

# ZÁRÓDOLGOZAT

Tóth Napsugár Roxána

2024



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**

**Kaposvári Campus**

**Mezőgazdasági felsőoktatási szakképzés**

**A ROBOTFEJÉS ALKALMAZÁSÁNAK TAPASZTALATAI  
EGY HOLSTEIN-FRÍZ TEHENÉSZET ESETÉBEN**

**Belső konzulens:** Dr. Szabari Miklós Gábor  
tanszékvezető, egyetemi docens

**Belső konzulens  
intézete/tanszéke:** Állattenyésztési Tudományok  
Intézet/ Precíziós  
Állattenyésztési és  
Állattenyésztési  
Biotechnológiai Tanszék

**Külső konzulens:**

**Készítette:** Tóth Napsugár Roxána

**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**

**Kaposvári Campus**

**2024**

# Tartalom

|                                                                                            |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.Bevezetés.....</b>                                                                    | <b>4</b>  |
| <b>1.1.Célkitűzés .....</b>                                                                | <b>5</b>  |
| <b>2.Szakirodalmi áttekintés.....</b>                                                      | <b>6</b>  |
| <b>2.1.A precíziós gazdálkodás ezen belül precíziós állat fogalma és jelentősége .....</b> | <b>6</b>  |
| <b>2.1.1.Precíziós állattartó telepek robotizált berendezései .....</b>                    | <b>8</b>  |
| <b>2.2.Az automatikus fejőrendszerek története.....</b>                                    | <b>11</b> |
| <b>2.3.A robotfejés előnyei és hátrányai .....</b>                                         | <b>12</b> |
| <b>2.4.Gépi fejhetőség .....</b>                                                           | <b>15</b> |
| <b>3.Saját vizsgálatok .....</b>                                                           | <b>18</b> |
| <b>3.1.Anyag és módszer .....</b>                                                          | <b>18</b> |
| <b>3.1.1.A robotos fejőistálló bemutatása .....</b>                                        | <b>18</b> |
| <b>3.1.2.Tartástechnológia.....</b>                                                        | <b>19</b> |
| <b>3.2.Eredmények .....</b>                                                                | <b>23</b> |
| <b>3.2.1.Takarmányozás.....</b>                                                            | <b>23</b> |
| Takarmányozás a robotfejőgépben .....                                                      | 26        |
| <b>3.2.3.A robotfejés folyamata .....</b>                                                  | <b>31</b> |
| <b>3.2.4.Tejhozam .....</b>                                                                | <b>33</b> |
| <b>3.2.5.A tej beltartalmi mutatói.....</b>                                                | <b>34</b> |
| <b>4.Következtetések és javaslatok .....</b>                                               | <b>37</b> |
| <b>5.Összefoglalás .....</b>                                                               | <b>38</b> |
| <b>6.Köszönetnyilvánítás.....</b>                                                          | <b>39</b> |
| <b>7.Irodalomjegyzék .....</b>                                                             | <b>40</b> |

## 1.Bevezetés

Az emberiség, a világ számos országában évszázadok óta fogyasztja a tejet és a tejtermékeket, a pozitív élettani hatása által hozzájárul az egészséges és kiegyensúlyozott táplálkozáshoz. A tejnek számtalan jótékony hatása van az emberi szervezet számára, hozzájárul az immunrendszer megfelelő működéséhez, az egészséges vérnyomás megőrzéséhez és erősíti a csontokat is. Fehérjében, kalciumban, vitaminokban és ásványi anyagokban gazdag, amelyek elengedhetetlenek az egészséges növekedéshez és fejlődéshez.

A tej feldolgozása során sokféle élelmiszeripari termék állítható elő, mint például sajtok, vaj, tejszín, joghurt, fejfől, túró stb. Ezek a termékek nagy népszerűségnek örvendenek, széles körben fogyasztják az egész világon.

Az elmúlt években a tej és a tejtermékek fogyasztása is emelkedett Magyarországon, bár a fogyasztás még mindig elmarad az európai szinttől. 2020-ban Magyarországon az egy főre jutó tej fogyasztás mennyisége közel 60 kg, a fogyasztott tejtermékek mennyisége pedig 23 kg volt. Globális szinten az előállított tej megközelítőleg 85%-a szarvasmarhától származik, a maradék 15%-ot pedig más állatfajba tartozó nőivarú haszonállatok állítják elő. 2022-ben világszerte a tejtermelés közel 544 millió tonnára emelkedett, valamely kimutatásokból megállapítható, hogy ennek a természetesebb részét az Európai Unió tejtermelése tette ki, amely közel 145 millió tonna volt.

A tejtermelés és a tejfeldolgozás mindig is kulcsfontosságú szerepet játszott az élelmiszeriparban, azonban a modern technológia fejlődésével és a mezőgazdaság átalakulásával a tejtermelés is komoly változásokon ment keresztül. A precíziós gazdálkodásban egy olyan dinamikus területet foglal el, ahol napjainkban már jelentős mértékben alkalmazzák a modern technológiákat. Ennek köszönhetően nagymértékű fejlődésre tesz szert, különösen a fejőrobotok elterjedése forradalmasította az állattenyésztési ágazatot. Az automatikus fejés során a fejőrobotok végzik a tejelő szarvasmarhák teljes fejési folyamatát, anélkül, hogy szükség lenne emberi jelenletre. A 20. század végén fejlesztették ki és tökéletesítették az automatikus fejési rendszereket (Automatic Milking System, AMS), 1990-es évek eleje óta kaphatók kereskedelmi forgalomban és azóta folyamatosan fejlődnek és terjednek a tejelő tehenészetekben.

Hazánk területén is működnek olyan szarvasmarhatartó telepek, amelyek csúcstechnológiás felszereltséggel rendelkeznek, viszont annak ellenére, hogy a mezőgazdasági termelők körében

már nem mondhatóak újdonságnak az automatikus fejőrendszerek, hazai jelenlétük mégis ritka. Az ilyen gazdaságokban jellemzően a fejés folyamata automatizálva van, tehát robot berendezések segítik és végzik el az emberek munkáját.

A fejőrobotoknak jelentős szerepe van a tejipar fenntarthatóságának javításában. A modern technológia alkalmazása lehetőséget teremt a tejtermelés hatékonyságának növelésére. A fejőrobotok folyamatos fejlesztése pedig hozzájárul az innovációhoz és a technológiai fejlődéshez a tejtermelés területén.

## **1.1.Célkitűzés**

A zárodolgozatom fő célja az, hogy ismertessem és feltárjam az automatikus fejés alkalmazásának tapasztalatait, előnyeit és hátrányait. Célom volt továbbá, hogy áttekintést mutassak a fejőrobotok fejlődéséről és elterjedéséről, a precíziós állattartásról, ideértve az automatizált rendszereket és a nagy mennyiségű adatok felhasználását. A dolgozatomban bemutatom modern istállókban alkalmazott tartás és takarmányozás technológiáját és a robotfejés folyamatát. Továbbá célom, hogy elemezzem egy precíziós telep termelését, különös tekintettel a termelt tej mennyiségére és minőségére, valamint az ezt befolyásoló takarmány összetételére és mennyiségére. A dolgozatomhoz a szükséges adatok, információk a MATE Tangazdaság Nonprofit Kft. újonnan átadott egy fejőrobotos telepéről származnak.

## **2.Szakirodalmi áttekintés**

### **2.1.A precíziós gazdálkodás ezen belül precíziós állat fogalma és jelentősége**

A precíziós állattenyésztés vagy állattartás egy modern terület a precíziós gazdálkodáson belül, amely az információs technológia és adatgyűjtés eszközeit alkalmazza a termelés optimalizálására és hatékonyságának növelésére. Valamint olyan tartási és takarmányozási rendszert alkot meg, amely lehetővé teszi a nagy állománylétszámú tehenészetekben is a szarvasmarhák egyedi ápolását, a problémák azonnali felismerését és azok eredményes megoldását. A PLF (Precision Livestock Farming), magyarul precíziós állattenyésztés, előnye a gyors reagálási képesség a gazdák részéről, mivel ezek a rendszerek valós idejű adatok szolgáltatására képesek, ami a korszerű technológiák alkalmazásának jóvoltából lehetséges (Agrár Unió, 2023).

A precíziós állattartás célja a gazdaságosabb és fenntarthatóbb termelés elérése, az állatjólét javítása a pontosabb gondozási és kezelési módszerek alkalmazásával, valamint az élelmiszerbiztonság fenntartása. Ezáltal a gazdálkodók képesek lehetnek optimalizálni a termelési folyamatot, minimalizálni a környezeti hatásokat és javítani a termelés hatékonyságát és nyereségességét (Tóth, 2017).

Az információgyűjtés során olyan szenzorokat alkalmaznak melyek a szarvasmarhák környezetében találhatók meg az istállóban, tehát környezeti szenzorokat, valamint az állatokon, illetve az állatokban is találhatók szenzorok. Ezek segítségével olyan adatokat gyűjt a rendszer melyek segíthetnek az állat egészségügyi státuszának a meghatározásában. Ilyenek például többek között a testhőmérséklet, a kérődzés, bendő pH, aktivitás, tejtermelés, takarmányfogyasztási szokások, valamint egyéb fontos mutatók információit. Ehhez olyan technológiákra támaszkodnak, mint az érzékelők, adattároló és adattovábbító rendszerek, kamerák. Ezek az adatok lehetővé teszik a gazdálkodók számára, hogy pontos tájékoztatást kapjanak az állatok állapotáról és szükségleteikről (Agrár Unió, 2023).

A precíziós állattenyésztés egyik eleme, vagy inkább követelménye a szelekció. Az adatgyűjtés folyamata során a gazdálkodóknak lehetőségük van kiválasztani az olyan tulajdonságokkal rendelkező egyedeket, amelyek jobb termelési teljesítményt vagy ellenállást mutatnak a betegségekkel szemben. A precíziós istállóban elengedhetetlen az állatok egyedi azonosítása, ebben segít a rádiófrekvenciás azonosító (RFID) rendszer. Lehetőséget nyújt az egyedek azonnali azonosítására és a termelés folyamán kapott adatok összegyűjtésére és

csoportosítására. Az adatgyűjtés hatékonyságának és az egyedek sikeres azonosításának szempontjából a füljelzők mellett, nyakszíjra és lábszíjra erősített transzponderek gyűjtik azokat az információkat, amelyek szerepet játszanak a megfelelő termelés elérésében (Tóth, 2020).

A precíziós állattartás megvalósítása során, olyan modern technikákat is alkalmaznak mint, az állatokban elhelyezett érzékelők, melynek eszköze a bendő bólus. Eme eszköz egy lenyelhető, kerámia bevonattal borított kapszula, amelyben egy elektronikus jeladó található. Feladata az információk szolgáltatása az állatok aktivitásáról, pihenéséről, kérődzéséről és az emésztőrendszerének az állapotáról (Digitális Agrárakadémia, 2023).

