havi szintű kilengések arra utalnak, hogy a kereslet és kínálat rövid távon nehezen talál egyensúlyt, ugyanakkor hosszabb távon egyértelmű áremelkedési trend érvényesül. (AKI PÁIR, 2025; Agroinform, 2025)

Az uniós tejpiac hasonlóan volatilis képet mutatott az elmúlt időszakban. Az éves jelentések szerint a termelési költségek növekedése és a piaci kereslet fokozódása egyaránt hozzájárult az árak emelkedéséhez. A tej és tejtermékek árszintje ugyanakkor régióként eltérő dinamikát követett, ami az exportpiacok mozgására is hatással volt. A sajtexport továbbra is növekedést mutatott, a belföldi és nemzetközi fogyasztás pedig folyamatosan erősödött. (EDA, 2025; USDA, 2025)

Globális szinten a tejtermelés 2024-ben több mint 1%-kal bővült. A nemzetközi előrejelzések szerint a következő években tovább nő a friss tejtermékek iránti kereslet, amelyet az urbanizáció, a növekvő jövedelmek és az élelmiszer-fogyasztási szokások változása hajt. Mindez arra utal, hogy a tejipar a mennyiségi bővülés mellett szerkezetbeli átalakuláson is keresztül megy, amelyben a magasabb hozzáadott értékű feldolgozott termékek szerepe egyre hangsúlyosabb lesz. (OECD–FAO, 2025)

### **2.6.5 Technológiai fejlődés a tejiparban**

A hazai és nemzetközi tejipar fejlődését nemcsak a piaci folyamatok, hanem a technológiai innovációk is alapvetően meghatározzák. A modern tejfeldolgozásban egyre nagyobb teret nyer az automatizálás, a robotizált csomagolás és a digitális minőségbiztosítás. Ezek az új megoldások valós idejű adatelemzéssel járulnak hozzá a termékbiztonság növeléséhez és a nemzetközi előírásoknak való megfeleléshez. (EDA, 2024; OECD–FAO, 2025)

Az automatizált és energiatakarékos berendezések alkalmazása csökkenti a víz- és energiafelhasználást, valamint a termelési veszteségeket. A szenzoros monitorozás és a számítógépes vezérlés révén pontosabbá vált a pasztőrözés, homogenizálás és csomagolás folyamata. Magyarországon a nagyobb tejipari üzemekben a termelési folyamatokat már digitális rendszerek felügyelik, amelyek nyomon követik a hőmérsékletet, a nyomást és a termékáramlást. (Ivanyos, 2022; Tóth, 2020)

A tej szállításában és begyűjtésében szintén jelentős technológiai változások történtek. A korszerű hűtési rendszerek lehetővé teszik, hogy a nyers tej a fejest követően azonnal 4 °C alá hűljön, ezáltal megőrizve a tej minőségét és eltarthatóságát. A begyűjtést GPS-vezérelt

tartálykocsik és digitális logisztikai platformok segítik, amelyek optimalizálják az útvonalakat és csökkentik a szállítási költségeket. (FAO, 2024)

A fejő- és feldolgozóberendezések technológiai modernizációja nemcsak higiéniai előnyöket hozott, hanem növelte a jövedelmezőséget is. Az iparágban megfigyelhető digitalizáció és robotizáció hosszú távon a tejipari fenntarthatóság kulcs tényezőjévé vált. (OECD–FAO, 2025; EDA, 2024)

## **2.6.6 Egészségtudatos táplálkozás és a tej szerepe**

A tej és tejtermékek hagyományosan kiemelt szerepet töltenek be az emberi étrendben, mivel számos nélkülözhetetlen tápanyagot biztosítanak. Magas biológiai értékű fehérjét, kalciumot, foszfort, magnéziumot, káliumot, B<sub>2</sub>- és B<sub>12</sub>-vitamint, valamint jódot tartalmaznak, amelyek együttesen hozzájárulnak a csontozat, az izomzat és az idegrendszer megfelelő működéséhez. A táplálkozástudományi ajánlások szerint a rendszeres, mértékletes tejfogyasztás része lehet az egészséges étrendnek, különösen gyermek- és serdülőkorban, amikor a növekedés és a csontfejlődés miatt a szervezet tápanyagigénye magasabb. (Kiesswetter és mtsai., 2023)

Nemzetközi kutatások megerősítik, hogy a tej és tejtermékek fogyasztása összességében kedvező vagy semleges hatással van az egészségre. Egy átfogó áttekintő tanulmány szerint a napi rendszerességű, mérsékelt tejfogyasztás hozzájárulhat a szív- és érrendszeri betegségek, a stroke, a metabolikus szindróma és a csontritkulás kockázatának csökkenéséhez (Aune és mtsai., 2021). Más vizsgálatok arra is rámutatnak, hogy a tejfogyasztás nem növeli a kardiometabolikus betegségek előfordulását és nem rontja a vérzsír- vagy vércukorprofil. (Soedamah-Muthu és mtsai., 2018)

A tejfogyasztás előnyei nemcsak egyéni szinten, hanem társadalmi szinten is jelentősek. Magyarországon az egészséges táplálkozást támogató közétkeztetési programok közül kiemelhető az Iskolatej Program, amely az Agrárminisztérium koordinálásával valósul meg. A program célja, hogy már gyermekkorban ösztönözze a tej és tejtermékek rendszeres fogyasztását, elősegítve a helyes táplálkozási szokások kialakulását és a kalciumbevitel növelését (Agrárgazdasági Kamara, 2025).

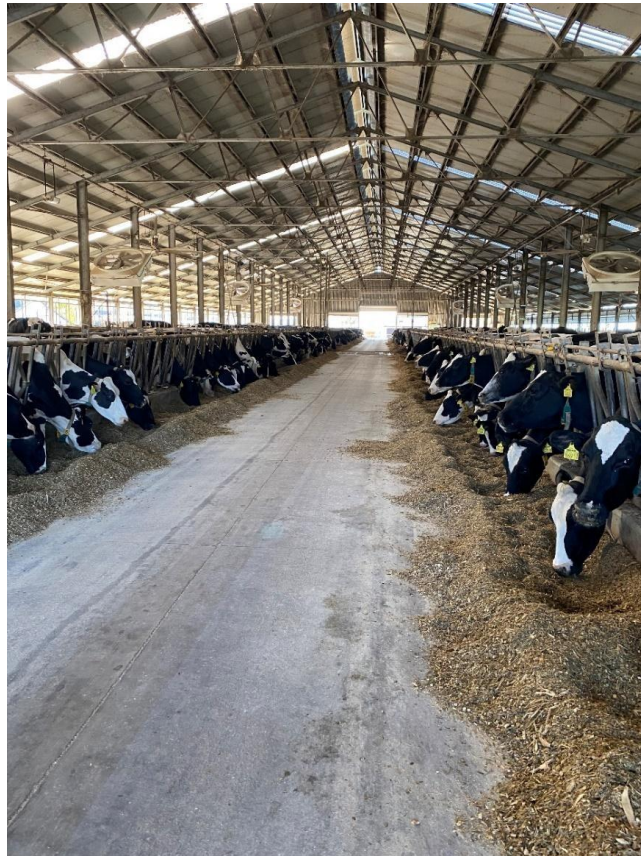
A hazai fogyasztói attitűdöket vizsgáló kutatások szerint a magyar lakosság többsége a tejtermékeket az egészséges étrend részének tekinti. Szabó-Szentgróti és munkatársai (2018) felmérésükben kimutatták, hogy a fogyasztók elsősorban a friss, természetes összetételű,

valamint a zsírszegény tejtermékeket részesítik előnyben, és a tejfogyasztást kifejezetten az egészségtudatos életmóddal társítják. (Szabó-Szentgróti és mtsai., 2018)

Összességében elmondható, hogy a tej és tejtermékek mérsékelt fogyasztása – az egyéni érzékenység figyelembevételével – fontos szerepet játszik a tápanyag-ellátottságban, a csont- és izomrendszer egészségének megőrzésében, valamint a krónikus betegségek kockázatának csökkentésében. A közétkeztetési programok és a táplálkozási edukációs kezdeményezések – mint az Iskolatej Program – pedig hozzájárulnak a jövő generáció egészségtudatos szemléletének kialakításához. (Aune és mtsai., 2021; Kiesswetter és mtsai., 2023; Szabó-Szentgróti és mtsai., 2018)

### 3. Anyag és módszer

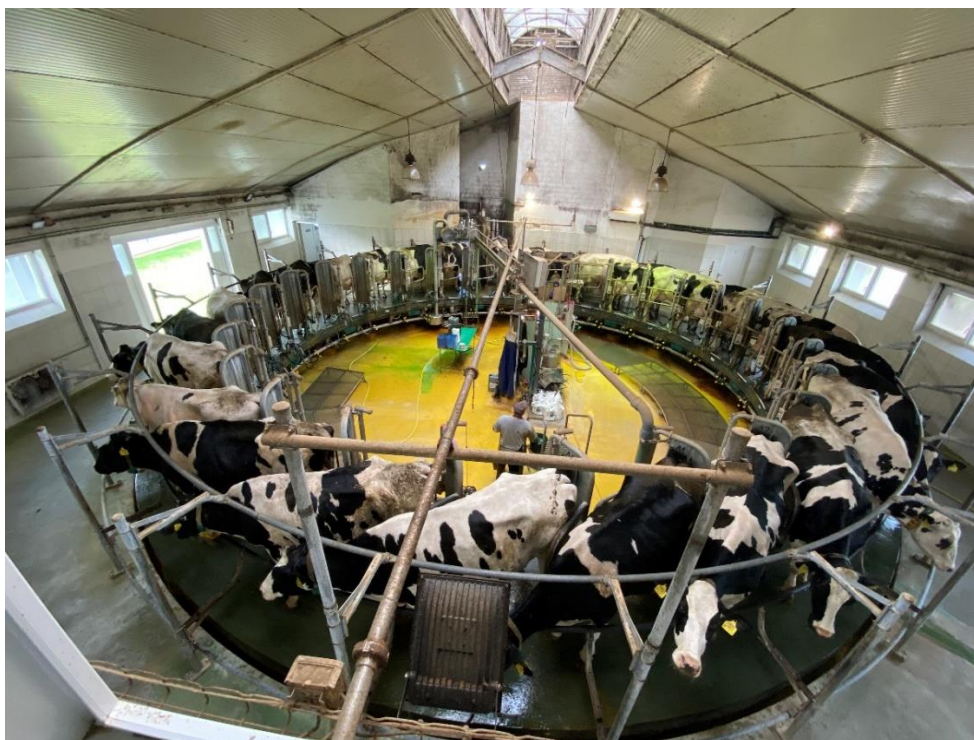
A kutatásaimat az utófejés témakörében 3 cégnél végeztem. Ezekről szeretnék pár szót említeni, ismertetni őket. Az általam vizsgált gazdaságokat nem szeretném a nevükön nevezni, hiszen ehhez a tulajdonosai nem járultak hozzá.



1. kép: Fejős tehének elhelyezése pihenőboxos istállóban (Forrás: Saját kép)

A vizsgálat első helyszíne egy Baranya vármegye északi részén működő, hazai tulajdonú tejtermelő gazdaság, amely a Dél-Dunántúl egyik meghatározó szereplője. A telep az 1990-es évek elején alakult, és azóta korszerű, integrált mezőgazdasági rendszerré fejlődött, amely magában foglalja a növénytermesztést, az állattenyésztést és a tejfeldolgozást.

A vállalkozás mintegy 1100 hektár mezőgazdasági területen gazdálkodik, főként takarmánynövények – kukorica, búza, rozs, lucerna és fűfélék – termesztésével, amelyek a tejelő állomány saját takarmányellátását biztosítják. Az állomány közel 430 egyedből áll, ebből 339 fejőstehén, döntően Holstein–fríz fajta, kiegészítve néhány Brown Swiss egyeddel. Az állomány teljes egészében A2A2 genotípusú, amely kedvezőbb tejfehérje-összetételt és jobb emészthetőséget biztosít.



2. kép: 28 állásos Westfalia GEA karusszel fejőház működés közben (Forrás: Saját kép)

A telepen Westfalia GEA típusú, belső fejésű, 28 állásos karusszel fejőberendezés üzemel, zárt tejszűréses rendszerrel és automatikus leválasztási funkcióval. A fejés naponta két vagy három alkalommal történik, az állatok tejtermelési szintjéhez igazodva. A gazdaságban előállított tej extra minőségű, GMO-mentes minősítéssel rendelkezik, amely megfelel a hazai és nemzetközi élelmiszerbiztonsági előírásoknak.

A vizsgálat célja az utófejés technológiai beállításainak, valamint az automatikus kehelyleválasztási rendszer hatásának elemzése volt a fejés hatékonysága és a tőgyegészség szempontjából.

A telepen alkalmazott fejőgép a tejáramlás sebessége alapján vezérli a kehelyleválasztást, amikor a tejszűrés 450 ml/perc alá csökken, a rendszer 7 másodperces késleltetést követően automatikusan leveszi a fejőkelyheket. Amennyiben a fejő tapintással maradék tejet észlel, a berendezés kézi fejési üzemmódra kapcsolható, amely kímélő vákuumüzemben, csökkentett szívóerővel és rövidebb pulzációs ciklusokkal folytatja a fejést. Az utófejés idején a fejési vákuum értéke 38 kPa-ról 33 kPa-ra csökken, ezáltal mérséklődik a tőgybimbóra ható terhelés, és csökken a vákuum okozta irritáció kockázata.