Az intelligens technológiák használatával állandó adatgyűjtés és rögzítés megy végbe, ennek eredményeként óriási adatállomány áll a gazdálkodók rendelkezésére. A hatalmas adathalmaz viszont csak az optimális számítógépes rendszerekkel értelmezhető. Az adatok feldolgozását speciális szoftverek végzik, amelyek végeredményei segítik, de nem minden esetben pótolják a kliensek szakmai döntéseit (Agrár Unió, 2023).

A gazdaságok központjában található egy központi számítógép, amely különféle perifériákkal létesít kapcsolatot, valamint adatállományok kezelésére is szolgál. Emellett képes együttműködni messzi felhasználókkal és adatközpontokkal hálózatokon keresztül. A központi számítógép feladata az, hogy a telepen belül vezérlési, információgyűjtési és számítástechnikai funkciókat végezzen el. Összességében parancsokat ad az egyes vezérlőegységeknek. Lehetőség van a rendszer távoli elérésére is, ami lehetőséget nyújt parancsok végrehajtására, adatok lekérdezésére és bevitelére. A gazdaságban található vezérlőegység a robotfejőgépen kívül képes kapcsolatot létesíteni a hozzá csatlakoztatott különféle rendszerekkel is. Az istállóban található számos egységet képes irányítani, mint például az istálló klimatizálása, trágyaeltávolító, takarmányrendező robotot stb. Ennek köszönhetően a robotizált tehenészetekben óriási adathalmaz keletkezik, amelyből minden fontos információ rendelkezésre áll, ami a szarvasmarhák egészségügyi állapotával, termelésével és tenyésztésével kapcsolatos (Tóth, 2020).

A precíziós gazdálkodás folyamatosan fejlődik, és új technológiai megoldásokkal, például a mesterséges intelligencia alkalmazásával egyre hatékonyabbá válik. Ez a megközelítés segít a mezőgazdasági szektor, ezen belül az állattenyésztési ágazat fenntarthatóbbá és versenyképesebbé tételében (Czékus, 2023).

### **2.1.1.Precíziós állattartó telepek robotizált berendezései**

Az automata etetőrobotok feladata, hogy a megadott recept alapján összekeverjék és kiadagolják a takarmányt az etetőasztalra. Az automata takarmányozási rendszerek kivétel nélkül alkalmazhatók minden gazdaságban, hiszen többféle kivitelben kaphatók. Ezek a robotok közlekedhetnek az etetőúton vagy kötött felső pályán is, az istállóban található takarmánykonyhából veszik fel a kiosztásra kerülő keveréktakarmány alkotóelemeit, majd alapos keverés után kijuttatják az etetőtérbe. Léteznek olyan ledobókocsis rendszerek is, melyek kiosztószalag segítségével juttatják el a takarmányt az etetőasztalra vagy a jászolba. Ahhoz, hogy az automata takarmánykiosztó rendszer megfelelően végezze a dolgát, ügyelni kell arra, hogy a takarmánykonyhából ne fogyassanak ki egyes takarmánykomponensek. Ez csak az előbb említett két esetre vonatkozik. Egyes robotizált takarmánykiosztó kocsik képesek arra, hogy a takarmány tároló silókat megkeressék és automatikusan felvegyék a különböző takarmánykomponenseket és az összekeverés után kijuttassák az istállóban a tehenek elé. Ez a rendszer teljes mértékben kezelő nélkül látja el a feladatát, a beépített szenzoroknak és GPS, valamint műholdas rendszernek köszönhetően (Hajdú, 2014).

Kiemelten fontos, hogy a takarmánynak mindig elérhetőnek kell lennie a tejelő tehenek számára, ez takarmányrendező robotok segítségével érhető el. A robot automatikusan végighalad az etetőasztal mentén, ezzel feltolva a takarmányt az etetőkorlát elé. Takarmányrendezés közben bizonyos robotok képesek keveréssel felfrissíteni a takarmányt és emellett még abrakot is adnak hozzá. Továbbá biztosítva van a takarmány jobb eloszlása az etetőasztalon, ezáltal elkerülhető az egyedek közti versengés a takarmányért. Ennek köszönhetően a tehenek többször keresik fel az etetőasztalt és több takarmányt fogyasztanak el, ami hozzájárul a tejtermelés növekedéséhez. Az automatizált etetési rendszerek előnye nem csak a komponensek pontos összemérésében rejlik, hanem abban, hogy a napi többszöri kevesebb mennyiség etetésével és az etetőasztalon lévő takarmánymennyiség gyakori felmérésével gyakorlatilag nem lesz maradéktakarmány. A takarmányrendező robot akkumulátoros, a nap bármelyik órájában tud működni, programozástól függően. Az istállóban ultrahang, transzponder vagy vezetősín segítségével közlekednek. Több kivitelben is kaphatóak, például tolólappal, terelőszalaggal vagy terelőcsigával (Hajdú, 2020).

Olyan gazdaságokban, ahol borjúutató robotot alkalmaznak, a borjaknak lehetőségük van bármikor felkeresni az itató állást a nap folyamán, hogy az automatikusan ellássa őket tejjel vagy tejpótló tápszerrel. Az első három napban a borjakat meg kell tanítani arra, hogy önállóan

is tudják használni az automatát, ez idő után pedig már kevesebb emberi jelenlétre van szükség a borjak körül. A borjúutató automaták több kivitelben kaphatóak, a teljes kihasználásához minimum 8-10 darab borjúból álló csoportra van szükség. Nagyobb létszámú csoportok esetén pedig több automatát kell elhelyezni az istállóban. A beállított program szerint a borjak az életkoruknak optimális töménységben és mennyiségben kapják a tejpótlót, ha szükséges akkor egyedileg adható gyógyszer és takarmánykiegészítő készítmény is. A rendszer minden egyes alkalommal, mikor a borjak meglátogatják az itató automatát egyedi adatokat gyűjt és elemzi azokat. Nyomon követi a borjak egészségügyi állapotát és fejlődését, az itatás mennyiségét és sebességét, valamint azt, hogy hányszor keresték fel a borjak az itatót. Testsúly változás bekövetkeztében a rendszer megítélése alapján, ha szükséges akkor riasztást küld, azokról az állatokról, amelyekre fokozott figyelmet kell fordítani (Kruse, 2023).

Az állattenyésztés nagy mértékben terheli a környezetet, amely az állattartás során képződő káros gázokon kívül a szarvasmarhák takarmányának előállítására is vonatkozik. Ennek okán napjainkban fokozott figyelmet fordítanak a környezetterhelés minimalizálására. Kutatási célból speciális automata etetőládákat helyeznek el az istállóban, melynek segítségével lehetőség van nyomon követni és rögzíteni az állatok egyedi takarmányfogyasztásának mennyiségét. Így könnyen meghatározható egy egyed takarmányértékesítő képessége, ebből adódóan lehetőség nyílik erre a tulajdonságra szelektálni, mellyel csökkenthető a környezetterhelés (Digitális Agrárakadémia, 2023).

A rendszer még azelőtt, hogy a fejés kezdetét vette volna képes előre kalkulálni a tehenek várható tejhozamát. A fejést követően pedig a fejőrobotból adatokat kapunk a kifejt tej mennyiségéről, hőmérsékletéről, vezetőképességéről, a fejés gyorsaságáról és a szubklinikai tüdőgyulladás jelenlétéről, ami állategészségügyi szempontból fontos (Ozella és mtsai., 2023).

Mindezek mellett a robot fejőberendezésben lehetőség van a tehenek progeszteron szintjének mérésére is, a rendszer a tejben lévő progeszteron mennyisége alapján képes meghatározni az adott állat szaporodásbiológiai állapotát (Greig, 2020).

Az állatok pontos testtömegéről a robotfejőgépből található mérleg szolgáltat adatot a rendszeren keresztül a gazdaság központjában álló számítógépre. Emellett lehetőség van kiszűrni a lábetegséggel rendelkező állatokat, úgy, hogy a mérleg segítségével a rendszer figyelni azt, hogy az adott állat mely lábát tehermentesíti hosszabb időn keresztül. A robotfejőgép mérleggel való felszereltsége opcionális, ugyanis nem mindegyik fejőgép van eredetileg ellátva vele (Pastell és mtsai., 2006).

A precíziós istállóban elhelyezett kondícióbecslést végző kamerák az istálló egy vagy több pontján találhatóak meg, a mért adatokat pedig továbbítják a központi rendszer felé. A kondíciópontosítás során derül ki a tehenek egészségi állapota, a bőr alatt található zsír mennyiségének a meghatározásával (Summerfield és mtsai., 2023).

Az istálló megfelelő szellőzése és az állatok hűtése fontos szerepet játszik a tehenek termelésének és egészségének megtartásában. Ennek érdekében nagyteljesítményű ventilátorok és párasító rendszerek felelnek az optimális klimatikus viszonyok fenntartásáért. Ezek mellett alkalmazhatók még mozgatható oldalfal függönyök és gerincszellőzés az istálló kialakításából adódóan. Ezeken túl pedig jelentős szerepe van a szigetelt tetőnek, mely segít a hőmérséklet szabályozásában (Csatári, 2017).

Hideg időjárás esetén, télen fűtésre van szükség a fejőhelyiségben, hogy megvédjék a fejőberendezés alkatrészeit a fagytól, és biztosítsák a fejőrobot megfelelő működését (Steinberg, 2014).

Az istállórágya eltávolítása történhet hidraulikus trágyaszánnal és önjáró robotokkal segítségével is a precíziós tehenészetekben. Ezen trágyaeltávolító rendszerek alkalmazásával tisztán tartható az istálló padozata anélkül, hogy a teheneket megzavarnák. A trágyaszán lassú mozgású, időközönként lép működésbe, a lapátjaival a teljes közlekedő utat megtisztítja a trágyától, amit az istálló végében található trágyacsatornába juttat. Ezt a rendszert hamar megszokják az állatok és a közlekedésben sem gátolja őket. A trágyaeltávolító robot akkumulátorral működik és bármikor feltölthető, ha kevés a töltöttségi szintje, akkor automatikusan saját maga keresi fel a töltőállomását. A robotok szerkezete strapabíró és robosztus, forgólapátos tárcsával, valamint tolólappal vannak ellátva a hatékony munkavégzés érdekében. A trágyát maguk előtt tolják a gyűjtőcsatornába vagy rácspadló esetén betolják a nyílások közé. Általában három kerékkel vagy forgótárcsával szerelik fel őket. A kerekek meghajtását villanymotor végzi, amelynek két akkumulátort szolgáltatja az energiát. A robot ultrahangos érzékelőkkel vagy mágneses transzponderekkel van ellátva, ezek segítségével tudja kikerülni az akadályokat és érzékelni az előtte álló állatok lábait. A programozásukra kézzel vagy elektronikus úton van lehetőség, a robot memóriájába megadható a közlekedési útvonal, az üzemidő és a tisztítandó terület nagysága. A robotok tisztántartására nagy figyelmet kell fordítani, különösen a szenzorok és a töltőérintkezők esetében (Hajdú, 2013).

## 2.2. Az automatikus fejőrendszerek története

Egykoron, mielőtt még megjelentek volna a mai modern fejőkészülékek és fejőrobotok, a gazdáknak sajátkezűleg kellett elvégezni a fejés folyamatát. Ezt a hagyományos módszert több száz éven keresztül alkalmazták, csupán csak egy vödört és a kezüket használták, miközben egy kis széken ültek vagy a letérdeltek a földre (Baiju, 2020).

A fejőrobotok első prototípusának létrehozása az 1970-es években kezdődött, melyet kísérleti célra használtak fel. Ezek a korai rendszerek még nem voltak olyan kifinomultak és hatékonyak, valamint jóval egyszerűbb kivitelűek voltak, mint a ma kapható változatok, ekkoriban a fejőkészülék felhelyezését még mechanikusan végezték a fejők. Emiatt a fejés időtartama alatt szükség volt az állandó emberi közreműködésre és felügyeletre. Azonban ezek az első lépések indították be a robotizált fejés fejlődését. Az ezt követő évtizedekben a fejőrobotok folyamatos fejlődésen mentek keresztül. Kezdetben csak néhány kutatóintézetben tesztelték a robotok működését (Tóth, 2020).

Lézeres szenzorokat, ultrahangos érzékelőket és kamerákat alkalmaztak annak érdekében, hogy pontosabban tudják meghatározni az állatok helyzetét. A számítástechnika fejlődésének köszönhetően a robotok korszerűbbek lettek és ezáltal képesek voltak pontosabban érzékelni a szarvasmarhák tögybimbójának pozícióját, 1985-ben megtörtént az első fejőkehely felhelyezése robotkar által (Baiju, 2020).

Az 1990-es években már több tehenészetben is elhelyezésre kerültek az első generációs prototípusok, amelyeket kísérleti céllal építettek be és üzemi körülmények között is használhatók voltak. Ezek a kísérletek bizonyították azt, hogy emberi felügyelet nélkül is el lehet végezni a fejést (Tóth, 2020).

A kutatások és a fejlesztések nagyrészt Hollandiában, Dániában, Németországban és az Egyesült Államokban zajlottak, ezáltal a legtöbb AMS rendszerrel rendelkező tejtermelő gazdaság ott lelhető fel (Baiju, 2020).

A követő évtizedekben a robotfejés technológiája kezdett egyre szélesebb körben elterjedni, a robotok képesek voltak nagyobb hatékonysággal és pontossággal működni, valamint lehetőség nyílt az állatok egészségügyi állapotának felmérésére és annak követésére. Az automata rendszerek elterjedése jelentősen csökkentette a tejtermelő gazdaságok munkaerőigényét, és lehetővé tette a szarvasmarhák számára azt, hogy saját igényük szerint történjen a fejés ideje. Ezzel befejeződött az első generációs fejőrobotok korszaka. A második generációs fejőrobotok

fejlesztését fejőgépgyártók és villamos automatákkal foglalkozó vállalatok folytatták. Ilyen kivitelű típusokból közel 150-200 darab került legyártásra és üzemeltetésre nagyrészt külföldi gazdaságokban. 1999-től az eddig szerzett tapasztalatok alapján megjelentek a harmadik generációs robotok, melyek további fejlesztéseken mentek keresztül és a jelenlegi technikai szintet elért fejőrobotok (Tóth, 2020).

A 21. században a mesterséges intelligencia segítségével lehetőség nyílt arra, hogy a robotok egyre pontosabban ismerjék fel és reagáljanak a szarvasmarhák egyedi igényeire. A folyamatos adatgyűjtés segíti a tejtermelőket az állatok egészségének és a tej minőségének megtartásában vagy javításában, ezáltal közreműködnek a gazdaság hatékonyabb irányításában (Czékus, 2023).

A 2000-es évek elején világszerte 800 gazdaságban kezdték el alkalmazni az AMS rendszereket, majd 2010-ben a robot fejőberendezések száma elérte a 10000-et (Baiju, 2020).

2022-ben világszerte a becsült robot berendezések száma meghaladta a 35000 fejőegységet és a számuk azóta is csak növekszik (Geiger, 2022).

### **2.3.A robotfejés előnyei és hátrányai**

Az automatikus robotfejésnek számos pozitív tulajdonsága van. A munkaerő felhasználásának csökkentése, az állattenyésztéssel és az állattartással kapcsolatos tevékenységek megkönnyítése érdekében arra törekednek, hogy minél több munkaművelet automatizálásra kerüljön. Tehát nem szükséges a folyamatos emberi felügyelet a fejőállomásnál, ez lehetővé teszi a gazdálkodók számára, hogy más fontos feladatokat lássanak el a tehenészetben (Urbanz és Cardoso, 2023).

Továbbá a munkaerő minimalizálásával csökkennek vagy eltűnnek az emberek által elkövetett esetleges hibák, mint például a szakmailag helytelenül végzett fejés folyamata. Ebből adódóan a robot által elvégzett fejés mindig ugyanolyan minőségű lesz (Papp és Hejel, 2021).

A robotok naponta több alkalommal is elvégezhetik a fejést, ezzel növelve a tejtermelést, beállítástól függően. Mivel a fejőberendezések éjjel-nappal működnek, ezért az állatok a saját akaratuk szerint keresik fel azokat, a fejések között eltelt idő viszont szabályozva van. A fejések számának gyakorisága napi háromra is emelkedhet vagy termeléstől függően több is lehet, de átlagosan napi 2,5-2,7 alkalom. Ez az igénybevétel kevésbé terheli az állatok tőgyét, és növeli a tehenek kényelmét. Ezenkívül a többszöri fejés hozzájárulhat a tej mennyiségének növekedéséhez is. A folyamatos adatgyűjtési funkciók, lehetővé teszik a tejtermelés és a

tőgyegészségügy pontos nyomon követését és elemzését. Fontos információként szolgálnak a gazdák számára a látható adatok, mint például a tej mennyisége, beltartalmi értéke, hőmérséklete és a vezetőképessége, a fejés időtartama, a tejleadás aktuális állapota és gyorsasága tőgynegyedenként. A rendszer rögzíti az állatok testsúlyát, a mozgási aktivitásukat és a kérődzéssel töltött időt is. Ezen adatok tanulmányozásával a gazdálkodóknak lehetőségük nyílik a gazdaság termelési hatékonyságának tökéletesítésére. Továbbá segíthet az egészségügyi problémák korai azonosításában, megelőzésében. A rendszer figyelmeztetést küld a gazdáknak, ha betegsége vagy sérülésre utaló szokatlan változásokat észlel. Emellett lehetőség van az állatok egyedi takarmányozására is a fejés közben, az állatok termelése alapján. A robotfejőgépben kapott takarmány a tejtermelés kielégítése mellett csalogató funkcióként is szolgál. Továbbá a fejőrobotos rendszer előnye, hogy lehetőség van a távoli elérésére és irányítására is. Ezáltal végrehajthatunk parancsokat, lekérdezhetünk és bevizsgálunk egyes adatokat (Tóth, 2020).

Az emberek jelenlétének hiánya is hozzájárul a stresszmentes állapothoz, így a fejés is nyugodtabb környezetben zajlik. Ez lehetőséget nyújt arra, hogy a szarvasmarhák jobb minőségű tejet termeljenek és megőrizzék az egészségüket (Urbanz és Cardoso, 2023).

Állategészségügyi szempontból fontos a megbetegedések és sérülések megelőzése, ennek érdekében a fejőrobotokat úgy alkották meg, hogy képesek legyenek érzékelni a tőgynegyedekben található különböző mennyiségű tejet. Ugyanis a tőgynegyedek egyedi fejésével megakadályozható a vakfejés, a négy fejőkehely külön-külön kerül levételre a tőgybimbókról, ez azt jelenti, hogy ha egy tőgynegyedből kiürült a tej akkor arról a robot leveszi a fejőkelyet, míg a többi tőgynegyed fejése zajlik. Ezáltal kisebb a sérülésveszély és a tőgybetegségek kialakulása (Tóth, 2020).

Az automatizált tejtermelés azonban nemcsak előnyökkel jár, hanem kihívásokat is felvet. Az automatizált fejőrendszerek telepítése nagy kezdeti költségekkel jár, melyek jelentős terhet jelenthetnek a gazdálkodók számára és csak hosszútávon – kimagasló termelési szint és termelési hatékonyság, hosszú hasznos élettartam és állategészségügyi állapot – mellett térülhetnek meg. Napjainkban 60-70 millió forintba kerül egy fejőrobot beruházási költsége. A fejőrobot rendszerek elterjedését az említett tényezők mellett további akadály is hátráltatja, hogy a fejőrobotokat csak kisebb állománylétszámú gazdaságokban tudják megfelelően működtetni. Az automatikus fejőrendszerek jellemző kapacitása fejőegységenként 50-70 darab tehén (Urbanz és Cardoso, 2023).

A robotfejőberendezések bonyolult rendszerek, amelyeknek szükségük van rendszeres karbantartásra és javításokra annak érdekében, hogy megfelelően működjenek. A gépek bonyolultsága miatt ezek a javítások és karbantartások időigényesek és költségesek lehetnek. Bár a modern robotfejőberendezések meglehetősen megbízhatóak, előfordulhatnak technikai hibák és meghibásodások, amelyek leállást vagy termelési problémákat okozhatnak. Ezek a hibák gyakran azonnali javítást igényelnek, hogy minimalizálják a termelési kiesést. Például áramszünet esetén vagy internetkapcsolat hiányában részleges– vagy teljes rendszerleállítás következhet be, ebben az esetben azonnali karbantartásra van szükség különben drasztikus termelésekiesés lép fel. Valamint állategészségügyi problémák is jelentkezhetnek abból adódóan, ha a tehenek számára elmarad a fejés (Gallacher, 2021).

Annak ellenére, hogy az AMS rendszerek segítik csökkenteni a stresszt mégis lehetséges a stressznövekedés egyes egyedek esetében az állatok közötti rangsorharc miatt. A szarvasmarhák között hierarchikus rendszer él, és ez gyakran vezethet elnyomáshoz vagy dominanciához egyes egyedek részéről. Ez különösen akkor észrevehető, amikor új tehén érkezik a már meglévő szarvasmarha csoportba, vagy amikor változás történik az állományban, például egy magasabb rangú tehén eltávolítása. Az elnyomás jelensége azonban nem mindig egyértelmű, és változhat az egyedek közötti viszonyoktól, a táplálkozási, pihenési és más erőforrások elérhetőségétől, valamint a tehén életkorától és egészségi állapotától függően. A rangsorharc okozta kellemetlenségek miatt egyes tehenek csak későn tudják felkeresni a fejőrobotot (Kovács, 2014).

A teheneknek időre van szükségük ahhoz, hogy megszokják és megtanulják használni az AMS rendszereket, ez a tanulási folyamat időt és türelmet igényelhet a gazdától (Tóth, 2020).

A hasznat hozó tejtermelés megköveteli, hogy a gazdálkodó teljes mértékben tájékozott legyen az állatok állapotáról az állományban. A hagyományos fejés menete során még a fejőgépek felhelyezése előtt megfigyelik a tehenek viselkedését, valamint kiszűrik a beteg vagy sérült egyedeket, melyekre több odafigyelést fordítanak. Az automatikus fejés folyamán előfordulhat, hogy mérséklődik a gazda és az állomány közötti kapcsolat. Az emberi felügyelet segíthet az esetleges technikai hibák vagy meghibásodások azonnali észlelésében és megoldásában. Ennek ellenében ezek a problémák hosszabb ideig fennmaradhatnak, ami veszélyeztetheti a tehenek egészségét és a tejtermelési folyamat folytonosságát (Soffar, 2016).