A vizsgálat során a műszakvezető és a fejőberendezés karbantartó személyzetének közreműködésével beállításra kerültek a vizsgálatához szükséges kehelylevételi küszöbértékek, amelyeket egy meghatározott 62 egyedből álló tehéncsoporton alkalmaztunk 42 napon keresztül. A kehelylevételi érték hetente 0,5 liter/perc lépésekben került módosításra 1,0 liter/perc és 3,5 liter/perc között. Ezeket a módosításokat minden alkalommal figyelemmel követtem és segítettem a beállításában. A vákuumrendszer és a pulzációs ütemarány (a szívási és pihenőfázis időtartamának aránya) a teljes vizsgálati időszakban 60:40 értéken, az ütemszám pedig 55–60 ciklus/perc tartományban maradt.

A fejőgépből kinyerhető adatokat heti rendszerességgel rögzítettük. A műszakvezetés által vezetett nyilvántartások tartalmazták a vizsgált csoport napi tejhozamát, valamint az adott napra vonatkozó átlagos szomatikus sejtszámot a vizsgált csoportnál. A 42 napos megfigyelési időszak lezárását követően ezen adatokat már az átlagolt napi tejhozammal, illetve a szomatikus sejtszámmal biztosították számomra.



3. kép: Ausztrál típusú istálló (Forrás: Saját kép)

A vizsgálat következő helyszíne egy családi tulajdonban lévő gazdaság volt (3. kép), ahol a tejelő szarvasmarha-tartás kisüzemi körülmények között, de jól szervezeten folyik. A gazdaságban 35–40 fejős tehén alkotja a termelő állományt, valamennyi egyed Magyar Tarka fajta, amelyet a jó ellenálló-képesség, a vegyes hasznosítás és a magasabb tejszírtartalom jellemez. Az állatok kötetlen tartásban, legelőn tartózkodnak tavasztól őszig, a téli időszakban pedig egy ausztrál típusú, félig nyitott istállóban helyezik el őket. Az istállóban belül található a fejőházi rész (4. kép), ami lehetővé teszi az időjárástól független fejési munkavégzést.



4. kép: Fejőház az istállón belül (Forrás: Saját kép)

A tejhozam napi 15–25 liter között alakul, ami függ a laktációs fázistól és az évszaktól: legeltetési szezonban (május–június) a tejtermelés magasabb, míg téli időszakban a hozam csökken, azonban ekkor növekszik a zsírtartalom. A teljes napi tejtermelés a gazdaságban 400–600 liter között mozog, de hidegebb időszakokban akár 20%-os csökkenés is előfordulhat.

A gazdaságban tőgygyulladás csak szórványosan fordul elő. Minden fejés előtt kézi ellenőrzés történik, és a fejés első tejsugarait rutinszerűen vizsgálják. A Magyar Tarka fajtára jellemző, hogy az állatok időnként egymás szopását is megkísérlik, ami hajlamosíthat tőgyfertőzésekre. Ennek megelőzésére szopásgátló orrkarikát alkalmaznak, amely csökkenti, de nem szünteti meg teljesen a problémát. A mastitis előfordulását rendszeresen ellenőrzik, szükség esetén California Mastitis Testtel (CMT).

A gazdaságban Alfa Laval gyártmányú, halszálkás fejőrendszer működik (5. kép), amely jelenleg négy fejőállással üzemel. A rendszer a fajta tejleadási sajátosságaihoz igazodva alacsonyabb ütemszám (kb. 55–60 ciklus/perc) van beállítva. A vákuumrendszer és a pulzációs ütemarány (szívási és pihenőfázis aránya) 60:40 értékre van konfigurálva. A fejőberendezés kímélő, vákuumvezérelt utófejésre alkalmas, amely biztosítja a tőgynegyedek egyenletes kiürülését. Kézi utófejést csak abban az esetben végeznek, ha a fejő személy tapintással vagy megfigyeléssel hiányos tejleadást észlel valamelyik negyedben.



5. kép: Alfa Laval halszálkás fejőrendszer (Forrás: Saját kép)

A fejési munkát minden alkalommal egy fő végzi, aki a teljes folyamatért felelős. A fejési ciklus egyedenként átlagosan 10 perc, a teljes állomány fejése pedig körülbelül másfél órát vesz igénybe. A fejés befejezését követően utófertőtlenítést alkalmaznak (6. kép), amelynek célja a tőgybimbó védelme és a baktériumok bejutásának megakadályozása, ezáltal csökkentve a fertőzések kialakulásának esélyét és biztosítva a tej higiéniai biztonságát. A rendszerben nincs automatikus maradéktej-érzékelés, ezért az ellenőrzést kézzel végzik, ami során 1–2 dl maradéktej szokott visszamaradni. A gazdaság nem vezet fejési naplót, mivel a kis létszám miatt minden állat egyedileg ismert, és a fejési eredmények nyomon követése tapasztalati úton történik.



6. kép: Utófertőtlenítés a fejést követően (lezáró réteg) (Forrás: Saját kép)

A vizsgálat során ezen a telepen saját megfigyeléseket és méréseket végeztem az utófejés gyakorlatával kapcsolatban, mivel a gazdaságban nem működik digitális adatgyűjtő rendszer. A kutatás célja az volt, hogy felmérjem, milyen gyakorisággal van szükség kézi utófejésre, és ez milyen mértékben befolyásolja a maradéktej mennyiségét, a fejesi időt és a végső tejhozamot.

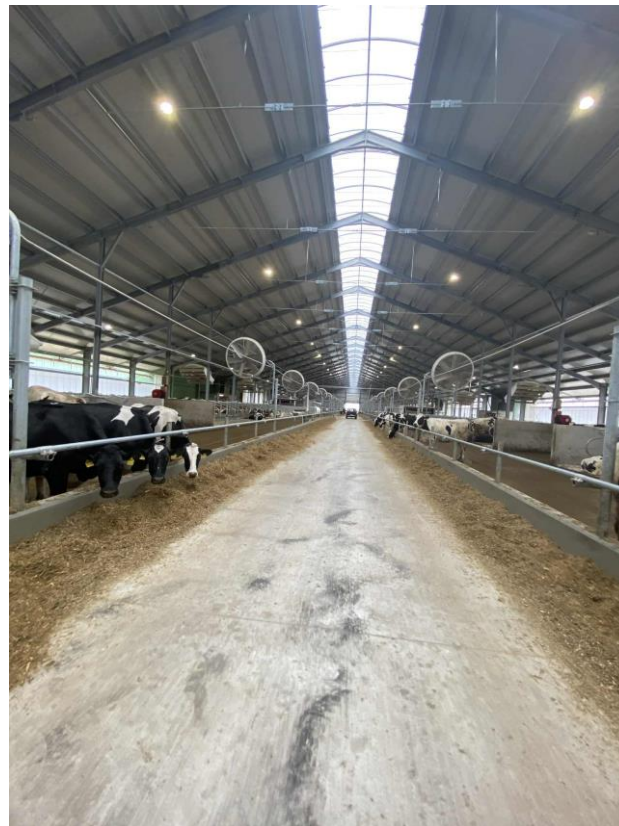
A vizsgálatot öt egymást követő napon végeztem el, tíz véletlenszerűen kiválasztott, különböző laktációs stádiumban lévő Magyar Tarka fejős tehén bevonásával. A vizsgálatot minden nap reggel fél 6-kor kezdtem, mivel az első fejés ekkor veszi kezdetét, majd a második fejésre délután 4 órakor került sor. A fejés során feljegyzéseket készítettem, ezek a feljegyzések a 2. számú mellékletben találhatóak az összesítő táblázatban.

Minden fejés alkalmával a gépi fejést követően tapintással ellenőriztem a tőgynegyedeket, ha maradéktejet észleltem, kézi utófejést végeztem. Az utófejéssel nyert tejmennyiséget mérőedény segítségével, fél deciliter pontossággal mértem meg és stopperórával rögzítettem a hozzá szükséges időt. A maradéktej mennyiségét akkor is becsültem, ha kézi utófejésre nem került sor, így minden egyedhez rendelkezésre állt a gépi fejést követő maradéktejre és a teljes fejesi időre vonatkozó adat.

Az adatgyűjtés eredményeit Excel-táblázatban dolgoztam fel, ahol kiszámítottam az utófejés arányát, az átlagosan kinyert tejmennyiséget és az utófejés miatti időtöbbletet. A három nap mérései alapján átlagértékeket és napi eltéréseket is meghatároztam, hogy a természetes termelési ingadozásokat figyelembe vegyem.

A telepen CMT-tesztet (California Mastitis Test) alkalmaznak a tőgygyulladás korai felismerésére, így a vizsgálatok során a tehenek egészségi állapotát is nyomon követtük. A vizsgált fejések mindegyike kézi utófertőtlenítést követett, ami a tej higiéniai minőségét biztosítja, és a tőgyegészség megőrzését segíti. A vizsgálatok alapján az utófejés alkalmazása nemcsak a maradéktej csökkentésében játszik szerepet, hanem a tőgyegészség fenntartásában is fontos tényezőnek tekinthető.

A vizsgálat harmadik helyszíne egy Közép-Dunántúlon található, nagyüzemi tejtermelő gazdaság, amely egy több ezer hektáron működő mezőgazdasági cégsoport részeként tevékenykedik. A vállalkozás 1991-ben alakult, és azóta folyamatos technológiai és genetikai fejlesztéseken ment keresztül. A cégsoport összesen 7000 hektáron végez növénytermesztést, amely elsősorban a takarmánybázis biztosítását szolgálja.



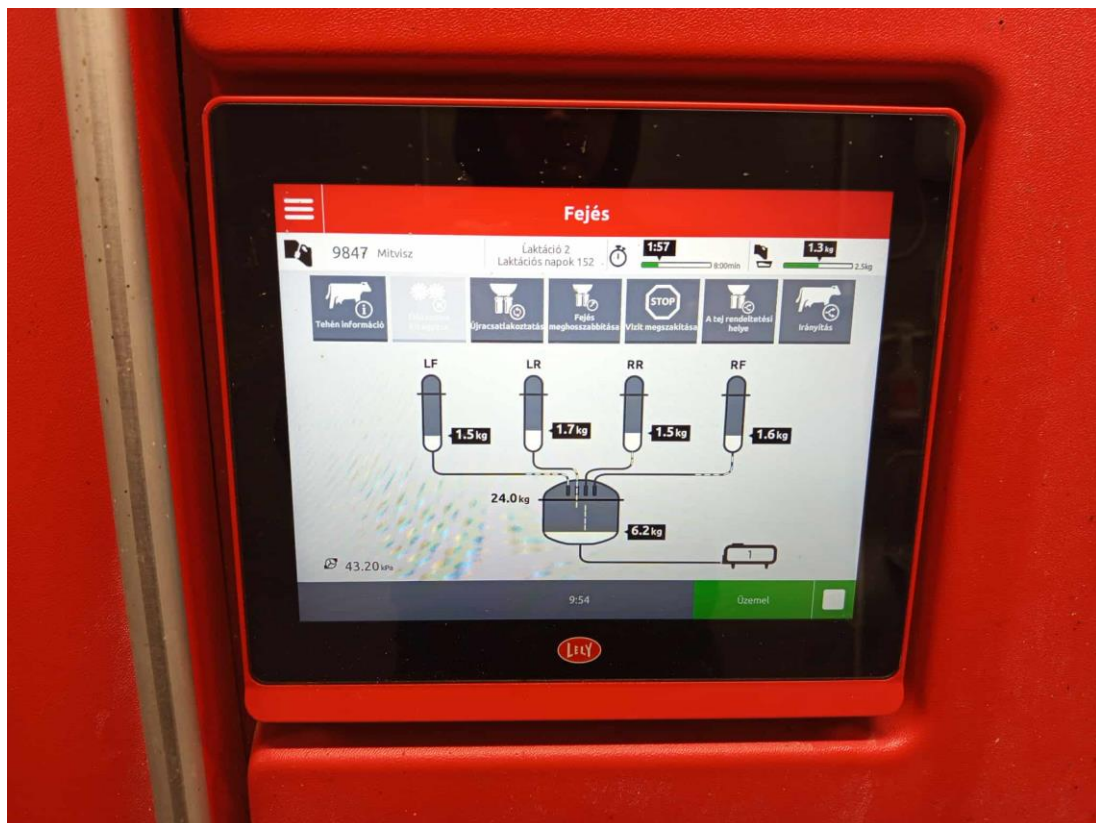
7. kép: Pihenőboxos istálló (Forrás: Saját kép)

A telepen jelenleg 635 fejős tehén található, a szaporulattal együtt az állomány létszáma meghaladja az ezer egyedet. A szarvasmarhák pihenőboxos istállókban kerülnek elhelyezésre, ahol vízágyas fekvőhelyeken pihennek. A pihenőhelyek kényelme és a mikroklíma-szabályozás egyaránt hozzájárul az állatjólléthez és a magas termelési szint fenntartásához. A napi tejhozam 25 298 kilogramm, ami az országos átlagot messze meghaladó értéknek számít.