## 2.4.Gépi fejhetőség

A tehének kézi fejése elképzelhetetlen a mai modern szarvasmarhatartás nagyüzemi viszonyai között. Ebből adódóan a gépi fejhetőségre való alkalmasság az egyik legjelentősebb értékmérő tulajdonság, ami több résztulajdonságnak az összessége. A tőgy kapacitás azon tulajdonság, amely a tehén tőgyének befogadóképességét, vagyis a benne tárolható tejmennyiséget jelenti. A magas tejtermelés feltétele, hogy a tőgy a fejések közötti időszakban minél több tej tárolására legyen képes, és hogy a felgyülemelő tej nyomása minél később állítsa le a tejelválasztást. Ezért a nagy mennyiségű tejtermelés nagy tőgykapacitás nélkül elképzelhetetlen. A tőgykapacitásra jellemzően nem történik szelektáció, a tejmennyiség növelésére irányuló válogatás garantálja a tőgykapacitás emelkedését is. A küllemi bírálat némi szelekciós esélyt jelent, mivel a tőgy méretei és mirigyessége alapján következtetni lehet a tőgy befogadóképességére és tágulóképességére. A tőgy termelési aránya alatt azt értjük, hogy milyen arányban vannak egymással az elülső és a hátulsó tőgyfelek. A jobboldali és a baloldali tőgynegyedekben általában megegyező mennyiségű tej termelődik. Ennek ellenére előfordul, hogy jelentős eltérés van az elülső és a hátulsó tőgyfél tejtermelése közt. Ennek kifejezésére a tőgyindexet használjuk (termelési arány), amely azt mutatja meg, hogy az elülső tőgyfél az egész tejmennyiség hány százalékát adja. Ez a tulajdonság főként gépi fejés esetén jelentős, ugyanis minden tőgynegyedet egyformán és ugyanannyi időn keresztül fej a gép, ezért tehát fontos, hogy egyidőben érjen véget valamennyi tőgynegyedből a tejáramlás. Abban az esetben, ha ez nem így történik, akkor az egyes tőgynegyedek esetében vakfejés alakul ki, ami azt jelenti, hogy ilyenkor már nem nyerhető tej az adott tőgynegyedből, ennek okán a fejőgép által képzett vákuum szívása kárt tesz a tőgy mirigyállományában. A tejelő szarvasmarha fajták tőgyindexe majdnem eléri az optimális 50%-ot. Ezen érték mérésére egy speciális tőgynegyedvizsgáló műszert alkalmaznak, amely külön-külön fogja fel a tejet, amit a tőgynegyedekből nyernek ki. A tőgyindex kifejezetten örökölhető tulajdonság, lehetőség szerint érdemes már az első laktáció során megállapítani. Ez azért is fontos, mert a küllemi bírálat során nem informálódhatunk kellőképpen, csak pontatlan becslést végezhetünk a tulajdonság felől (Incze, 2009).

Robotfejés alkalmazása során nem kell attól tartanunk, hogy vakfejés jön létre, hiszen a napjainkban forgalmazott korszerű rendszerek képesek arra, hogy érzékeljék, ha egy tőgynegyedből kifogyott a fej és ennek köszönhetően eltávolítják arról a tőgybimbóról a fejőkelyhet (Tóth, 2020).

A nagy tejtermelőképességű tehenek számára másik fontos tulajdonság a fejési sebesség, arra kell törekedni, hogy a fejés folyamata rövid idő alatt történjen meg, ez szinte elengedhetetlen. A tejleadást segítő oxitocin hormon 6-8 percig van jelen, ha ennél hosszabb a fejés időtartama akkor a tej fennmaradó része a tehén tőgyében marad, a hormon megszűnésének hatására. A fejési sebességet számos technikai és technológiai feltételek befolyásolják, ezek közül a legjelentősebbek: a tőgybimbók méreteinek optimális átmérőjű gumibetétek jelenléte a fejőkelyhekben; elengedhetetlen a megfelelő vákuumérték, megengedett csekély ingadozással; továbbá fontos a szakszerűen történő tőgyelőkészítés és minden esetben azonos időpontban kell elvégezni a fejést. Az átlagos fejési sebességet úgy kapjuk meg, hogy a fejés ideje alatt kinyert összes tej mennyiségét elosztjuk a fejés idejével. Tejelő állatok esetében az elvárt érték 3-4 kg tej/perc feletti. A fejési sebesség nagyban függ a szarvasmarhák tőgybimbójának alakulásától is. A tőgybimbók hosszúságától és a záróizmaik tágulóképességétől, a tőgy telítettségétől és a benne található tej nyomásától. Ezen tényezők okán szükséges lehet a korrigálni a fejési sebességet. Sokszor előfordul, hogy egy egyednek a laktáció kezdetén kedvezőbb a napi fejési sebessége, mint a laktáció végén, mikor kevesebb a termelése. Ennek tudatában nem lehet hitelesen összehasonlítani az eltérő laktációs szakaszban lévő egyedek fejési sebességét. Tehát érdemes az eltérő napi termelésű állatok fejési sebességét megegyező napi tejtermelésre korrigálni és a korrigált fejési sebesség szerint összevetni, ennek nagysága fajtától függően változhat. Precíz nemesítőmunkával a tejhasznú állatállományok képessége jelentősen növelhető, erre a tulajdonságra irányuló genetikai szelekcióval. Viszont a fejhetőség fokozásának biológiai korlátai vannak, ugyanis előfordulhat, hogy a bimbócsatorna záróizma nem zár makulátlanul, ebből adódóan tejsöpögés és tőgybetegség alakulhat ki, ezt eredményezi a túlzottan nagy fejési sebesség (Incze, 2009).

Tehát az egyik legfontosabb kritérium a tejtermelés szempontjából, hogy a tejelő állomány egészségügyileg ép tőgygel és tőgybimbóval rendelkezzen. Ugyanis a tőgy és a tőgybimbók formája, a tőgybimbók pozíciója a tőgyön, továbbá az anatómiai szerkezete nagy mértékben befolyásolja a fejhetőséget, a tejtermelés mértékét és a tőgybetegségekre való fogékonyságot. Egy tejelő tehén esetében kívánatos, hogy a tőgybimbók a talajra merőlegesen legyenek és a tőgynegyedek közepén helyezkedjenek el, ha a tőgybimbók befelé vagy kifelé állnak a tőgy tejjel telített állapotában az semmiképp nem ideális. A középső függesztőszalag feladata a tőgy megfelelő függesztése, optimális esetben a kiemelkedő középső függesztőszalag a tőgyet feszesen erősíti a testhez, ez azt eredményezi, hogy a tőgybimbók merőlegesen néznek a talajra.

Továbbá a megfelelő tőgybimbók henger alakúak és közepes hosszúságúak, a végeik pedig lekerekítettek (Tóth, 2020).

### **3.Saját vizsgálatok**

#### **3.1.Anyag és módszer**

A záradolgozatom elkészítéséhez a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campusának precíziós tejtermelő laboratóriumát kerestem fel. A tevékenység során az adatokat és információkat az istálló technológiájának alapos megfigyelésével, illetve a telepvezetővel folytatott beszélgetés során gyűjtöttem.

##### **3.1.1.A robotos fejőistálló bemutatása**

A dolgozatom középpontjában álló fejőrobotos istálló a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campusának a közelében található, mely a Dél-Dunántúli régióban, ezen belül Somogy vármegyében helyezkedik el.

A precíziós tejtermelő laboratórium 2023 decemberében került átadásra, melyet a MATE és a Fino-Food Kft. egy projekt keretén belül valósított meg. Az istállóban irányított tehénforgalmú rendszert működik, melyben DeLaval technológiai berendezéseket alkalmaznak.

Az istálló épületében található a takarmánykonyha, ahol a különféle takarmány komponenseket tárolják, továbbá a tej tároló helység, amiben egy tejhűtő tartály helyezkedik el. A központi számítógépes rendszer pedig a fejőrobottal szemben helyezkedik el, egy külön szobában, melyből egy hatalmas ablakon keresztül szemlélhető meg a fejés folyamata.

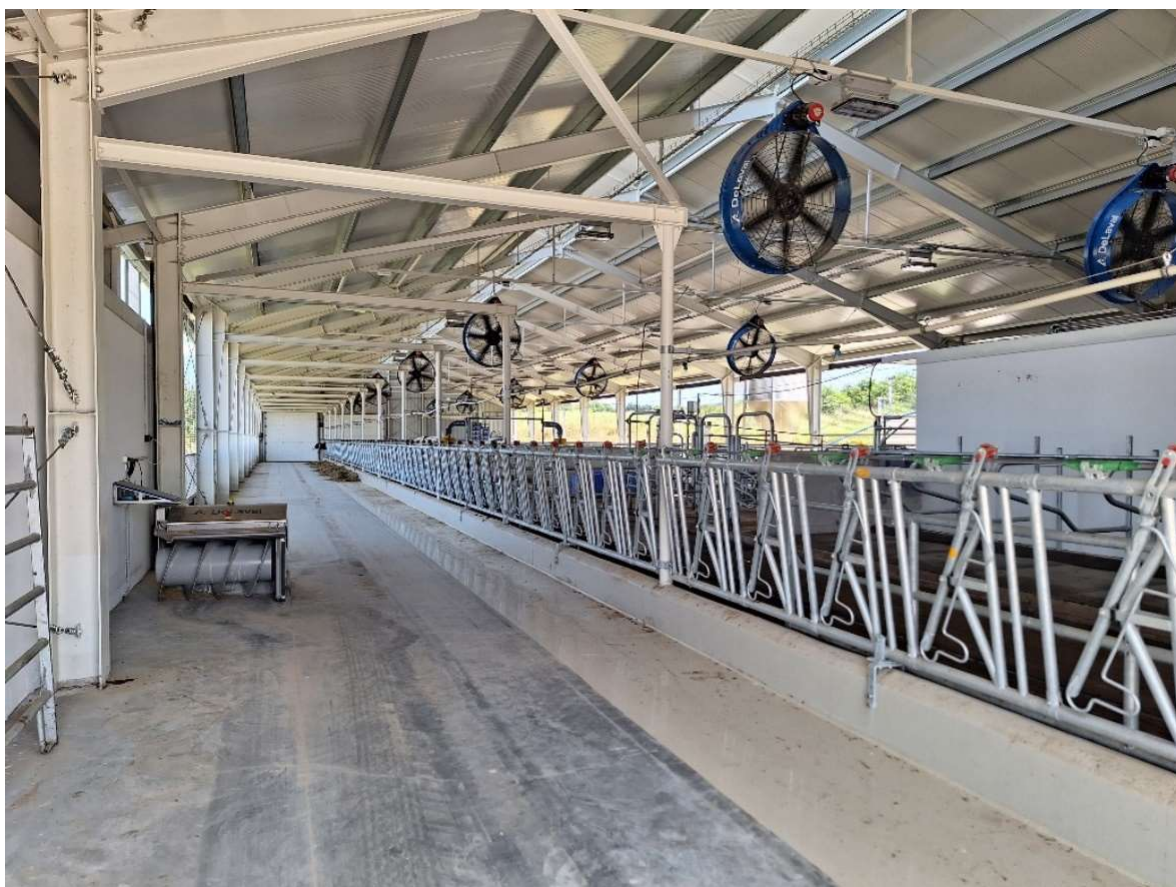
Az istálló maximum 64 darab szarvasmarhából álló állomány befogadására képes, melyben a tehenek vízágyas pihenőbokszaiban pihenhetnek és termelhetnek, stresszmentes környezetben. A tehenészetben csak minimális emberi munkaerőre van szükség, hiszen a feladatok nagy részét robotok végzik el. A fejőrobot végzi a fejés teljes folyamatát, a trágya eltávolítása és az istálló klímájának szabályozása szintén automatikusan történik, a takarmány feltolására pedig takarmányrendező robotot alkalmaznak. A tangazdaságban egy telepvezető és felváltva két állatgondozó dolgozik.

A precíziós rendszernek köszönhetően minden összegyűjtött adat elemzésre és rögzítésre kerül a DelPro telepírányítási rendszerben. A fejőrobot segítségével pontos információt kaphatunk a tejleadás sebességéről, a kifejt tej mennyiségéről és minőségéről és a tőgygyulladás lehetséges kialakulásáról. A tehenek kondíciójáról pedig az elővárakozóban elhelyezett kamera szolgáltat adatokat, valamint a fejőberendezésben elhelyezésre került egy progeszteronszint mérő is.

Jelenleg az istállóban 38 tehén termel, a 7 napos fejési átlag pedig 35 liter tej. A tehéntejet a Fino-Food Kft. tejfeldolgozó üzem vásárolja fel, 2400 liter tejet szállítanak el két naponta az istállóból.

### 3.1.2. Tartástechnológia

Az 1. kép az istálló épületét szemlélteti belülről, mely könnyűszerkezetes és nyitott, a 2 hosszabbik oldala nem határolt állandó fallal. Előnye, hogy állatjóléti szempontból a teheneknek kellő védelmet nyújt az időjárásal szemben. Az istálló nagy, tágas belső térrel rendelkezik annak érdekében, hogy elegendő hely legyen a tehenek számára, és tudjanak szabadon mozogni, pihenni.



*1. kép Az istálló technológiája, készült: 2023 MATE Tangazdaság Nonprofit Kft.*

A megfelelő szellőzés érdekében az istálló oldalfalainak leengedése hozzájárul a friss levegő beáramlásához. Az épület tetőszerkezete nyitott tetőgerinccel rendelkezik, ezáltal az elhasznált levegő azon keresztül áramlik ki. Így ebben a modern tehénistállóban a természetes szellőzés szabályozására szolgáló automata függöny rendszerek váltják fel az istálló oldalfalait. Az épületen belül található még 11 db nagyteljesítményű ventilátor 2 sorban

elhelyezve, ami szintén hozzájárul az oxigénben dús friss levegő beáramlásához, valamint az ammóniával szennyezett levegő kiáramlásához és az állatok hűtéséhez is.

A párás meleget nem szereti a szarvasmarha, ezért a párásítás helyett locsolást alkalmaznak az istállóban, a tehenek hűtésének érdekében. Ez a módszer különösen fontos a forró nyári hónapokban, amikor a magas hőmérséklet és páratartalom stresszt okozhat az állatok számára, ezáltal csökkentve a tejtermelést. A programozott locsolás, majd mesterséges légmozgás, hűti az állatokat, segít megakadályozni a hőstressz kialakulását és javítja az állatok közérzetét. Az istállóban alkalmazott locsoló rendszer az etetőtérben helyezkedik el az etetőkorrát és az állatok felett. A rendszer permetezőfejekből áll, melyek locsolás során a közvetlenül a tehenek martájékát nedvesítik. A tehenek locsolása során kevésbé alakul ki túlzott páralecsapódás, ennek eredményeképp segít megőrizni az istálló megfelelő állapotát és szárazságát, valamint az állatok egészségét.

Minden olyan eszköz, amely hozzájárul a megfelelő istálló klímához automatikusan és manuálisan is szabályozható. Figyelik és szabályozzák a hőmérsékletet és a páratartalmat az épületben, automatikusan reagálnak az időjárás változásaira és az állatok igényeire.

Télen, hideg idő esetén azonban szükség van fűtésre a fejőhelységben, annak érdekében, hogy a fejőberendezés alkatrészeit megóvják a fagytól és megfelelően tudjon működni. A hőmegtartáshoz pedig hozzájárul a szigetelt tető.

Az istálló belterének megvilágítására többféle fényforrást alkalmaznak, egyenletesen elosztva az egész területen a megfelelő megvilágítás biztosításának érdekében. A természetes fény jelenléte kedvező hatással van az állatok biológiai ritmusára és termelésére, valamint a természetes fény sokkal jobb látási körülményeket biztosít az állatok számára, mint más fényforrás. Az istállóban elhelyezett mesterséges fényforrások, például a LED lámpák és fénycsövek, kiegészítik a természetes fényt, és biztosítják a megfelelő megvilágítást, különösen a sötét órákban vagy a borús napokon.

Az istállóban automatikus világítási program üzemel, de manuálisan is kezelhető, ha szükség lenne rá. A nyári időszakban a világítási program ideje reggel 8 órától délután 15 óráig tart. A téli időszakban pedig reggel 8 órától este 22 óráig teljes nappali megvilágítás működik, majd 22 órától felkapcsol az esti fény, mely nem túl erőteljes kék színű fény, ezáltal a tehenek zavartalanul pihenhetnek éjszaka. Az éjszakai fény reggel 4 óráig világít, utána felkapcsolnak a nappali a fények. A nappali fény erőssége 200 lux, az esti kék fény pedig 50 lux erősségű.

Az istálló padozata sík, bordázott betonból készült, ezáltal csúszásmentes és biztonságot nyújt az állatok számára azzal, hogy megakadályozza az elcsúszást. Valamint könnyedén tisztítható. Alomanyagot nem használnak, így a trágya összegyűjtése és eltávolítása hidraulikus trágyaszánnal van megoldva, ami a 2. képen látható.



*2. kép Hidraulikus trágyaszán, készült: 2023 MATE Tángazdaság Nonprofit Kft.*

A rendszer naponta 8-szor halad végig a tehenek közlekedő útján, így a trágya folyamatosan eltávolításra kerül az istállóból. Ez a megoldás minimalizálja az emberi beavatkozást és a munkaerőigényt. A teljes közlekedő teret megtisztítja az elejétől a végéig, viszont a fejőrobotnál és annak az elővárakozójában a trágya eltakarítását manuálisan végzik. A trágyaszán által összegyűjtött trágya az annak megfelelő tároló aknába kerül.

A 3. képen látható vízágyas pihenőboksza egy olyan innovatív technológiai megoldás, amelyet a tehenek kényelmes és stresszmentes pihenésének érdekében alkalmaznak, továbbá hozzájárul a tejtermelés hatékonyságának javításához is. Az optimális környezet megteremtésével az egyedek teljes mértékben ki tudják használni a genetikai képességeiket a megfelelő termelés érdekében.



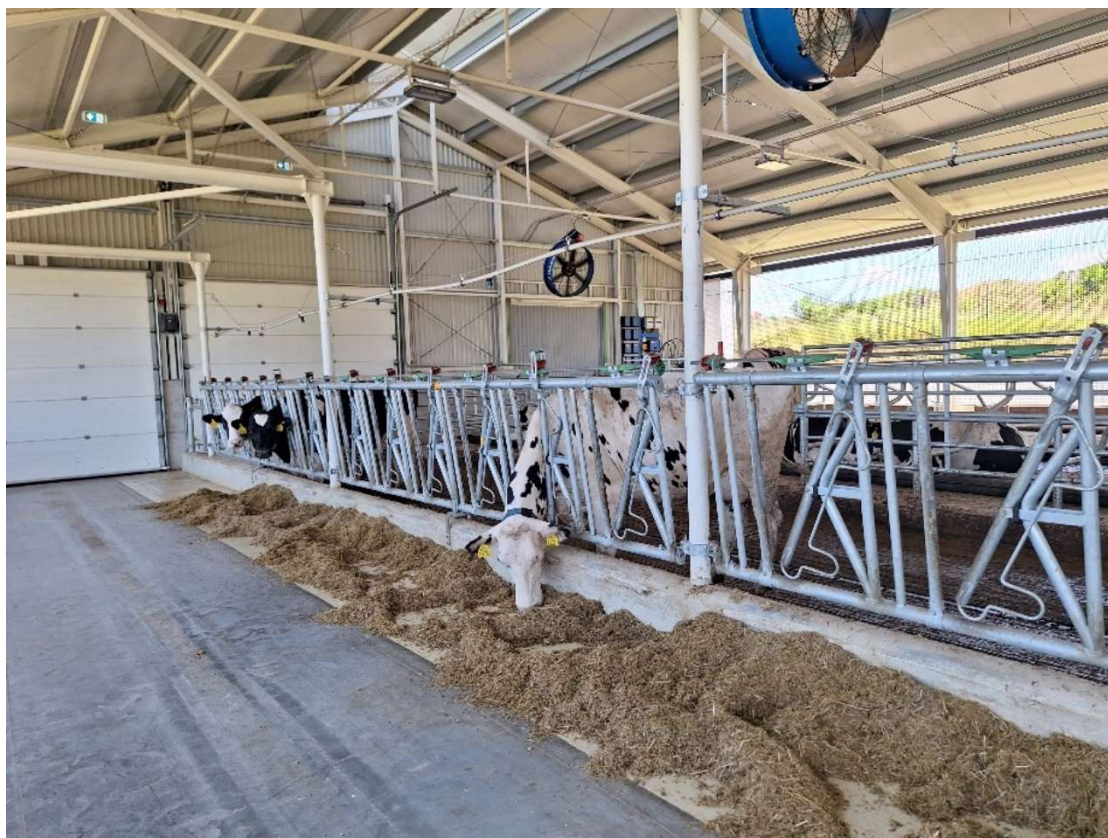
*3. kép Vízágyas pihenőboksztok, Készült: 2023 MATE Tangazdaság Nonprofit Kft.*

Mivel a tehenek pihenés közben kérődznek és eközben termelik a tejet, a gazdaság célja, hogy az állatok minél több időt töltsenek el egy boksztba és pihenjenek, hiszen eközben termelik a tejet ezáltal a hasznot is. A vízzel töltött matracok rugalmas és kényelmes felületet biztosítanak az állatok számára, ezáltal hozzájárulnak a sérülések és a lábvégbetegségek megelőzéséhez. Emellett hőszabályozási funkcióval is rendelkeznek, amely lehetővé teszi az optimális hőmérséklet fenntartását, még a melegebb időszakokban is, ez segít csökkenteni a hőstressz kockázatát. A vízágyak előnye, hogy könnyen tisztíthatók és fertőtleníthetők, ez hozzájárul az istálló higiéniájának fenntartásához és a betegségek megelőzéséhez. Annak érdekében, hogy a pihenőboksztok ne szennyeződhesse trágyával marcső segítségével állítható be az, hogy a tehenek hátrább lépjenek ürítés közben.