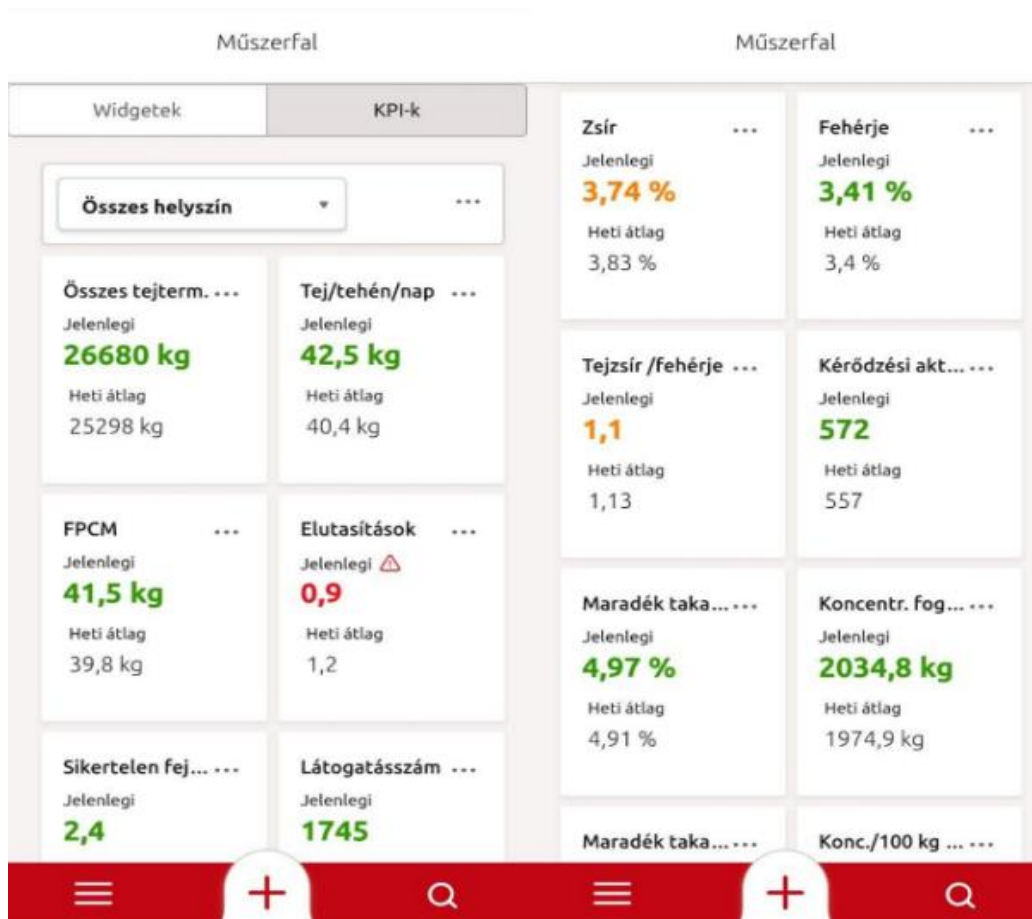
8. kép: Lely Astronaut A5 fejés közben (Forrás: Saját kép)

A telep fejéstechnológiáját Lely Astronaut A5 fejőrobotok biztosítják, összesen 12 automata egység üzemel, amelyek a nap 24 órájában, folyamatosan végzik a fejést. (8. kép) A robotok teljesen automatizált rendszerben működnek: felismerik az egyes állatokat, rögzítik a tejhozamot, a tejáramlást, a fejési időt, valamint elemzik a tej összetételét és vezetőképességét.



9. kép: Fejőrobotról leolvasható információ fejés közben (Forrás: Saját kép)

A fejőrobotok adatgyűjtése lehetővé teszi a tejminőség és mennyiség valós idejű követését, ami különösen fontos az utófejéssel kapcsolatos automatizált beállítások vizsgálatakor, azonban ezeket az adatokat nem minden esetben tárolja a rendszer hosszabb időre. (9. kép)



10. kép: Lely Astronaut programból kinyert adatok (Forrás: Vizsgált telep telepvezetőjétől)

A fejőrobotok által nyert tej steril zárt rendszerben kerül hűtőtartályba, amely naponta elszállításra kerül. A telep fejlett adatgyűjtési rendszere révén a fejési paraméterek, a tejáramlás, a tőgyegészség és a tejösszetétel pontosan elemezhető, így a robotfejés és a hagyományos technológia eredményei objektíven összehasonlíthatók. A telep példája jól szemlélteti, hogy a teljesen automatizált fejőrendszerek mellett is fennmaradhat a magas szintű állatjóllét, a genetikai szelekció, valamint a termelés és a tejminőség folyamatos fejlesztése.

A vizsgálat során két egyed került kiválasztásra, egy klinikailag egészséges, valamint egy tőgygyulladással rendelkező tehén. A Lely Astronaut A5 szoftveréből kinyerhető adatok alapján, ami 11 napot jelentett, a két állat fejési paraméterei kerültek összehasonlításra, ez a 3. és 4. számú mellékletben található meg. Az elemzés során külön figyelmet kapott a tejhozam közötti eltérés, valamint a tőgygyulladásos és az egészséges egyed bal első tőgynegyedének tejvezetőképesség értékei, amelyek jól szemléltetik a gyulladásos tejösszetételre és vezetőképességre gyakorolt hatását.

A vizsgált időszakban a fejőrobot beállításai az alábbiak szerint működtek:

- Vákuumszint a fejés ideje alatt: 43 kPa
- Pulzációs ütemszám: 60 ciklus/perc
- Pulzációs ütemszám aránya: 65% szívás, 35% pihentetés
- Pulzációs módszer: keresztbe (bal–jobb, elől–hátsó), a fázisváltás körkörös is programozható
- Kehelylevételi küszöbérték: az átlagos tejáramlás harmadára számított érték
- Automatikus leválasztási tartomány: 75–400 ml/perc közötti tejáramlás esetén
- Kehelylevételi késleltetés: 6 másodperc (a visszaszámlálás végén történik a kehelyek levétele)
- Késleltetett levétel magas vezetőképesség esetén: választható funkció, de a vizsgálat idején nem volt aktiválva

A robot a tejáramlás folyamatos figyelése alapján dönt a kehelylevételről. Amennyiben az átlagos tejáramlás a küszöbérték alá esik, a rendszer automatikusan elindít egy 6 másodperces visszaszámlálást, majd ezt követően leveszi a fejőkelyheket. A vizsgált időszakban nem alkalmaztak késleltetett kehelylevételt, azonban a rendszer képes ennek egyedi beállítására, különösen a magas vezetőképességű tehének esetében, amikor a teljes tőgykiürülés biztosítása kiemelt cél.

A vizsgált egyedek adatai alapján a fejési folyamat teljes mértékben automatizált utófejéssel zárul, kézi beavatkozásra nincs szükség. A Lely Astronaut A5 rendszer a tejáramlás és vezetőképesség alapján optimalizálja az utófejési szakaszt, amely kíméletesen, csökkentett vákuummal zajlik. A robot így elkerüli a tőgy túlfárasztását, ugyanakkor biztosítja a maradéktej minimálisra csökkentését.

## 4. Eredmények

### 4.1 A fejőgép levételi értékének vizsgálata automatizált rendszerben



1. diagram – (Forrás: Saját mérés)

Az 1. diagrammon jól látható, hogy a szomatikus sejtszám az egyes beállítás-váltásokat követően 2–3 napon belül stabilizálódott. A legalacsonyabb értékek a 2,0 liter/perc beállítás mellett jelentkeztek, ekkor a sejtszám 210–220 ezer/ml körüli szintre csökkent, ami a tőgy megfelelő kiürülését és a fejési folyamat optimális beállítását jelzi.

Az 1,0–1,5 liter/perc értékeknél a hosszabb fejési idő miatt enyhe emelkedés volt tapasztalható, míg a 3,0–3,5 liter/perc tartományban a sejtszám ismét növekedett, ami a tőgyben visszamaradó tej következménye. A mért adatok átlagértékeit az 1. számú melléklet táblázata alapján az 1. táblázat foglalja össze:

Utófejés utáni levétel (l/perc)	Átlagos szomatikus sejtszám	Tejtermelés (fejési átlag adott csoport)	Csoport szám (II. csoport)	Termelt tej/nap kg-ban
1	299 143	34,8	62	2 158
1,50	252 171	36,1	62	2 238
2,00	213 100	37,2	62	2 306
2,50	236 557	37,3	62	2 313
3,00	285 200	34,9	62	2 164
3,50	335 643	33,2	62	2 058

1. táblázat – (Forrás: Saját mérés)

A táblázat adatai alapján a 2,0 liter/perc beállítás mellett mértük a legkedvezőbb kombinációt: a szomatikus sejtszám 213 100 sejt/ml volt, miközben a tejhozam elérte a 37,2 kg/tehén értéket.

Ez az érték tekinthető optimálisnak, hiszen a tejleadás és a tőgyegészség szempontjából is a legkiegyensúlyozottabb eredményt adta.

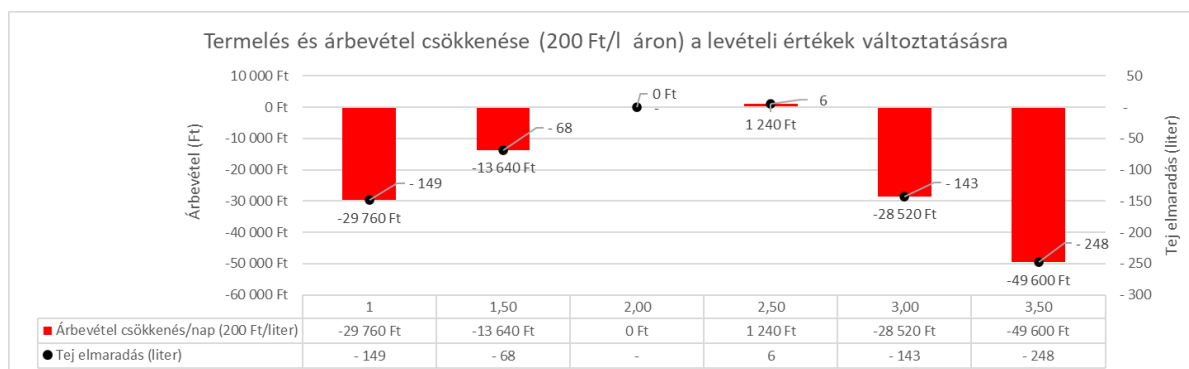
A 3,5 liter/perc értéknél ezzel szemben a sejtszám több mint 50%-kal nőtt (335 643 sejt/ml), a napi tejtermelés pedig 2058 kg-ra csökkent.

Az 2. táblázatban összegzésre került a vizsgálat során gyűjtött adathalmaz, ami az 1. számú mellékletben található, a hozamok alapján árbevétel becslés történt 200 Ft/liter áron (2025. augusztus 6.-án a tej átvételi ára 200 Ft/liter volt KSH statisztikája alapján), illetve a szomatikus sejtszám és a tejtermelési és költségmutatók változása százalékosan is kimutatásra került.

Utófejés utáni levétel (l/perc)	Szomatikus sejtszám	Tejtermelés (fejési átlag)	Csoportszám (II. csoport)	Termelt tej/nap	Tej elmaradás (liter)	Árbevétel csökkenés/nap (200 Ft/liter)	Árbevétel/nap	Szomatikus sejtszám %-os változása	Tejtermelési és költség mutatók változása
1	299 143	34,8	62	2 158	- 149	-29 760 Ft	431 520	40%	-6%
1,50	252 171	36,1	62	2 238	- 68	-13 640 Ft	447 640	18%	-3%
2,00	213 100	37,2	62	2 306	-	0 Ft	461 280	0%	0%
2,50	236 557	37,3	62	2 313	6	1 240 Ft	462 520	11%	0%
3,00	285 200	34,9	62	2 164	- 143	-28 520 Ft	432 760	34%	-6%
3,50	335 643	33,2	62	2 058	- 248	-49 600 Ft	411 680	58%	-11%

2. táblázat – A levéleti értékek változásának hatása a tejhozamra, a szomatikus sejtszámmra és az árbevételre (Forrás: Saját mérés)

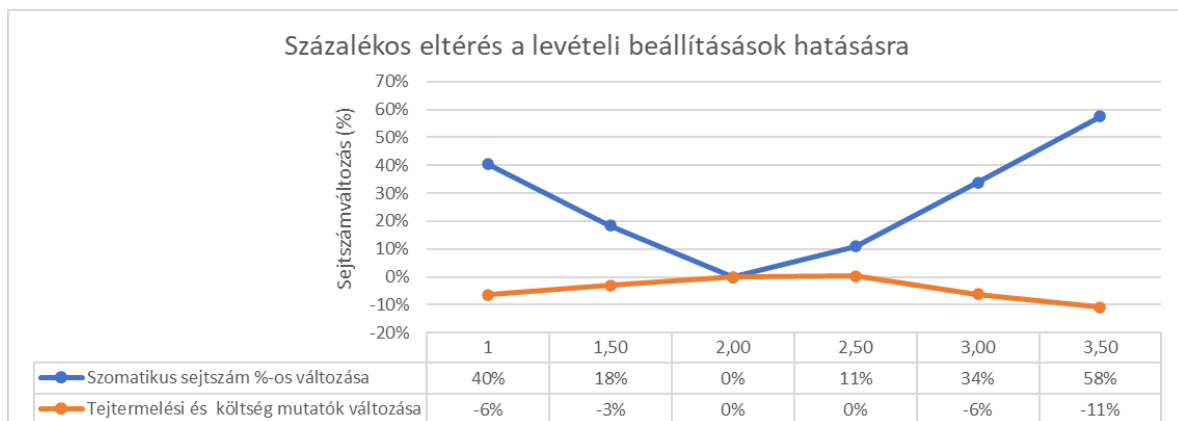
A termelési és bevételi veszteségeket az 2. diagram szemlélteti, a vizsgált időszakban a bázis 2 liter/perces levéleti érték volt.