Az istállóban található henger alakú, robosztus elektromos tehénvakaró kefék hozzájárulnak az állatok kényelméhez és a fedőszőrök tisztán tartásához. Az eszköz elektromos motorral van ellátva, amely segítségével a kefe önműködően forog, amikor a tehenek hozzáérnek. Elősegíti a tehenek természetes viselkedésének lehetőségét, mivel lehetővé teszi számukra, hogy vakarózzanak, ami segíthet csökkenteni a bőrproblémákat és a viszketést. Emellett a vakaró kefe stresszoldó hatással bír és minimalizálja az unatkozást.

A 4. kép szemlélteti, hogy az állategészségügyi beavatkozások és az állatok gondozásának segítése érdekében az etetőtérben egy nyakfogósor található, ez az eszköz továbbá biztosítja az

állatok biztonságát és a munkavégzés hatékonyságát az istállókba. A takarmányhoz érkező tehenek billenőkeretes önlektővel rögzítik magukat, ami az etetőkorlátban van elhelyezve. Így eléri az etetőasztalon lévő takarmányt, viszont rögzítve vannak, hogy ne tudjanak szabadon mozogni. Ezzel a módszerrel lehetőség van az állatok egyenkénti lekötésére és elengedésére, akár csoportosan is.



*4. kép Nyakrögzítősor az etetőasztal előtt, készült: 2023 MATE Tangazdaság Nonprofit Kft.*

A takarmányt az etetőasztalra osztják ki, melynek felülete műgyantázott, könnyedén tisztítható, ezáltal a takarmányt szennyeződésektől mentes állapotban vehetik fel a tehenek és a kórokozók sem tudnak nagy mértékben elszaporodni rajta és a PMR erjesztett tömegtakarmány komponensei sem marják fel a betont. A tehenek optimális vízfogyasztásáról pedig nyíltvizű temperált itatók gondoskodnak, melyek több helyen is megtalálhatók az istálló területén belül.

## **3.2.Eredmények**

### **3.2.1.Takarmányozás**

A PMR (részleges takarmánykeverék) etetés egy vontatott Strautmann takarmánykeverő-kiosztó kocsival történik, minden nap egy alkalommal, reggel. Az etetőasztalra kiosztott takarmányt a nap folyamán több alkalommal egy terelőcsigás takarmányrendező robot frissíti

fel és közelíti vissza az állatok elé, ami az 5. képen látható. Ugyanis a tehenek előtt mindig kell lennie takarmánynak.



*5. kép Takarmányrendező robot, készült: 2023 MATE Tangazdaság Nonprofit Kft.*

Az állatok naponta átlagosan 6,7 alkalommal keresik fel az etetőasztalt, a takarmányrendező robotnak köszönhetően, ami naponta 10-szer halad végig az etetőasztal mentén szenzorok segítségével. A napi átlagos fejésszám 2,9, így naponta átlagosan 3,8 alkalommal csak takarmányozás miatt (fejés nélküli áthaladás a válogató „okoskapun”) jutnak ki az állatok az etetőtérbe.

A PMR főként tömegtakarmányokból épül fel, az alkalmazása során fontos odafigyelni a megfelelő minőségre, emészthetőségre és a keverék egyenletes eloszlására. A laktáció ideje alatt a tehenek mindig ugyan azt a PMR takarmányt kapják. Ez az alaptakarmány a robotban minden állat számára elérhető a tejtermeléstől függetlenül.

Az 6. kép a MATE Kaposvári Campus tehenészeteinek takarmány összetételét mutatja, ezen belül az 1. receptúra vonatkozik a fejőrobotos istállóra.

Dátum: 31/10/2023

Receptúra: MATE KaposváriCampus - Bővített módosított tejelő sor 231031

Recept arhívum:

Receptúra 1 : Robot 231031  
Receptúra 2 : 37 l MT 231031  
Receptúra 3 : 30 l MT 231031  
Receptúra 4 : Kistejű 231031

|                 | 1     | 2     | 3     | 4     |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| MKKukszil2309   | 24,00 | 29,00 | 27,00 | 21,00 |
| 533-520 Tej.táp | 9,40  | 11,50 | 10,70 | 6,50  |
| MKFűszenázs2310 | 6,00  | 3,00  | 3,00  | 5,00  |
| MKLucszéna2310  | 1,40  | 2,00  | 2,80  | 2,00  |
| -----           | ----- | ----- | ----- | ----- |
| totál TM        | 40,80 | 45,50 | 43,50 | 34,50 |
| totál SZA       | 20,20 | 23,47 | 22,80 | 16,78 |

| analízisek      | mérté | %SZA    | %SZA    | %SZA    | %SZA    |
|-----------------|-------|---------|---------|---------|---------|
| Száranyag       | %     | 49,52   | 51,59   | 52,41   | 48,65   |
| NE l            | MJ    | 6,60    | 6,65    | 6,59    | 6,48    |
| Nyers Fehérje   | gr    | 17,04   | 17,10   | 17,02   | 15,84   |
| NEL KALK TEJ    | liter | 29,42   | 37,01   | 35,08   | 21,27   |
| FEH KALK TEJ    | liter | 33,44   | 40,17   | 38,59   | 24,23   |
| Cukor           | gr    | 2,78    | 2,76    | 2,83    | 2,65    |
| Keményítő       | gr    | 24,82   | 25,89   | 24,81   | 23,83   |
| Tömegtakarmány  | %     | 58,31   | 56,10   | 57,95   | 65,30   |
| Nyers Rost      | gr    | 17,72   | 17,19   | 17,80   | 18,92   |
| ADF             | gr    | 21,60   | 20,93   | 21,64   | 22,92   |
| NDF             | gr    | 38,43   | 37,74   | 37,96   | 39,75   |
| emNDF           | gr    | 21,38   | 20,68   | 20,70   | 21,97   |
| NDF tömegtak    | gr    | 25,55   | 24,07   | 25,10   | 28,75   |
| NFC             | gr    | 33,41   | 34,42   | 34,29   | 33,73   |
| Össz Zsír-Olaaj | gr    | 3,88    | 3,90    | 3,80    | 3,64    |
| IT3             | Unit  | -0,66   | -0,61   | -0,35   | -0,41   |
| Hamu            | gr    | 7,24    | 6,84    | 6,94    | 7,04    |
| Ca              | gr    | 1,06    | 1,08    | 1,09    | 1,00    |
| P               | gr    | 0,48    | 0,49    | 0,47    | 0,45    |
| Ca/P arány      |       | 2,19    | 2,22    | 2,29    | 2,24    |
| Na              | gr    | 0,28    | 0,29    | 0,28    | 0,24    |
| Mn              | mg    | 97,89   | 102,93  | 100,38  | 86,84   |
| Zn              | mg    | 104,57  | 110,03  | 106,35  | 90,36   |
| A-vitamin       | NE    | 8220,61 | 8655,65 | 8291,49 | 6842,53 |
| D-vitamin       | NE    | 1644,12 | 1731,13 | 1658,30 | 1368,51 |
| E-vitamin       | mg    | 41,10   | 43,28   | 41,46   | 34,21   |
| Niacin          | mg    | 123,31  | 129,83  | 124,37  | 102,64  |
| DCAD            |       | 46,37   | 50,02   | 49,79   | 38,80   |

Kinyomtat PluriMIX-el 31/10/2023

## 6. kép A PMR összetétele

Az állatokkal csoportosan etetett PRM 24 kg kukoricaszilázsból, 9,40 kg tejelőtápból, 6 kg fűszenázsból és 1,40 kg lucernaszénából áll. A takarmánykomponenseket összekeverve a PMR összesen 40,80 kg, a szárazanyagtartalma pedig 20,20 kg.

A szerves anyagok közé sorolhatók a nyers fehérjék, mely a takarmány táplálóanyagai közül a legfontosabbak, fehérjék nélkül nincs élt. A szarvasmarhák fehérjét csak fehérjéből tudnak előállítani, a szervezetük minden sejtje tartalmaz fehérjét és a hormonok is fehérjetermészetűek. A tehenek takarmányban 17,04 g/% SZA mennyiségű nyersfehérje található.

Az N-mentes kivonható anyagok közé tartoznak a cukorok és a keményítők. Könnyen és gyorsan felszívódó energiaforrást jelentenek a tehenek számára és hozzájárulnak a takarmányfelvétel növeléséhez. A takarmányadagban 2,78 g/% SZA cukor és 24,82 g/% SZA keményítő található.

A nyersrost segíti az egészséges emésztést, ezáltal megelőzi az emésztőrendszeri problémákat és hozzájárul a stabil tejtermeléshez. A takarmány nyersrost tartalma 17,72 g/% SZA.

A zsírok szerepe a takarmányozásban az, hogy energiát szolgáltatassanak az állatok részére, hozzájárulnak a zsírban oldódó vitaminok felszívódásához és hasznosulásához és javítják a takarmány ízletességét. Az összes zsír és olaj a takarmányban 3,88 g/% SZA.

A takarmányban megtalálható szervetlen anyagok közé tartozik a hamu, kalcium (Ca), foszfor P, nátrium (Na), mangán (Mn), cink (Zn). Fontos szerepük van a csontok és fogak felépítésében, az idegrendszer és izmok megfelelő működésében, az ozmózis viszonyok fenntartásában és az enzimaktivitás támogatásában. A takarmány szervetlen anyag tartalma: hamu 7,24 g/% SZA, Ca 1,06 g/% SZA, P 0,48 g/% SZA, Na 0,28 g/% SZA, Mn 97,89 g/% SZA, Zn 104,57 g/% SZA.

Vitaminok szempontjából elsősorban az A, D, E vitaminellátottság jelentős a szarvasmarhák számára. Az A vitamin a reprodukciós egészség és az immunrendszer megfelelő működését biztosítja, a D vitamin segít az ásványi anyagok felszívódásában, amelyek elengedhetetlenek a csontok minőségének megőrzéséhez, az E vitamin pedig antioxidáns hatású és elengedhetetlen a termékenység és az immunrendszer szempontjából. A takarmányadag vitamin tartalma: A vitamin 8220,61 NE/% SZA, D vitamin 1644,12 NE/% SZA, E vitamin 41,10 NE/% SZA.

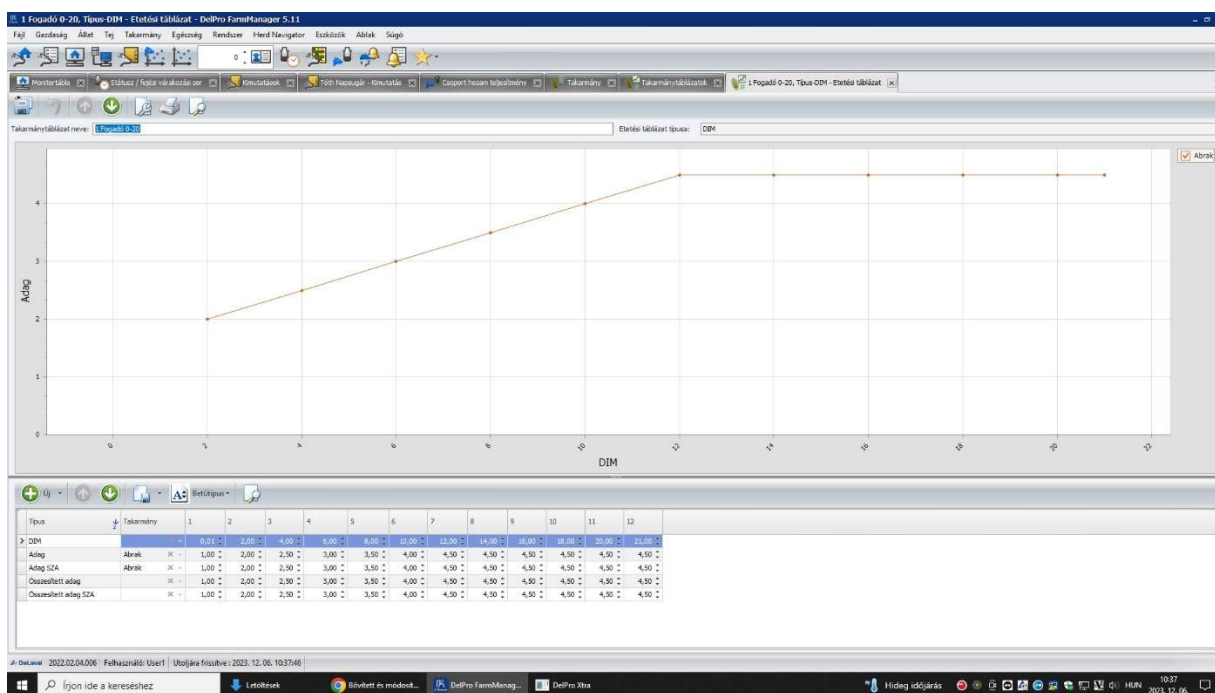
## **Takarmányozás a robotfejőgéppen**

A robot fejőberendezésben hozam és teljesítmény alapján lehetőség nyílik az állatok egyedi takarmányozására, a napi fejések alkalmainak során több részletben elosztva. A rendszer átlagosan kiszámítja az adott egyednek járó abrak mennyiségét, ami egy surrantó csövön keresztül jut el az állathoz és a fejés ideje alatt fel tudja venni.

A részleges takarmánykeverék (PMR) teszi lehetővé az abrak etetését. Hiszen magában az állománynak szánt PMR (32 liter tejtermelést fedez) nem elégíti ki a tehének teljes igényét, ezért van szükség egyéni abrak takarmányozásra a robotfejőgépben. A robotban kapott abrak nem csak az egyedi tejtermelés igényét elégíti ki, hanem csalogató hatással is van az állatokra.

A rendszer a laktációt több virtuális szakaszra osztja. Az első csoport a fogadó, melybe az ellést követően kerülnek az állatok. Az idő előrehaladtával és a tejtermelés növekedésével 20 nap után átkerülnek a 2. laktációs csoportba, majd 130 nap elteltével a 3. laktációs csoportba, a 4. laktációs csoportba pedig 280 nap után kerülnek. Végül, amikor már csak 75 nap van hátra az ellés vagy az apasztás időpontjáig, a tehének az ún. apasztós csoportba kerülnek, mely az ötödik csoport.

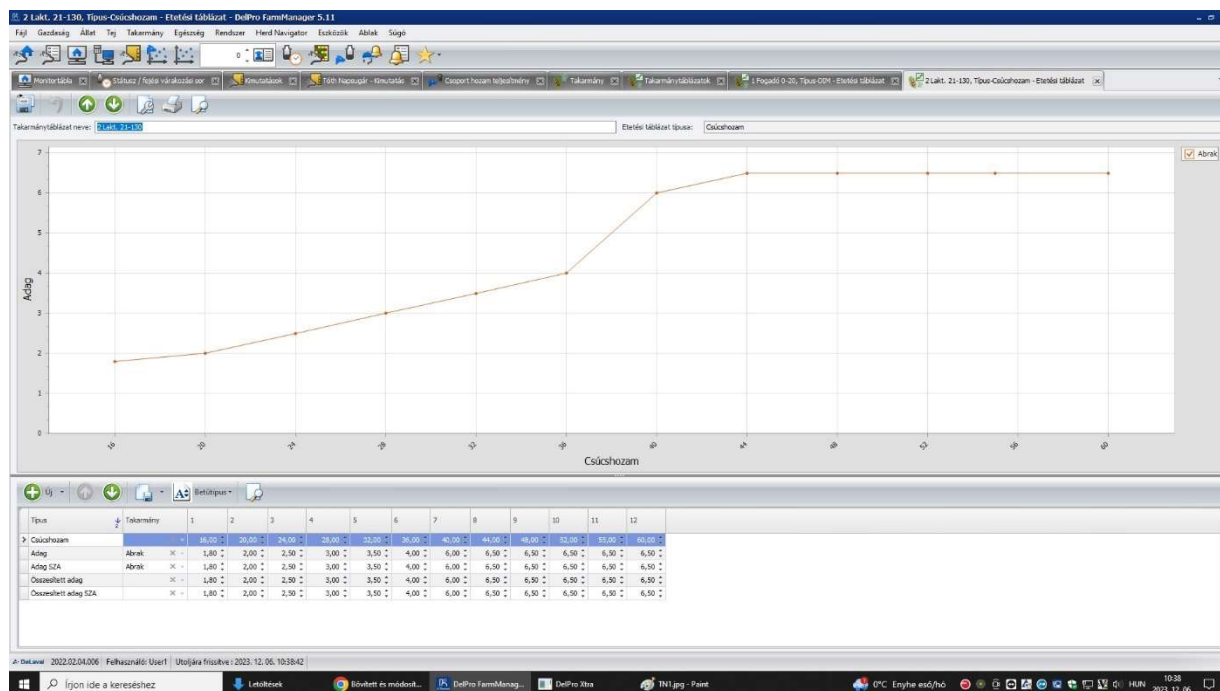
A 7. kép a fogadott tehének abrakfogyasztását mutatja, mely időszak 0-tól 20 napig tart. A grafikon vízszintes tengelyén látható DIM (Days In Milk) rövidítés arra utal, hogy egy tehén hány napja van tejtermelésben, azaz hány napja fejk. A horizontális tengelyen pedig az abrak adag mennyisége látható, kilogrammban megadva.



7. kép A fogadó csoport abrakfogyasztásának mennyisége DIM alapján

Az képen látható, hogy a robotos istállóba történő bekerülés napján (ellést követően) a tehén 1 kilogramm abrak adagot kap. A termelésben töltött napok múlásával fokozatosan nő a kiadható abrak mennyiség, ahogyan a napi tejtermelés is. A fogadó szakaszban a 12. nap elérését követően már 4,50 kg abrakot kap a tehén egészen a szakasz végéig.

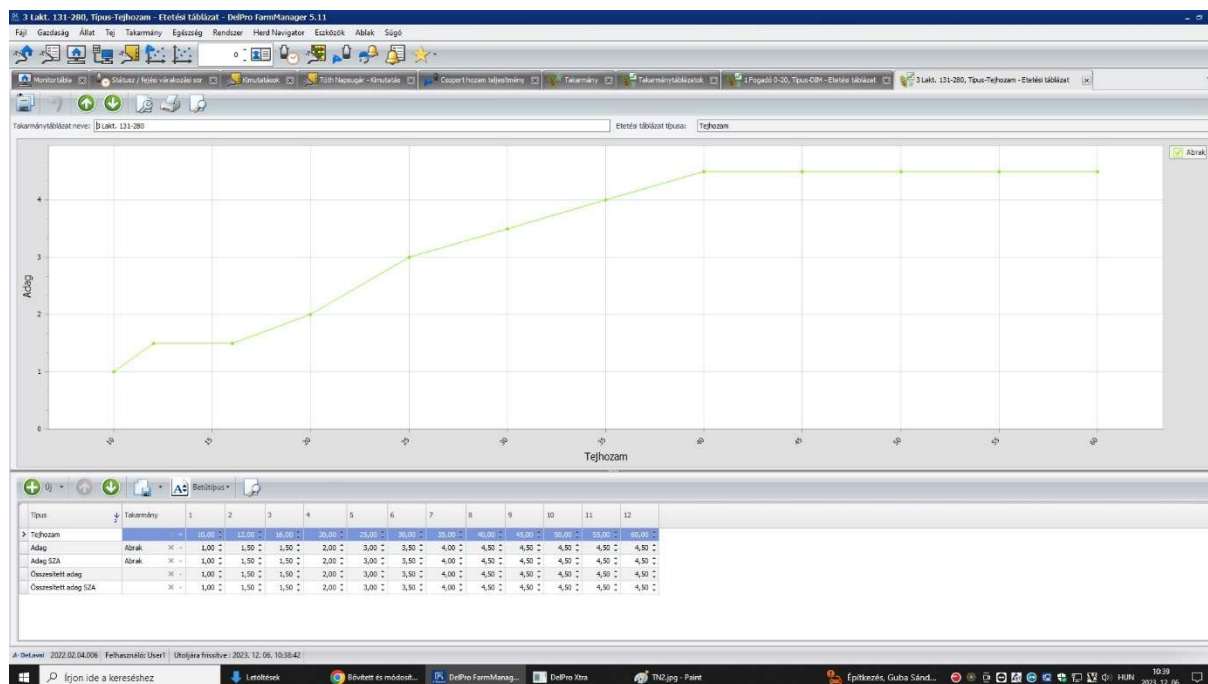
A 8. ábra a 2. laktációs szakaszt szemlélteti, mely a fogadó szakasz után következik és a 21. naptól a 130. napig tart.



8. kép A 2. laktációs csoport abrakfogyasztásának mennyisége tejhozam alapján

Ez alapján az állapítható meg, hogy a csúshozam alapján hány kilogramm abrakot kapnak az egyedek. Az a tehén amelyik 16 liter tejet termel egy nap 1,80 kg mennyiségű abrakot kap a robotfejőgépben, 20 litertől 4 literenként fél kilogrammal több abrakot kap az állat, egészen 44 literig. Napi 44 liter termelt tejtől 60 literig 6,50 kg abrakot kapnak.