2. diagram – (Forrás: Saját mérés)

Az adatok alapján a 2,0 liter/perc érték biztosította az egyetlen olyan tartományt, ahol nem keletkezett kimutatható termelés kiesés. A legalacsonyabb, 1,0 l/perc beállítás esetén a hosszabb fejesi idő és a tőgyirritáció következtében napi szinten 29 760 Ft árbevétel-csökkenés volt tapasztalható, míg a legmagasabb értéknél (3,5 l/perc) a veszteség elérte a 49 600 forintot. Ezzel párhuzamosan a tejtermelés is csökkent, a maradéktej mennyisége pedig emelkedett, ami egyértelműen az utófejés hiányának következménye.

A szomatikus sejtszám és a termelési mutatók százalékos változását a 3. diagram mutatja:



3. diagram – (Forrás: Saját mérés)

Az adatok alapján megfigyelhető, hogy a szomatikus sejtszám növekedése és a tejtermelés csökkenése között fordított összefüggés áll fenn.

A legnagyobb eltérés a 3,5 l/perc beállításnál tapasztalható, ahol a sejtszám közel 60%-kal nőtt, míg a tejtermelés 11%-kal csökkent az optimális 2,0 l/perc értékhez viszonyítva.

Ez a tendencia alátámasztja, hogy a gépi fejes beállításai közvetlenül hatnak a tejtermelési hatékonyságra és a tőgyegészségre, és gazdasági szempontból is meghatározó szerepük van.

A 2,5 liter/perc érték még megfelelőnek mondható, azonban az ennél alacsonyabb és magasabb beállítások egyaránt rontották a termelési és egészségügyi mutatókat.

## 4.2 A kézi utófejés hatásának vizsgálata a második telepen

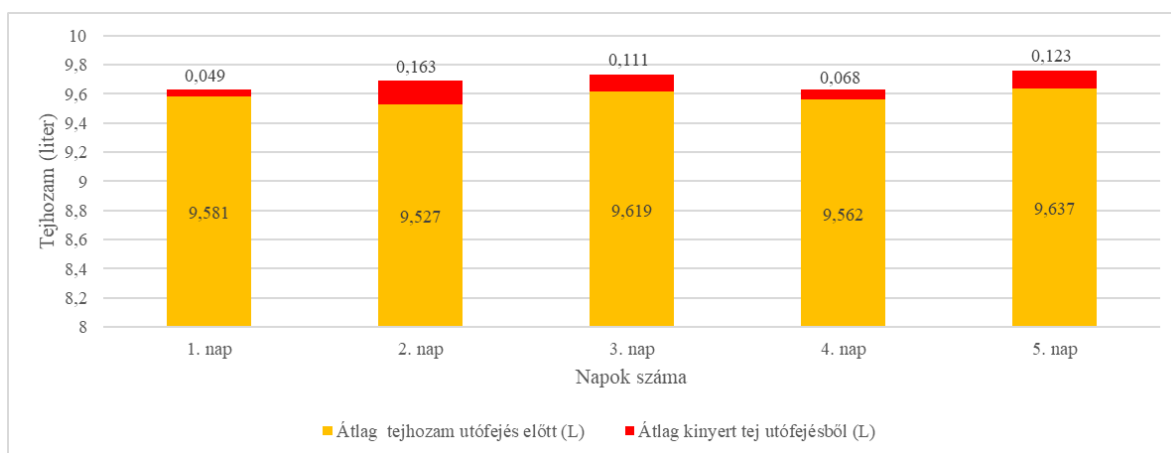
Nap	Vizsgált egyedek (db)	Utófejés aránya (%)	Átlag maradéktej (dl)	Átlag kinyert tej utófejésből (l)	Átlag extra idő (perc)	Átlag végső tejhozam (l)	Átlag végső fejési idő (perc)	Átlag tejhozam utófejés előtt (l)
1. nap	10	20%	0,64	0,049	0,19	9,63	11,92	9,581
2. nap	10	60%	1,98	0,163	0,62	9,69	12,33	9,527
3. nap	10	50%	1,46	0,111	0,47	9,73	12,31	9,619
4. nap	10	30%	0,94	0,068	0,24	9,63	12,12	9,562
5. nap	10	50%	1,56	0,123	0,43	9,76	12,45	9,637

3. táblázat – Összefoglaló táblázat az öt napos mérés eredményeiről (Forrás: Saját mérés)

Az utófejés során átlagosan 0,05–0,12 liter többlet tej került kinyerésre tehenenként, ami bár nem tűnik nagymértékűnek, hosszú távon számottevő különbséget jelenthet az összhozam tekintetében.

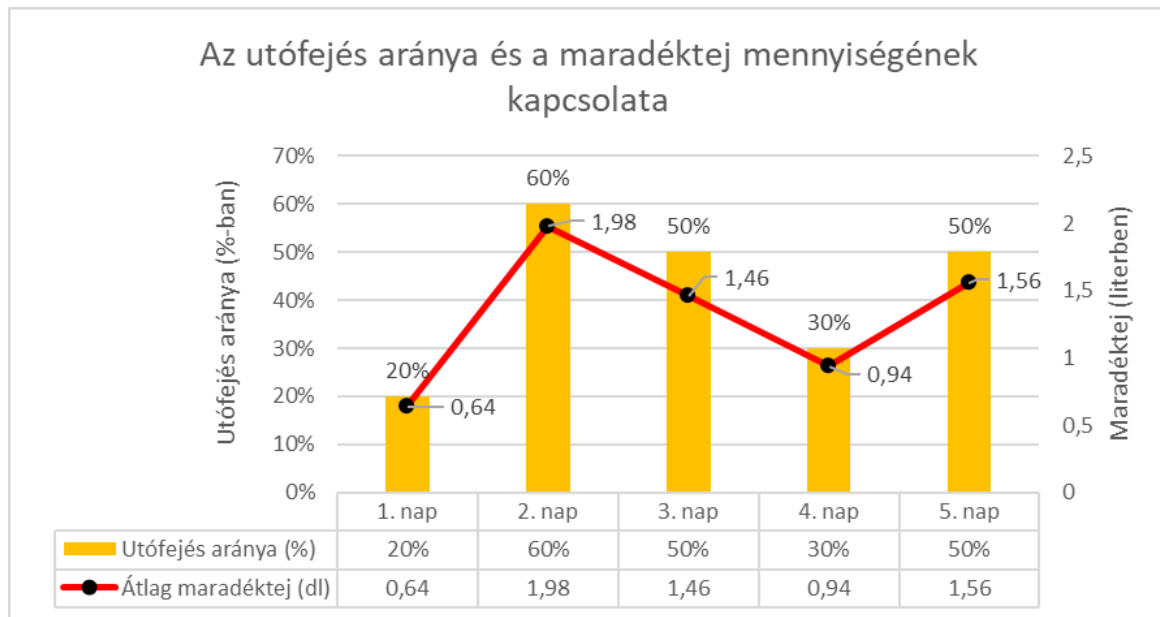
Az átlagos tejhozam fejés előtt a fejőgép által végzett fejési ciklus során kinyert tej mennyiségét jelenti, amelyet az adott időintervallumban mért értékek alapján számítottam. Az átlagos utófejésből kinyert tej mennyiség ezzel szemben a kézi utófejés során nyert tej átlagát mutatja. Az adatok átlagos jelzője arra utal, hogy a napi mérésekből származó értékeket összegeztem és napokra lebontva átlagoltam, így az eredmények a vizsgált időszak átlagos tejtermelési jellemzőit tükrözik.

Az adatok összegzését az 4. diagram szemlélteti, amely bemutatja az átlagos tejhozamot az utófejés előtti és az utófejéssel kinyert tej figyelembevételével. A grafikonon jól megfigyelhető, hogy az utófejés minden nap hozzájárult a tejtermelés kismértékű növekedéséhez, valamint a fejési folyamat hatékonyságának javulásához.



4. diagram – (Forrás: Saját mérés)

Az 5. diagram az utófejések arányának és az átlagos maradéktej mennyiségének kapcsolatát szemlélteti az öt napos megfigyelési időszak alatt.



5. diagram – (Forrás: Saját mérés)

Az adatok alapján az utófejések aránya a napok során 20 és 60% között változott, ami a fejő tapasztalati döntéseit tükrözte: az utófejésre jellemzően azoknál az egyedeknél került sor, ahol nagyobb mennyiségű maradéktej volt tapasztalható.

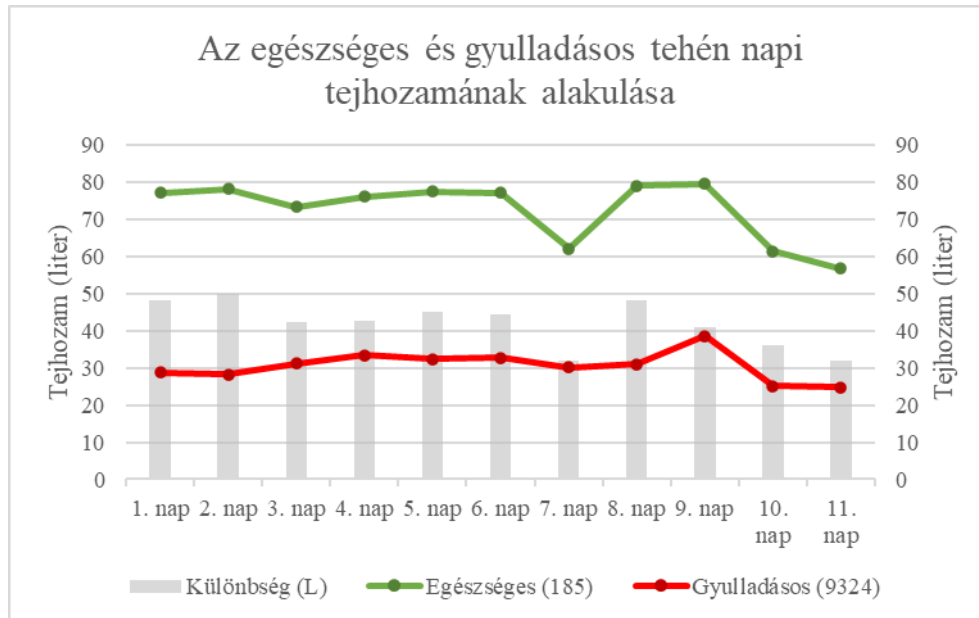
A grafikon jól mutatja, hogy a magasabb utófejési arányokhoz rendszerint magasabb maradéktejértékek társultak, vagyis az utófejés főként a problémásabb egyedeknél került alkalmazásra.

A negyedik napon, amikor az utófejések aránya visszaesett 30%-ra, az átlagos maradéktej mennyisége is csökkent (0,94 dl), ami arra utal, hogy a korábbi napok intenzívebb beavatkozásai javították az egyedek tejleadási hatékonyságát.

### 4.3 A tőgyegészség és termelési mutatók vizsgálata automata fejőrobot rendszerben

A robot minden fejés során rögzíti a tejhozamot, a fejési időt, a tej vezetőképességét és a tőgynegyedek állapotát, lehetővé téve az egyedi teljesítmény és a tőgyegészség pontos nyomon követését.

A kutatás célja az volt, hogy összehasonítsak egy egészséges (azonosító: 185) és egy tőgygyulladásos (azonosító: 9324) egyed fejési és termelési adatait, és feltárjam, hogy miként mutatkoznak meg a különbségek az automatikusan gyűjtött mutatókban.

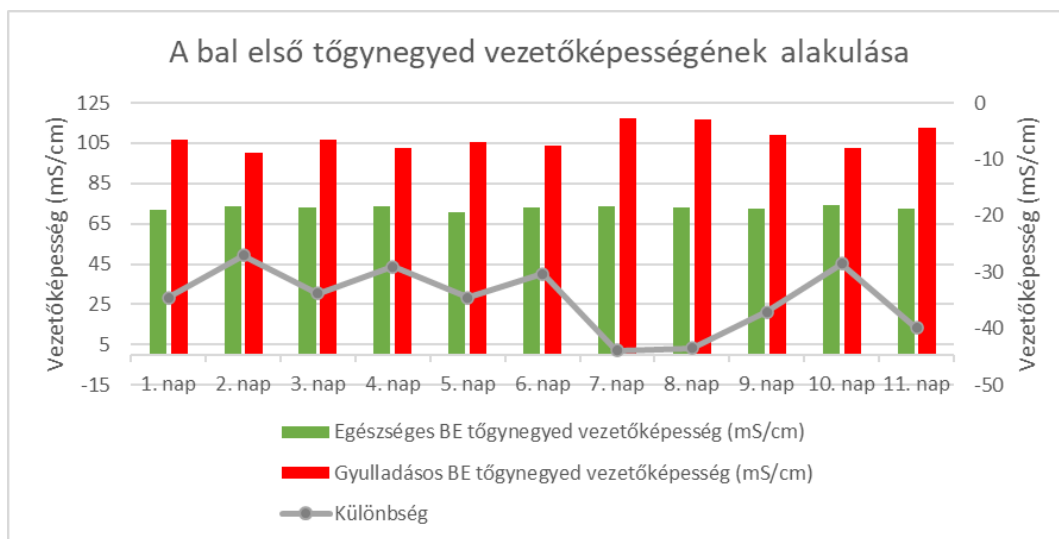


6. diagram – (Forrás: Saját mérés)

A 6. diagram az egészséges (zöld) és a gyulladós (piros) egyed napi tejtermelése látható, a szürke oszlopok pedig a két egyed közti eltérést szemlélteti.

Jól megfigyelhető, hogy az egészséges egyed tejhozama a vizsgált időszakban 70–80 liter/nap között alakult, míg a gyulladós egyedé 25–35 liter között maradt. A különbség minden napon meghaladta a 35–40 litert, ami a termelési kapacitás közel 50%-os csökkenését jelenti.

A tejtermelés visszaesése a tőgygyulladás következménye, amely egyrészt rontja a tejáramlást, másrészt csökkenti az érintett negyedek tejleadó képességét. A fejőrobot adatai egyértelműen alátámasztják, hogy a gyulladás az egész tehén teljesítményét befolyásolja, nem csupán az érintett negyedét.



7. diagram – (Forrás: Saját mérés)

A 7. diagram a két tehén bal első (BE) tőgynegyedének napi átlagos vezetőképességét mutatja. Az egészséges egyed esetében az értékek 70–74 mS/cm tartományban mozogtak, míg a gyulladással rendelkező tehéné 100–115 mS/cm között alakultak. A különbség tartósan 30–40 mS/cm volt, ami a tőgygyulladás élettani hatásait jól szemlélteti: a tejben megnövekedett ionkoncentráció a sejtfalak átteresztőképességének fokozódását jelzi. A vezetőképesség időbeli változása alapján a gyulladással rendelkező egyed értékei nemcsak magasabbak, hanem jobban ingadoznak is, ami arra utal, hogy a tőgy lassabban regenerálódik.

A vizsgálat eredményei megerősítik, hogy az automata fejőrobot által rögzített szenzoradatok alkalmasak a tőgygyulladás korai felismerésére, és pontosan nyomon követik annak lefolyását, ez főként annak köszönhető, hogy a robot rendszer szenzorai tőgynegyedenként is képesek érzékelni a tejáramlást és a vezetőképességet.

	Egészséges egyed (185)	Gyulladásos egyed (9324)	Különbség
Átlagos tejhozam (l/fejés)	19,50	14,64	4,86
Átlagos fejési idő negyedenként (perc)	3   4   3   4	1   3   3   4	0,6
Átlagos fejési sebesség (l/perc)	5,66	5,22	0,44
Átlagos vezetőképesség eltérés (mS/cm)	0,05	2,09	-2,04
Átlag fejések közti idő	6 óra 18 perc	11 óra 6 perc	4 óra 47 perc
Átlag napi fejésszám (db/nap)	4	2	-2
Napi átlag tejhozam (l/nap)	72,7	30,6	-42,04

4. táblázat – Egészséges és gyulladással rendelkező tehén termelési és fejési mutatóinak összehasonlítása  
(Forrás: Saját mérés)

## 5. Következtetések, és javaslatok

Az utófejés minden vizsgált rendszerben (kézi, gépi, robotizált) meghatározó szerepet tölt be a tejhozam, a tőgyegészség és a szomatikus sejtszám alakulásában.

Az automatikus kehelylevételi érték közvetlenül befolyásolja a fejés hatékonyságát: az optimálisnak a 2,0 l/perc beállítás bizonyult, ami a legkedvezőbb hozam–SCC arányt eredményezte.

A kézi utófejés kisüzemi körülmények között továbbra is indokolt, mivel növeli a tejszűrés teljességét, és hosszú távon javítja a higiéniai mutatókat, bár többletidőt igényel.

A fejőrobot-rendszerek képesek az utófejés funkciójának részleges automatizálására; a szenzoros adatok (vezetőképesség, tejáramlás) korai jelzői lehetnek a tőgygyulladásnak.

Az egészséges és gyulladós egyedek összehasonlítása egyértelműen kimutatta, hogy a megnövekedett vezetőképesség a gyulladás korai stádiumában is kimutatható.

A tőgy teljes kiürülése nemcsak a tejhozam, hanem a tőgygyulladás megelőzése szempontjából is döntő fontosságú.

A technológiai fejlettség szintje (kézi, gépi, robotizált) nem csökkenti, hanem inkább átalakítja az utófejés szerepét. Bár a modern rendszerek pontos és részletes adatokat képesek gyűjteni, ezek rögzítése és hosszabb távú tárolása nem minden telepen megoldott, ami hátrányt jelenthet az adatelemzés és a tőgyegészség nyomon követése szempontjából.

Nagyüzemi körülmények között javasolt a kehelylevételi értékek telepspecifikus optimalizálása, rendszeres adatgyűjtés és visszamérés alapján.

Kézi fejés esetén célszerű standardizált utófejési protokoll bevezetése a fejők képzése mellett.

Ajánlott a vezetőképesség és SCC-adatok folyamatos nyomon követése – akár robotizált, akár fél-automatizált rendszerekben – a korai diagnosztika érdekében.

A robotfejő rendszerek fejlesztésekor célszerű a tőgynegyed-szintű szenzoradatok integrálását hangsúlyozni, mert ezek pontosan jelzik a gyulladós folyamatokat.

Hosszú távon indokolt a digitális adatgyűjtés és mesterséges intelligencia alapú elemzés bevezetése, amely az utófejési időzítést és a tőgyegészség-monitorozást automatizálhatja.

A tejminőségi prémiumrendszerekben javasolt az utófejési hatékonyság mérőszámként való figyelembevétele, hiszen közvetlenül befolyásolja a termelés gazdaságosságát.

## 6. Összefoglalás

A kutatás célja az utófejés szerepének és hatékonyságának vizsgálata különböző fejéstechnológiai szinteken működő tehenészetekben. A vizsgálat három telepen zajlott, eltérő technológiai környezetben: kézi, gépi és automata fejőrendszerben. Az elemzés középpontjában az utófejés hatása állt a tejhozamra, a tőgyegészségre és a szomatikus sejtszám alakulására. A cél az volt, hogy a különböző fejési módok összehasonlításával feltárjam azokat a tényezőket, amelyek a fejési hatékonyságot és a tőgy állapotát leginkább befolyásolják.

Az első vizsgálati helyszín egy korszerű, karusszel rendszerű, GEA fejőházzal felszerelt nagyüzem volt. Itt a gépi fejés során az automatikus kehelylevételi értékek változtatásával (1,0–3,5 l/perc tartományban) elemeztem a szomatikus sejtszám és a tejhozam közötti kapcsolatot. A fejési adatok a telep szoftveres nyilvántartásából származtak, napi átlagértékekre számítva.

A második helyszín egy kisebb, kézi fejést is alkalmazó gazdaság volt, ahol az adatokat kézi méréssel rögzítettem. A fejési és utófejési időket stopperrel mértem, a kézi utófejésből származó tejmennyiséget mérőedénnyel határoztam meg. A méréseket öt egymást követő napon, tíz fejős tehenen végeztem, naponta két fejési ciklus során. A kapott adatok alapján kiszámítottam az utófejések arányát, a többletej mennyiségét és az időráfordítást.

A harmadik helyszínen egy Lely Astronaut A5 fejőrobot által gyűjtött adatok kerültek elemzésre. A vizsgálat egy klinikailag egészséges tehen adataira terjedt ki, a fejőrobot szenzorrendszere (tejáramlás, vezetőképesség, hőmérséklet, fejési idő) által rögzített értékek alapján. A rendszer 43 kPa vákuummal, 60 ciklus/perc pulzációs ütemszámmal és 65–35%-os ütemarány mellett működött. Az adatokat a robot szoftveréből exportáltam és Excelben dolgoztam fel.

Az első telepen az automatizált fejőrendszerben végzett mérések alapján az optimális kehelylevételi érték 2,0 l/percnek bizonyult. Ennél az értéknél a legkedvezőbb hozam–SCC arányt kaptam: a szomatikus sejtszám 210–220 ezer/ml között stabilizálódott, míg a tejtermelés 37,2 liter/fejés volt. A túl korai (1,0–1,5 l/perc) levétel hosszabb fejési időt és magasabb sejtszámot, a túl késői (3,0–3,5 l/perc) levétel pedig termeléseszkökenést és tőgyirritációt okozott.

A második telepen a kézi fejés során 0,05–0,12 liter többletej került kinyerésre tehenenként az utófejés során. Bár ez csekélynek tűnhet, hosszú távon jelentős különbséget eredményezhet

a napi összhozam és a maradéktej mennyiségében. Az utófejések aránya 20–60% között változott; jellemzően azoknál az egyedeknél volt szükség rá, ahol a maradéktej mennyisége meghaladta az átlagot. Az utófejés tehát hozzájárult a fejési hatékonyság és a tőgyegészség javulásához.

A harmadik telepen az automatizált fejőrobot-rendszerből nyert adatok megerősítették, hogy a vezetőképesség megbízható korai jelzője a tőgygyulladásnak. Az egészséges egyed esetében az értékek 70–74 mS/cm között mozogtak, míg gyulladással 100–115 mS/cm között. A vezetőképesség idősoros elemzése rámutatott, hogy a gyulladással tőgygyulladásban az értékek nemcsak magasabbak, hanem nagyobb ingadozást is mutattak, ami a regeneráció elhúzódsát jelzi. A robot szenzoros adatai így pontosan alkalmasak a tőgyegészség változásainak nyomon követésére.

Az utófejés minden vizsgált technológiai rendszerben – kézi, gépi és robotizált – meghatározó szerepet tölt be a tejhozam, a tőgyegészség és a szomatikus sejttség alakulásában.

A fejőgépek esetében a kehelylevételi érték közvetlenül befolyásolja a fejés hatékonyságát, ezért érdemes rendszeresen nyomon követni a fejési adatokat, és azok alapján telepenként optimalizálni a beállításokat, hogy a tejkhozatal és a tőgyegészség szempontjából a legkedvezőbb értékek alakuljanak ki.

A kézi utófejés kisüzemi körülmények között továbbra is indokolt, mivel javítja a tőgy teljes kiürülését és a higiéniai mutatókat, bár többletidőt igényel. Célszerű egységes utófejési protokoll bevezetése és a fejők rendszeres képzése.

A robotizált fejés részben képes az utófejés automatizálására, és a szenzoros adatok (vezetőképesség, tejáramlás, tejhőmérséklet) korai diagnosztikai értékkel bírnak. Ugyanakkor a modern telepek adatkezelése nem minden esetben megoldott, ami hátrányt jelenthet a hosszú távú állategészségügyi elemzésekben.

Összességében elmondható, hogy a tőgy teljes kiürülése nemcsak a tejhozam növelése, hanem a tőgygyulladás megelőzése szempontjából is döntő fontosságú. A technológiai fejlettség nem csökkenti, hanem átalakítja az utófejés szerepét – a cél a fejési folyamatok optimalizálása, az adatok rendszeres gyűjtése és felhasználása az állategészség javítása érdekében.

## 7. Irodalomjegyzék

- [1] Agrárközgazdasági Intézet (AKI). (2025). Tejágazati jelentés 2020. Budapest: Agrárközgazdasági Intézet. Letöltés dátuma: 2025.09.08. Elérhető: <https://tejtermek.hu/download/1615/tej-es-tejtermek-gyorsított-agazati-jelentes-tervezet-20250707pdf>
- [2] Agrárközgazdasági Intézet, PÁIR. (2025). Nyerstejárak és kivitel adatok, 2024–2025. Budapest: Agrárközgazdasági Intézet. Letöltés dátuma: 2025.09.18. Elérhető: <https://tejtermek.hu/piaci-es-ar-adatok>
- [3] Agroinform. (2025). Tejpiaci feszültségek – növekvő árak és keresletingadozás. Agroinform.hu. Letöltés dátuma: 2025.09.19. Elérhető: <https://www.agroinform.hu/elelmiszeripar/tejpiaci-feszultsegek-no-a-kereslet-ingadozik-az-ar-84873-001>
- [4] Aune, D., Keum, N., Giovannucci, E., Fadnes, L. T., Boffetta, P., Greenwood, D. C. (2021). Milk consumption and multiple health outcomes: Umbrella review of systematic reviews and meta-analyses in humans. *Nutrition & Metabolism*, 18, 7. Letöltés dátuma: 2025.07.19. Elérhető: <https://doi.org/10.1186/s12986-020-00527-y>
- [5] Barkema, H. W., Schukken, Y. H., Lam, T. J., Beiboer, M. L., Benedictus, G., & Brand, A. (1999). Management practices associated with the incidence rate of clinical mastitis. *Journal of Dairy Science*, 82(8), 1643–1654. Letöltés dátuma: 2025.08.18 Elérhető: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75393-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75393-2)
- [6] Barkema, H. W., Schukken, H. Y., Lam, J. T., Beiboer, L., M., Benedictus, G., Brand, A. Management practices associated with the incidence rate of clinical mastitis Letöltés dátuma: 2025.08.18. Elérhető: [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(99\)75393-2](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(99)75393-2)
- [7] Boloña, P. S., Wallenbeck, A., Sjaunja, K. S., & Ferneborg, S. (2019). Effect of teatcup removal settings on milking efficiency and udder health in automatic milking systems. *Journal of Dairy Science*, 102(12), 11295–11304. Letöltés dátuma: 2025.03.23. Elérhető: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15839>
- [8] Cogato, A., Brščić, M., Guarino, M., & Marinello, F. (2021). Challenges and tendencies of automatic milking systems (AMS): A 20-years systematic review of literature and patents. *Animals*, 11(2), 356. Letöltés dátuma: 2025.08.19. Elérhető: <https://www.mdpi.com/2076-2615/11/2/356>
- [9] Comprehensive prevention and control of mastitis in dairy. (2025). *Veterinary Sciences*, 12(9), 800. Letöltés dátuma: 2025.08.19. Elérhető: <https://doi.org/10.3390/vetsci12090800>
- [10] Csatári N. (2017). Energetikai hatékonysági elemzések a szarvasmarha-telepek technológiájában. [PhD-értekezés]. Debrecen: Kerpely Kálmán Doktori Iskola, Debreceni Egyetem. Letöltés dátuma: 2025.08.16. Elérhető: <http://hdl.handle.net/2437/242765>
- [11] DeLaval International AB. (2023). Annual Report 2022/2023. Tumba, Sweden: DeLaval International AB. Letöltés dátuma: 2025.08.14. Elérhető: [https://corporate.delaval.com/wp-content/uploads/2023/05/DeLaval\\_part\\_2022\\_2023-FINAL.pdf](https://corporate.delaval.com/wp-content/uploads/2023/05/DeLaval_part_2022_2023-FINAL.pdf)
- [12] DeLaval. (2023). Fejés előtti tőgyelőkészítés. Letöltés dátuma: 2025.08.14. Elérhető: <https://www.delaval.com/hu/tudaskozpont/szakmai-tartalmak/bovebb-informacio/fejese-elotti-togyelokeszites>
- [13] Digitális Agrárakadémia. (2023). Precíziós állattenyésztés a gyakorlatban: digitalizáció és innováció segíti a versenyképes oktatást és kutatást Óváron. Digitális Agrárakadémia. Letöltés dátuma: 2025.07.17. Elérhető: <https://digitalisagrarakademia.hu/2023/01/18/precizios-allattenyesztes-a-gyakorlatban-digitalizacio-es-innovacio-segiti-a-versenykepes-oktatast-es-kutatast-ovaron/>

- [14] European Dairy Association (EDA). (2025). Annual Report 2024/2025. Brüsszel: European Dairy Association. Letöltés dátuma: 2025.09.16. Elérhető: [https://eda.euromilk.org/wp-content/uploads/2025/03/www\\_Annual\\_Report\\_2025\\_05a\\_BL.pdf](https://eda.euromilk.org/wp-content/uploads/2025/03/www_Annual_Report_2025_05a_BL.pdf)
- [15] Eurostat. (2024). Milk and milk product consumption in the European Union. Eurostat Statistical Database. Luxemburg: European Commission. Letöltés dátuma: 2025.07.09. Elérhető: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Milk\\_and\\_milk\\_product\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Milk_and_milk_product_statistics)
- [16] FAO & Codex Alimentarius Commission. (2004). Code of Hygienic Practice for Milk and Milk Products. Róma: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Letöltés dátuma: 2025.07.15. Elérhető: [https://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/livestockgov/documents/CXP\\_057e.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/livestockgov/documents/CXP_057e.pdf)
- [17] Farag, H. S., El-Sayed, M., Fahim, H., & Taha, A. E. (2023). Management practices of bovine mastitis and milk quality on Egyptian dairies. *Veterinary Sciences*, 10(10), 629. Letöltés dátuma: 2025.09.14. Elérhető: <https://doi.org/10.3390/vetsci10100629>
- [18] Ferneborg, S., Wallenbeck, A., & Svennersten-Sjaunja, K. (2019). Increased take-off level in automatic milking systems – effects on milk flow, milk yield and milking efficiency at the quarter level. *Journal of Dairy Research*, 86(1), 54–59. Letöltés dátuma: 2025.06.19. Elérhető: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30526697/>
- [19] Hajdú J. (2014). Automatizált takarmányozási rendszerek a szarvasmarhaistállóban. *Mezőgazdasági Technika*, 55(5), 26–29. Letöltés dátuma: 2025.08.18. Elérhető: [http://technika.gmgi.hu/uploads/termek\\_535/automatizalt\\_takarmanyozasi\\_rendszerek\\_a\\_szarvasmarhaistallokban\\_14\\_05.pdf](http://technika.gmgi.hu/uploads/termek_535/automatizalt_takarmanyozasi_rendszerek_a_szarvasmarhaistallokban_14_05.pdf)
- [20] Hajdú J. (2020). Fontos, hogy a takarmány mindig a tejelő marhák előtt legyen. *Mezőgazdasági Technika*, 61(4), 18–20. Letöltés dátuma: 2025.09.03. Elérhető: [http://technika.gmgi.hu/uploads/termek\\_1847/fontos\\_hogy\\_a\\_takarmany\\_mindig\\_a\\_teje\\_lo\\_marhak\\_elott\\_legyen\\_20\\_04.pdf](http://technika.gmgi.hu/uploads/termek_1847/fontos_hogy_a_takarmany_mindig_a_teje_lo_marhak_elott_legyen_20_04.pdf)
- [21] Hovinen, M., & Pyörälä, S. (2011). Invited review: Udder health of dairy cows in automatic milking systems. *Journal of Dairy Science*, 94(2), 547–562. Letöltés dátuma: 2025.05.05. Elérhető: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3556>
- [22] Incze P. (2009). Tehenek gépi fejhetősége. Háromszék – független napilap, Sepsiszentgyörgy. Letöltés dátuma: 2025.09.10. Elérhető: <https://www.3szek.ro/load/cikk/21057/tehenek-gepifejhetosege-allattenyesztes--incze-peter>
- [23] Ivanyos D. (2022). Az állomány-egészségügyi menedzsment, a tejtermelési mutatók és a tőgyegészségügyi állapot összefüggései holstein-fríz tehenészetekben. Budapest: Állatorvostudományi Egyetem
- [24] Ivanyos D., & Özsvári L. (2021). A telepi menedzsment egyes tényezői és a tőgygyulladás kapcsolata tejelő tehenészetekben. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 143(9), 515–528. Letöltés dátuma: 2025.05.19. Elérhető: [https://univet.hu/wp-content/uploads/2022/03/06-IvanyosOzsvari\\_MAL\\_2021\\_08\\_515-528.pdf](https://univet.hu/wp-content/uploads/2022/03/06-IvanyosOzsvari_MAL_2021_08_515-528.pdf)
- [25] Jacobs, J. A., & Siegford, J. M. (2012). The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare. *Journal of Dairy Science*, 95(5), 2227–2247. Letöltés dátuma: 2025.09.16. Elérhető: <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4943>
- [26] Kaskous, S. (2025). Factors influencing the setting of automatic teat cup removal at the end of machine milking in dairy cows. *AgriEngineering*, 5(3), 30. Letöltés dátuma: 2025.06.18. Elérhető: <https://www.mdpi.com/2673-933X/5/3/30>
- [27] Kiesswetter, E., Stadelmaier, J., Petropoulou, M., Morze, J., Grummich, K., Roux, I. (2023). Effects of dairy intake on markers of cardiometabolic health in adults. *Nutrients*, 15(9), 2118. Letöltés dátuma: 2025.08.18. Elérhető: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10201829/>

- [28] Központi Statisztikai Hivatal (KSH). (2024). Egy főre jutó élelmiszer-fogyasztás, 2000–2024. Budapest: Központi Statisztikai Hivatal. Letöltés dátuma: 2025.06.13. Elérhető: [https://www.ksh.hu/stadat\\_files/gdp/hu/gdp0038.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/gdp/hu/gdp0038.html)
- [29] Központi Statisztikai Hivatal (KSH). (2024). Élelmiszer-fogyasztási adatok, 2023–2024. Budapest: Központi Statisztikai Hivatal. Letöltés dátuma: 2025.06.09 Elérhető: [https://www.ksh.hu/stadat\\_files/ara/hu/ara0004.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/ara/hu/ara0004.html)
- [30] Magyar Mezőgazdaság. (2022). Mobil sajtáros fejőgép és az utófürösztő használata kisgazdaságban. Letöltés dátuma: 2025.09.08. Elérhető: <https://magyarmezogazdasag.hu/2022/09/20/mobil-sajtaros-fejogep-es-az-utofurosztó-hasznalata-kisgazdasagban/>
- [31] Mein, G. A., & Reinemann, D. J. (2009). Machine milking and teat health. *International Dairy Federation Bulletin*, 432, 3–12.
- [32] Nemzeti Agrárgazdasági Kamara (NAK). (N. a.). Iskolatej Program – az egészséges táplálkozás támogatása. Letöltés dátuma: 2025.09.18. Elérhető: <https://www.nak.hu/tajekoztatasi-szolgaltatas/jogszabalyok/jogszabalyi-osszefoglalo/109366-valtozasok-az-ovoda-es-iskolatej-program-szabalyozasaban>
- [33] Odorčić, M., Rasmussen, M. D., Paulrud, C. O., & Bruckmaier, R. M. (2019). Review: Milking machine settings, teat condition and milking efficiency in dairy cows. *Animal*, 13(S1), s94–s99. Letöltés dátuma: 2025.08.17. Elérhető: <https://doi.org/10.1017/S1751731119000417>
- [34] OECD–FAO. (2021). *OECD–FAO Agricultural Outlook 2021–2030*. Párizs: OECD Publishing. Letöltés dátuma: 2025.09.03. Elérhető: [https://www.oecd.org/en/publications/oecd-fao-agricultural-outlook-2021-2030\\_19428846-en.html](https://www.oecd.org/en/publications/oecd-fao-agricultural-outlook-2021-2030_19428846-en.html)
- [35] OECD–FAO. (2025). *Agricultural Outlook 2025–2034*. Párizs: OECD Publishing. Letöltés dátuma: 2025.09.11. Elérhető: [https://www.oecd.org/en/publications/oecd-fao-agricultural-outlook-2025-2034\\_601276cd-en.html](https://www.oecd.org/en/publications/oecd-fao-agricultural-outlook-2025-2034_601276cd-en.html)
- [36] Papp P., & Hejel P. (2021). A precíziós állattenyésztés kihívásai és lehetőségei az állategészségügyi menedzsment területén. *Marha Levél*, 2021(1). Letöltés dátuma: 2025.06.09. Elérhető: [https://agrofeed.eu/wp-content/uploads/2021/06/AGROFEED\\_Marhalevel\\_ok.pdf](https://agrofeed.eu/wp-content/uploads/2021/06/AGROFEED_Marhalevel_ok.pdf)
- [37] Philip, R., Herman, W. B., Prince, P. O., James, T., Alexandra, P. S., Beate, C., Gemma, C., Violeta, M., David, C. H., Ofosuhene, O. A., Jonathan, R., & Paul, R. T. (2024). Global losses due to dairy cattle diseases: A comorbidity-adjusted economic analysis. *Journal of Dairy Science*, 107(8), 5498–5513. Letöltés dátuma: 2025.09.15. Elérhető: <https://doi.org/10.3168/jds.2023-24626>
- [38] Phillips, C. J. C. (2001). *Principles of Cattle Production*. Wallingford, UK: CABI Publishing.
- [39] Ruegg, P. L. (2017). A 100-Year Review: Mastitis detection, management, and prevention. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 10381–10397. Letöltés dátuma: 2025.06.08. Elérhető: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13023>
- [40] Smith, J. (2019). History of Milking Machine Development. *Journal of Agricultural History*, 93(4), 223–240.
- [41] Soedamah-Muthu, S. S., & de Goede, J. (2018). Dairy consumption and cardiometabolic diseases: A review of recent evidence. *Advances in Nutrition*, 9(6), 730–739. Letöltés dátuma: 2025.07.20. Elérhető: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30406514/>
- [42] Stanek, P., Nowak, A., & Zigo, F. (2024). A review on mastitis in dairy cows research: Current status and future perspectives. *Agriculture*, 14(8), 1292. Letöltés dátuma: 2025.08.19. Elérhető: <https://doi.org/10.3390/agriculture14081292>

- [43] Szabó-Szentgróti E., Szigeti O., Tóth K., Borbély Cs., & Szakály Z. (2018). Fogyasztói szokások vizsgálata kvantitatív módszerekkel a magyarországi tejtermékpiacon. Kaposvár: Kaposvári Egyetem, Gazdaságtudományi Kar. Letöltés dátuma: 2025.08.27. Elérhető: <https://real.mtak.hu/124902/>
- [44] Szajkó L. (1988). A gépi utófejés mint laktotrof és jövedelmezőségi tényező. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 37(1), 35–40.
- [45] Szakály Z. (2019). Az egészségtudatos táplálkozás trendjei Magyarországon. Kaposvár: Kaposvári Egyetem, Gazdaságtudományi Kar. Letöltés dátuma: 2025.07.11. Elérhető: [https://healall.eu/home/wp-content/uploads/2023/11/J04\\_-Egeszseges-taplalkozas-HUN-10.30.pdf](https://healall.eu/home/wp-content/uploads/2023/11/J04_-Egeszseges-taplalkozas-HUN-10.30.pdf)
- [46] Szilágyi N., & Benk A. (2024). A tejtermelés és a tejminőség vizsgálata különböző fejési technológiáival működő dél-alföldi telepeken. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, MATE Press. Letöltés dátuma: 2025.07.16 Elérhető: <https://journal.uni-mate.hu/index.php/aweth/hu/article/view/6477/6483>
- [47] Tej Terméktanács. (2023). Tejpiaci helyzetkép 2023. Budapest: Tej Terméktanács. Letöltés dátuma: 2025.08.09. Elérhető: <https://tejtermek.hu/cikkek/piaci-jelentestetel>
- [48] Tejgazdaság. (1962). Fejéstechnológiai fejlesztések Magyarországon. *Tejgazdaság szakfolyóirat*, 42(3), 15–22. Letöltés dátuma: 2025.06.11. Elérhető: [http://www.mezogazdasagikonyvtar.hu/assets/digitarchiv/Koztelek-1896\\_Tejgazdasag-4-12.pdf](http://www.mezogazdasagikonyvtar.hu/assets/digitarchiv/Koztelek-1896_Tejgazdasag-4-12.pdf)
- [49] Tejgazdaság. (2018). Fogyasztási trendek a tej- és tejtermékpiacon. *Tejgazdaság szakfolyóirat*, 68(2), 45–53. Letöltés dátuma: 2025.09.12. Elérhető: <https://ojs.lib.unideb.hu/tejgazdasag/issue/view/614/50>
- [50] Tóth L. (2020). Fejés automatizálása (robotizálása). *Mezőgazdasági Technika – tudományos, műszaki fejlesztési és kereskedelmi folyóirat*, 61(5), 16–20. Letöltés dátuma: 2025.08.07. Elérhető: [http://technika.gmgi.hu/uploads/termek\\_1864/fejes\\_automatizalasa\\_robotizalasa\\_20\\_05.pdf](http://technika.gmgi.hu/uploads/termek_1864/fejes_automatizalasa_robotizalasa_20_05.pdf)
- [51] Tóth T. (2020). A tőgybimbó anatómiájának ultrahangos vizsgálata holstein-fríz szarvasmarhafajtában. [PhD-értekezés]. Gödöllő: Állattenyésztés-tudományi Doktori Iskola, MATE. Letöltés dátuma: 2025.09.10. Elérhető: <https://phd.szie.lib.uni-mate.hu/?docId=16251>
- [52] United States Department of Agriculture (USDA). (2025). Dairy: World Markets and Trade. Washington, D.C.: United States Department of Agriculture. Letöltés dátuma: 2025.09.16. Elérhető: <https://www.fas.usda.gov/data/dairy-world-markets-and-trade-07252025>
- [53] Ward, W. R., & Hillerton, J. E. (1991). Changes in milking machine technology and their impact on udder health. *British Veterinary Journal*, 147(5), 401–410.
- [54] Younan, M. (2004). Milk Hygiene and Udder Health. 4.1 Milk Hygiene. Letöltés dátuma: 2025.04.07. Elérhető: [https://www.researchgate.net/publication/265066478\\_Milk\\_Hygiene\\_and\\_Udder\\_Health\\_41\\_Milk\\_Hygiene](https://www.researchgate.net/publication/265066478_Milk_Hygiene_and_Udder_Health_41_Milk_Hygiene)
- [55] Zeconi, A., Dell'Orco, F., Vairani, D., Rizzi, N., Cipolla, M., Zanini, L. (2020). Differential Somatic Cell Count as a Marker for Changes of Milk Composition in Cows with Very Low Somatic Cell Count, *Animals*, 10(4), 604. Letöltés dátuma: 2025.07.18. Elérhető: <https://doi.org/10.3390/ani10040604>
- [56] Zigo, F., Vasil, M., Ondrašovičová, S., Vrškóvá, M., & Malová, J. (2021). Maintaining optimal mammary gland health and prevention of mastitis. *Animals*, 11(2), 356. Letöltés dátuma: 2025.08.11. Elérhető: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33681324/>

## 8. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném kifejezni hálámat Dr. Lukács Aurél István témavezetőmnek a szakmai iránymutatásért, támogatásért és hasznos tanácsaiért, melyek nélkül ez a dolgozat nem jöhetett volna létre.

Köszönet illeti családomat, akik a dolgozat készítése során mindvégig mellettem álltak, biztattak és támogattak, erőt adva a kitartáshoz.

Külön köszönettel tartozom kedves barátnőmnek, aki türelmével, megértésével és támogatásával mindvégig mellettem állt, és inspirációt nyújtott a dolgozat elkészítéséhez.

Továbbá szeretném megköszönni a három vizsgált tehenészet vezetőinek és dolgozóinak a segítséget és együttműködést, akik lehetővé tették, hogy kutatásaimat a gyakorlatban is elvégezhessem, és értékes adatokat gyűjthessek a dolgozat elkészítéséhez.

## 9. Mellékletek

### 1. melléklet: Szomatikus sejtszám, fejési átlag és a levételi idő alakulása a 1. telepen

Az alábbi táblázat az 1. számú tehenészetben végzett vizsgálatok során mért adatokat tartalmazza. A táblázat a megfigyelési időszak napjaira bontva mutatja be a szomatikus sejtszám átlagát (db/ml), a fejési átlagot (liter/fejés), valamint a levételi időt (liter/perc). Az adatok a fejőrobot rendszeréből és a napi tejtermelési kimutatásokból származnak.

Vizsgálat dátuma	Szomatikus sejtszám átlag	Fejési átlag (l)	Levételi idő (l/perc)
1	295 800	34,6	1
2	298 100	35,1	1
3	304 500	34,7	1
4	303 200	34,9	1
5	297 900	34,5	1
6	298 900	35,0	1
7	295 600	34,8	1
8	252 400	36,0	1,5
9	254 000	36,3	1,5
10	255 000	36,3	1,5
11	247 000	35,9	1,5
12	250 400	36,2	1,5
13	254 100	36,1	1,5
14	252 300	35,9	1,5
15	213 300	37,0	2
16	210 900	37,4	2
17	209 900	37,3	2
18	218 500	37,2	2
19	214 600	37,1	2
20	211 300	37,4	2
21	213 200	37,0	2
22	236 000	37,2	2,5
23	238 600	37,5	2,5
24	239 400	37,3	2,5
25	231 400	37,1	2,5
26	235 800	37,4	2,5
27	238 500	37,2	2,5
28	236 200	37,4	2,5
29	285 500	34,7	3
30	283 100	35,0	3
31	281 800	34,9	3
32	291 000	34,9	3
33	286 500	35,1	3
34	283 300	34,7	3
35	285 200	35,0	3
36	335 400	33,1	3,5
37	338 200	33,4	3,5
38	339 800	33,0	3,5
39	328 700	33,3	3,5
40	333 600	33,2	3,5
41	338 100	33,1	3,5
42	335 700	33,3	3,5

## 2. melléklet: A fejési és utófejési paraméterek mért adatai a 2. tehenészetben

A táblázat a 2. számú tehenészetben rögzített és mért adatokat tartalmazza. Az adatok kézi mérés során kerültek feljegyzésre, a fejési és utófejési időket stopperrel mértem, míg a kézi utófejésből származó tejmennyiséget mérőedénnyel határoztam meg. A táblázatban szereplő adatok a fejőgép által mért alapterjhozamot, a kézi utófejés tényét és mennyiségét, valamint a fejés és utófejés időtartamait tartalmazzák.

Egyed	Nap	Tejhozam alap (l/fejés)	Fejési idő alap (perc)	Kézi utófejés	Maradéktej utófejés előtt (dl)	Kézzel kinyert tej (dl)	Utófejés miatti idő (perc)	Végző tejhozam (l/fejés)	Végző fejési idő (perc)
1	1	10,7	11	nem	0,1	0	0	10,7	11
2	1	8,3	13,1	nem	0,1	0	0	8,3	13,1
3	1	9	10	igen	1,7	1,6	0,8	9,2	10,9
4	1	8,8	11,2	nem	0,3	0	0	8,8	11,2
5	1	10,8	13,1	nem	0,2	0	0	10,8	13,1
6	1	10,8	12	nem	0,2	0	0	10,8	12
7	1	11,1	10,9	igen	3,6	3,3	1,1	11,4	12
8	1	8,1	12,4	nem	0,1	0	0	8,1	12,4
9	1	10,1	14	nem	0	0	0	10,1	14
10	1	8,1	9,5	nem	0,1	0	0	8,1	9,5
1	2	10,4	11,1	igen	1,5	1,2	0,7	10,5	11,8
2	2	7,9	12,4	igen	4,7	4,2	1,6	8,3	14,1
3	2	9,1	9,7	nem	0,1	0	0	9,1	9,7
4	2	9,1	10,5	nem	0,3	0	0	9,1	10,5
5	2	11	12,5	nem	0,3	0	0	11	12,5
6	2	10,3	12,8	igen	4,7	3,6	1,2	10,7	14
7	2	11,5	11	igen	1	0,8	0,5	11,6	11,5
8	2	8,2	13,4	nem	0,1	0	0	8,2	13,4
9	2	9,8	13,3	igen	3,8	3,8	1,1	10,2	14,4
10	2	7,9	10,3	igen	3,3	2,7	1,1	8,2	11,4
1	3	10,3	11	igen	2,9	2,6	1,1	10,6	12,1
2	3	8	12,5	igen	3,5	2,8	0,7	8,2	13,2
3	3	9,3	10,7	igen	4,6	3,5	1,3	9,7	12
4	3	9	10,7	igen	0,7	0,6	0,8	9,1	11,5
5	3	10,9	13,9	igen	2,1	1,6	0,8	11,1	14,7
6	3	10,7	12,6	nem	0,2	0	0	10,7	12,6
7	3	11,6	10,3	nem	0	0	0	11,6	10,3
8	3	8,3	13,1	nem	0,2	0	0	8,3	13,1
9	3	10,1	13,8	nem	0	0	0	10,1	13,8
10	3	7,9	9,8	nem	0,4	0	0	7,9	9,8
1	4	10,8	11,2	igen	3,4	3	1,1	11,1	12,3
2	4	8,1	12,9	nem	0,3	0	0	8,1	12,9
3	4	8,9	10	nem	0,2	0	0	8,9	10
4	4	8,8	10,4	nem	0,2	0	0	8,8	10,4
5	4	11	13,4	igen	3,4	2,5	0,8	11,3	14,2
6	4	10,3	12,6	igen	1,3	1,3	0,5	10,4	13,1
7	4	11,5	11,3	nem	0,1	0	0	11,5	11,3
8	4	8,9	13	nem	0,4	0	0	8,9	13
9	4	9,8	14	nem	0	0	0	9,8	14
10	4	7,5	10	nem	0,1	0	0	7,5	10
1	5	10,6	12,1	nem	0,1	0	0	10,6	12,1
2	5	8	12,6	igen	4,1	3,3	0,8	8,4	13,5
3	5	9,4	10,4	nem	0,1	0	0	9,4	10,4
4	5	9,1	10,6	nem	0,3	0	0	9,1	10,6
5	5	11,4	12,7	nem	0	0	0	11,4	12,7
6	5	10,9	13,6	nem	0,2	0	0	10,9	13,6
7	5	11,3	10,9	igen	1,4	1,1	0,5	11,4	11,4
8	5	7,9	13	igen	2,4	2,4	0,9	8,1	13,9
9	5	9,4	14,7	igen	3,6	2,9	0,9	9,7	15,6
10	5	8,4	9,5	igen	3,4	2,6	1,2	8,6	10,7

### 3. melléklet: Egészséges tehén 11 napon keresztül mért fejési adatai a 3. telepen

A táblázat a 3. számú tehenészetben gyűjtött adatokat tartalmazza, amelyeket a fejőrobot szoftveréből sikerült kinyerni. Az adatsor egy egészséges egyed fejéseinek eredményeit mutatja be 11 napon keresztül. A táblázat tartalmazza a fejések időpontját, a tejhozamot, a fejési időt és annak szakaszait, a tej hőmérsékletét, valamint a vezetőképesség értékeit és eltéréseit.

Állatazonosító/Használati szám	Dátum, Időpont	Tejhozam	Fejési idő	Fejési idő	Fejési idő	Fejési idő	BE	JE	BH	JH	Tej hőmérséklete	BE	BH	JE	Vezetőképesség eltérése, JH
185	1. nap 0:29:00	18,7	2:47	3:11	3:10	3:34	0:10	0:10	0:12	0:10	38,8	74	74	75	2
185	1. nap 8:29:00	25,3	4:23	4:05	4:28	4:35	0:09	0:09	0:09	0:10	38,6	73	74	75	2
185	1. nap 14:36:00	17,7	2:42	3:07	3:03	3:29	0:09	0:09	0:10	0:09	38,8	70	71	71	-2
185	1. nap 19:36:00	15,5	2:48	2:58	2:38	3:10	0:15	0:09	0:10	0:09	38,5	71	72	71	0
185	2. nap 1:42:00	19,5	3:05	3:45	3:09	3:59	0:09	0:10	0:09	0:09	38,1	75	75	75	2
185	2. nap 8:54:00	23,3	2:56	5:18	3:31	4:56	0:09	0:09	0:09	0:09	38,1	73	72	76	0
185	2. nap 15:15:00	18,7	2:51	3:42	2:48	3:44	0:10	0:10	0:10	0:09	38,7	71	70	71	-3
185	2. nap 20:28:00	16,8	3:10	3:19	2:56	3:02	0:09	0:09	0:10	0:09	38,1	75	73	75	1
185	3. nap 1:28:00	16,1	3:05	3:02	2:34	3:00	0:09	0:09	0:09	0:10	38,2	76	77	76	2
185	3. nap 8:49:00	23,2	3:04	4:40	3:44	4:28	0:10	0:09	0:09	0:10	38,1	73	74	74	0
185	3. nap 14:21:00	15,1	1:58	2:48	2:38	3:05	0:10	0:10	0:10	0:10	38,5	71	71	72	-3
185	3. nap 20:25:00	19	2:33	3:47	2:50	3:46	0:10	0:09	0:10	0:10	38,7	73	73	73	1
185	4. nap 2:23:00	19,7	2:32	3:52	3:03	3:58	0:10	0:09	0:09	0:09	38,4	75	75	75	2
185	4. nap 9:07:00	23,2	3:34	4:42	3:51	4:36	0:09	0:09	0:12	0:09	38,5	74	72	75	-1
185	4. nap 14:25:00	15,4	2:37	2:50	3:14	3:04	0:09	0:09	0:13	0:09	38,7	71	71	72	-2
185	4. nap 20:12:00	17,9	3:02	3:43	2:42	3:30	0:10	0:10	0:10	0:10	38,8	74	73	75	1
185	5. nap 4:03:00	26,3	4:00	4:59	3:56	5:19	0:09	0:09	0:09	0:09	38,5	73	73	73	0
185	5. nap 10:15:00	18,6	3:08	3:50	3:02	3:55	0:10	0:10	0:10	0:09	38,4	70	70	71	-2
185	5. nap 15:53:00	16,7	3:15	3:11	2:37	3:22	0:10	0:10	0:10	0:10	39,1	70	68	70	-2
185	5. nap 21:30:00	16	2:45	2:41	2:33	3:04	0:09	0:10	0:10	0:09	38,5	71	71	71	1
185	6. nap 5:07:00	23,8	3:23	4:55	3:38	4:40	0:09	0:09	0:09	0:09	38,8	74	74	73	3
185	6. nap 11:27:00	19,5	2:46	3:40	2:39	3:47	0:10	0:09	0:10	0:10	39,3	73	72	72	0
185	6. nap 17:13:00	17,7	2:35	3:21	3:00	3:45	0:10	0:10	0:13	0:10	39,1	72	72	73	0
185	6. nap 22:18:00	16,3	2:37	3:38	2:42	3:20	0:09	0:10	0:09	0:09	39	74	74	73	1
185	7. nap 6:22:00	25,6	3:29	4:56	3:41	4:36	0:10	0:10	0:09	0:09	38,4	75	74	74	1
185	7. nap 12:56:00	19,4	2:54	3:59	3:18	3:47	0:09	0:09	0:09	0:09	38,9	72	71	71	-2
185	7. nap 18:42:00	17,2	2:52	3:33	3:05	3:26	0:09	0:10	0:09	0:10	38,5	74	73	72	0
185	8. nap 1:15:00	20,5	2:49	3:33	3:24	3:51	0:09	0:09	0:09	0:11	38,5	75	74	74	2
185	8. nap 8:29:00	24,4	3:25	3:59	3:35	4:59	0:09	0:09	0:10	0:10	38,3	73	71	74	0
185	8. nap 14:00:00	15,3	2:35	2:55	2:19	3:14	0:09	0:09	0:08	0:09	38,5	70	70	70	-4
185	8. nap 20:17:00	18,9	2:49	3:34	3:07	3:56	0:10	0:10	0:10	0:10	38,8	74	74	73	1
185	9. nap 2:15:00	19,1	3:02	3:17	3:08	3:25	0:09	0:09	0:09	0:09	38,9	76	76	74	3
185	9. nap 10:01:00	26,7	3:49	4:51	4:15	5:03	0:09	0:10	0:09	0:09	38,8	72	73	72	-1
185	9. nap 15:25:00	16	2:32	2:55	2:25	3:31	0:09	0:09	0:08	0:10	38,5	69	68	69	-4
185	9. nap 21:20:00	17,9	3:24	4:28	3:10	3:44	0:10	0:09	0:10	0:09	38,6	72	71	71	1
185	10. nap 4:08:00	21,1	3:03	4:27	2:57	4:27	0:10	0:09	0:09	0:09	38,2	76	76	74	5
185	10. nap 11:22:00	20,9	3:01	3:56	3:01	4:22	0:09	0:10	0:10	0:10	38,7	73	72	74	-1
185	10. nap 18:19:00	19,4	2:47	4:28	3:22	4:35	0:10	0:09	0:10	0:10	38,4	73	72	72	-2
185	11. nap 0:46:00	20,8	2:47	3:58	3:03	4:03	0:10	0:10	0:09	0:10	38,5	73	72	72	2
185	11. nap 6:09:00	16,9	2:57	3:22	2:40	3:13	0:10	0:10	0:10	0:09	38,4	74	74	74	0
185	11. nap 13:08:00	19,1	2:37	3:46	2:58	4:18	0:10	0:10	0:11	0:10	38,5	71	71	71	-2

**4. melléklet: Tőgygyulladásos tehén 11 napon keresztül mért fejési adatai a 3. telepen**

A táblázat a 3. számú tehenészetben gyűjtött adatokat tartalmazza, amelyeket a fejőrobot szoftveréből sikerült kinyerni. Az adatsor egy tőgygyulladásos egyed fejéseinek eredményeit mutatja be 11 napon keresztül. A táblázat tartalmazza a fejések időpontját, a tejhozamot, a fejési időt és annak szakaszait, a tej hőmérsékletét, valamint a vezetőképesség értékeit és eltéréseit.

Állatazonosító/ Használati szám	Dátum, Időpont	Tejhozam	Fejési idő	Színkód	Fejési idő	Fejési idő	Fejési idő	BE	JE	BH	JH	Tej hőmérsé- klete	BE	BH	JE	Vezetőképesség eltérése, JH
9324	1. nap 9:46:00	16,7	0:51	☐ Tőgygyulla- dás	2:56	3:31	4:18	0:09	0:09	0:09	0:10	38,2	104	72	72	1
9324	1. nap 18:48:00	12,1	0:50	☐ Tőgygyulla- dás	2:27	2:30	3:58	0:09	0:10	0:10	0:09	38,5	109	70	70	-1
9324	2. nap 4:37:00	13,3	0:50	☐ Tőgygyulla- dás	2:22	2:50	3:43	0:09	0:09	0:09	0:09	38	104	70	68	-1
9324	2. nap 14:52:00	15	0:50	☐ Tőgygyulla- dás	2:49	3:00	3:48	0:09	0:09	0:09	0:09	38,2	97	72	71	2
9324	3. nap 1:54:00	15	0:51	☐ Tőgygyulla- dás	2:51	3:01	4:27	0:10	0:10	0:10	0:09	38	105	69	68	-1
9324	3. nap 13:20:00	16,2	0:51	☐ Tőgygyulla- dás	2:50	3:34	4:20	0:10	0:10	0:10	0:10	38	109	71	72	1
9324	4. nap 1:12:00	16,4	0:51	☐ Tőgygyulla- dás	3:18	3:30	4:49	0:10	0:09	0:10	0:09	38,4	106	71	71	0
9324	4. nap 12:57:00	17	0:50	☐ Tőgygyulla- dás	2:54	3:32	5:12	0:09	0:09	0:09	0:10	38,4	99	70	71	0
9324	5. nap 4:41:00	19,6	0:50	☐ Tőgygyulla- dás	3:29	3:38	5:39	0:08	0:09	0:09	0:09	38,2	106	70	70	0
9324	5. nap 14:15:00	12,9	0:51	☐ Tőgygyulla- dás	2:23	3:11	4:11	0:10	0:09	0:14	0:10	38,4	105	68	68	-1
9324	6. nap 2:10:00	15,1	0:51	☐ Tőgygyulla- dás	3:04	3:31	4:32	0:10	0:09	0:10	0:09	38,5	98	70	69	0
9324	6. nap 15:53:00	17,7	0:50	☐ Tőgygyulla- dás	3:30	4:09	4:51	0:09	0:09	0:09	0:09	39,1	109	68	70	1
9324	7. nap 4:04:00	16,1	0:50	[s] Magas CDT	3:02	3:35	4:39	0:09	0:09	0:09	0:09	38,4	118	70	69	0
9324	8. nap 14:56:00	14	0:51	☐ Tőgygyulla- dás	2:31	2:59	3:52	0:10	0:10	0:10	0:09	38,5	117	71	69	0
9324	8. nap 3:02:00	14,6	0:51	[s] Magas CDT	3:00	3:21	4:26	0:09	0:10	0:10	0:10	38,4	120	70	68	-1
9324	8. nap 16:30:00	16,4	0:51	☐ Tőgygyulla- dás	3:04	3:14	4:39	0:09	0:10	0:10	0:10	38,8	113	69	70	1
9324	9. nap 2:47:00	14,1	0:51	☐ Tőgygyulla- dás	2:47	3:03	3:59	0:10	0:09	0:10	0:10	38,4	113	70	69	0
9324	9. nap 14:16:00	14,9	0:50	☐ Tőgygyulla- dás	3:05	3:35	4:58	0:09	0:09	0:10	0:10	38,5	99	71	71	0
9324	9. nap 22:46:00	9,7	0:50	☐ Tőgygyulla- dás	1:59	3:26	3:24	0:09	0:10	0:09	0:09	38	116	71	69	0
9324	10. nap 9:35:00	13,9	0:54		2:36	2:40	4:01	0:10	0:10	0:09	0:09	38,1	92	70	75	0
9324	10. nap 18:50:00	11,3	0:51	☐ Tőgygyulla- dás	2:16	2:28	3:34	0:09	0:10	0:10	0:09	38,5	113	71	69	0
9324	11. nap 3:24:00	10,3	0:51	[s] Magas CDT	2:14	3:12	3:34	0:22	0:09	0:11	0:09	37,9	127	70	67	0
9324	11. nap 14:12:00	14,5	0:52	☐ Tőgygyulla- dás	2:45	4:08	3:47	0:10	0:10	0:11	0:09	38,5	98	72	70	1

## 10. Egyéb, kötelező melléletek

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat / diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. mellélete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

### NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>1</sup> nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: MORVAIK NOEL DOMINIK  
A Hallgató Neptun kódja: D8BQ05  
A dolgozat címe: UTÓFEJES ALKALMAZÁSNAK CYAURVATA  
KÉLONBZS SZÁRVASZARMA TÁRS TELEPREN  
A megjelenés éve: 2025  
A konzulens intézetének neve: MŰSZAKI INTÉZET  
A konzulens tanszékének a neve: MÉDGAZDASÁGI ÉS ÉLELMISZERIPARI GÉPEK

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>2</sup> egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: KAPOSVÁR 2025 év OKTÓBER hó 30 nap

Morvák Noel Dominik  
Hallgató aláírása

<sup>1</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

<sup>2</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

## NYILATKOZAT

HORVÁTH JOEL DOMINIK (név) (hallgató Neptun azonosítója: D8BQ05)  
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a  
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót<sup>1</sup> áttekintettem, a hallgatót az  
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól  
tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő  
védésre javaslom / nem javaslom<sup>2</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>\*3</sup>

Kelt: 2015 év október hó 30 nap



belső konzulens

<sup>1</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendó.

<sup>3</sup> A megfelelő aláhúzendó.

**Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról**

**1. Általános adatok**

Hallgató neve:	HORVÁTH NOEL DOMINIK
Neptun-kódja:	D8BQ05
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb: .....
Tantárgy neve/kódja*:	SZAKDOLGOLAT KÉSZÍTÉS
A munka címe:	ÚJÓFEJÉS ALKALMAZÁSÁNAK GYAKORLATA KÜLSŐSŐZŐ SZARVASHARMAJARTÓ TELEPEKEN

\* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

**2. Nyilatkozat az MI használatáról**

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

- A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.  
(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)
- B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.  
(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

**3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése**

**I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrekció, ötletelés stb.)**

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
ÖTLETELÉS, FORDÍTÁS	CHATGPT 5.0	SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

**II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)**

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve, verziója, elérhetősége	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma

--	--	--	--

**3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)**

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

*Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.*

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....  
.....  
.....  
.....

**4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:**

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: Kaposvár....., 2025. ....10..... hó 30. nap

Horváth Noel Dominik.....

Hallgató aláírása

D. H. H. H.

Konzulens/Témavezető aláírása