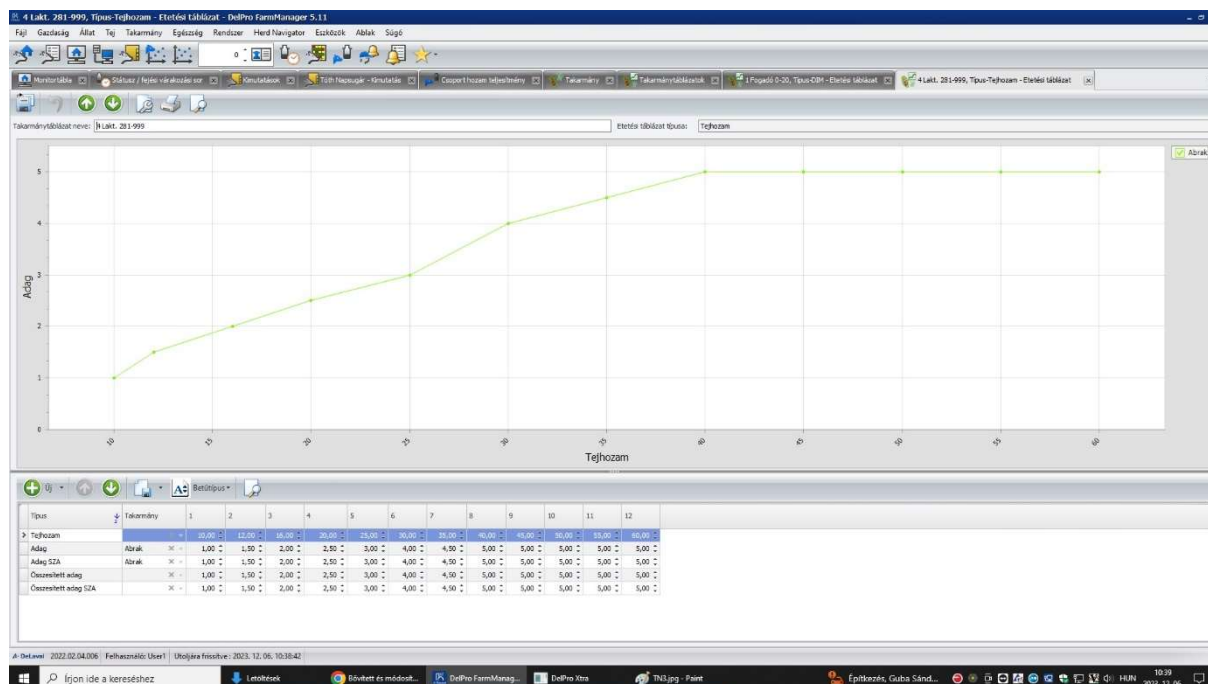
A 9. kép a laktáció 3. szakaszát ábrázolja, mely a 131. naptól a 280. napig tart. A kép alapján megállapítható, hogy a tejhozam alapján hány kilogramm abrakot kapnak a tehenek.



9. kép A 3. laktációs csoport abrakfogyasztásának mennyisége tejhozam alapján

Ebben a szakaszban a 10 liter termelő egyedek (ha van ilyen) 1 kg abrakot, a 12-16 liter között termelők 1,50 kg abrakot, a 20 liter termelők pedig 2 kg abrakot kapnak. 25 literből 5 literenként fél kilogrammal több abrakot kapnak az állatok, egészen 40 literig. A magasabb színvonalon termelők pedig 4,50 kg abrak adagot kapnak, ehhez 40-60 liter tejet szükséges előállítaniuk.

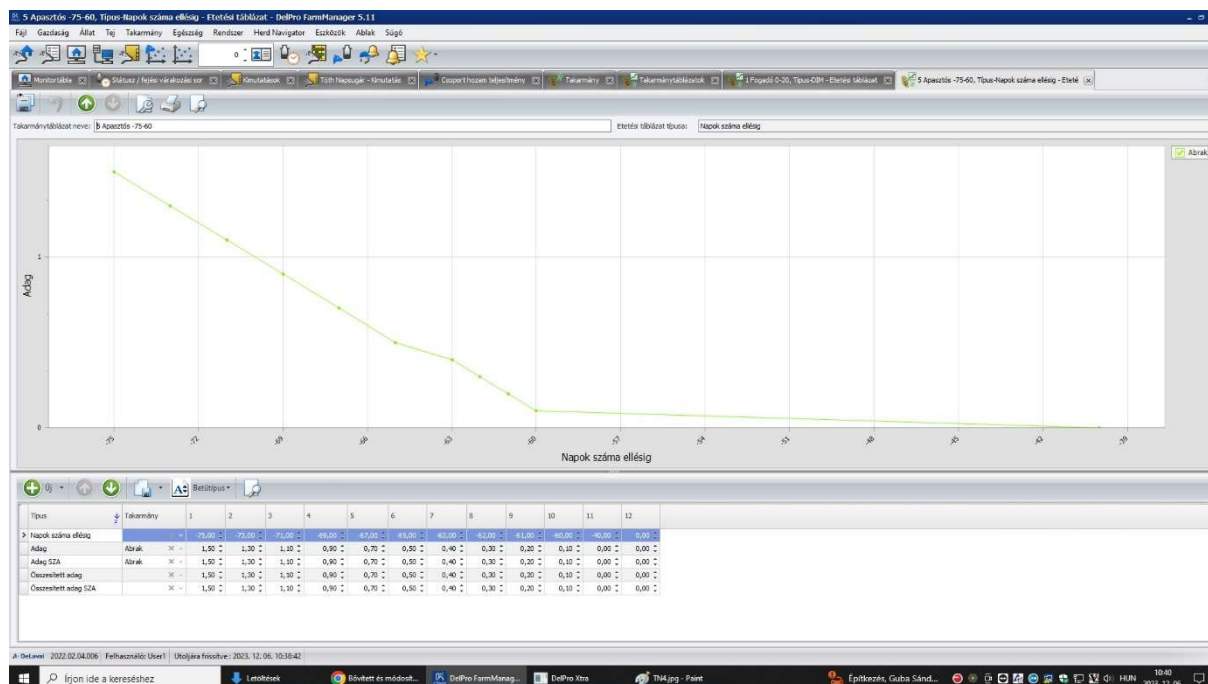
A 10. kép szintén a tejhozam és az ahhoz tartozó abrak adag mennyiségét mutatja meg a 4. laktációs szakaszban, mely a 281. naptól a 999. napig tart.



10. kép A 4. laktációs csoport abrakfogyasztásának mennyisége tejhozam alapján

A 4. szakaszban hasonlóan a 3. szakaszhoz a 10-12 liter tejet termelő egyedek ugyanannyi abrakadagot kapnak, vagyis 1-1,50 kilogrammot. Viszont 16 liter tejtermelés felett már nő az abrak adag mennyisége az előző szakaszhoz hasonló termelési szintjéhez képest. A 40-60 liter termelő egyedeket 5 kg abrakkal látja el a rendszer.

A 11. kép azt mutatja meg, hogy hány kilogramm abrakot kapnak azok az egyedek amelyek nagyvemhesek és lassan apasztás előtt állnak. Az apasztó szakasz -75-60 napig tart. Ezen a grafikonon a tejhozam helyett a hátralévő napok száma látható az ellésig.



11. kép Az apasztós csoport abrakfogyasztásának mennyisége tejhozam alapján

Ennek megfelelően az abrak adag fokozatosan csökken a napok előrehaladtával egészen nullára. Onnantól, hogy 75 nap van vissza az ellésig az állat 1,50 kg abrakot kap, amely gyakorlatilag már csak a fejésre történő csalogatást szolgálja.

### 3.2.3.A robotfejés folyamata

A fejőrobot minden feladatot ellát a fejéssel kapcsolatban, megtisztítja a tőgybimbókat, felhelyezi a fejőkelyheket majd a fejés után eltávolítja azokat a tőgybimbókról.

A fejés folyamata a tehén azonosításával kezdődik a válogatókapunál. Az istállóban irányított tehénforgalmú rendszer üzemel, ez azt jelenti, hogy amikor egy nem fejhető tehén lép a válogatókapuhoz, akkor a rendszer megtagadja a beengedését a fejőrobot irányába. Eszerint ezt az egyedet a kapu elvezeti a másik irányba, így csak az etetőtér felé tud tovább közlekedni.

Az tehének 6 és fél órás időközönként vagy ha elérték a 10 kg-os várt hozamot akkor kapnak engedélyt a fejésre, ez idő alatt átlagosan 2,9 alkalommal történik meg a fejés egy nap. Így a rendszer csak azt az egyedet engedi be amelyik rendelkezik fejési engedéllyel. A betelepítést megelőzően az állatok hagyományos fejéstechnológiában termeltek. Ott munkaszervezési okok miatt a napi fejésük csak két alkalommal történt meg.

A fejés ideje alatt lehetőség van az a tehének egyedi takarmányozására is. Teljesítmény és hozam alapján a takarmányadagoló utasítást kap a megfelelő mennyiségű abrak kiadagolására.

Továbbá a robotban kapott abraknak csalogató szerepe is van, mellyel elérhető az, hogy a tehén saját maga keresse fel a fejőrobotot.

Az elővárazozóból a robotba való beléptetést követően elkezdődik a tőgybimbók megtisztítása a szennyeződésektől. A folyamat során a robot lézerek és érzékelők segítségével pozicionálja a tőgybimbók helyzetét, majd az 5. kehellyel, melynek egyik szerepe a tisztítás, megtisztítja a bimbókat tisztító folyadékkal segítségével. A tőgybimbók tisztításával elkerüljük azt, hogy kórokozók és szennyeződések kerüljenek a tejbe. Ezután a négy darab fejőkelyhet egyesével helyezi fel a robotkar a tőgybimbókra, ezáltal elkezdődik a fejés, az elő és utófejéssel együtt.

A 12. képen a fejés menete látható, valós időben nyomon követhető a tehenészet számítógépén a fejési sebesség és a tőgynegyedenként kifejt tej mennyisége. Az átlagos fejési sebességet úgy kapjuk meg, hogy a fejés ideje alatt kinyert tej mennyiségét elosztjuk a fejés idejével. Ez az érték tejelő állatok esetében gyakran 3-4 kg tej/perc feletti. Függ az tőgy előkészítésétől is, a robot mindig ugyanúgy készíti elő az emberi munkavégzéssel szemben.



12. kép A tejleadás aktuális állapota

A képen látható nagy félkörök a leadott tej mennyiségét (kilogrammiban), a kis félkörök pedig a tejfolyás sebességét (gramm/perc) mutatják tőgynegyedenként. Amikor egy tőgynegyedből kiürül a tej akkor azt a félkörök jelzik, kék szín helyett zöld színűek lesznek. A jobb oldalon elhelyezkedő oszlopban a fejés lépései láthatók, a bal oldaliban pedig az előkészítés. Emellett leolvasható még a robotfejőgépből tartózkodó tehén fűlszáma és a kifejt összes tejmennyiség.

Ezeket az adatokat a DelPro telepirányítási rendszer elemezi és rögzíti. Emellett információt szolgáltat a szarvasmarhák egészségügyi állapotáról is, képes jelezni a korai szakaszban lévő betegségek jelenlétét is, mint például a szubklinikai tőgygyulladást, ami a tejben található szomatikus sejtszám megemelkedéséből derülhet ki. A robotfejőgépben egy progeszteronszint mérő is elhelyezésre került, a tehenek szaporodásbiológiai állapotának nyomon követésére. Továbbá információt szolgáltat a tej vezetőképességéről, hőmérsékletéről és a fejés időtartamáról.

Mikor a tőgynegyedekből kifogy a tej és a fejés befejeződik a robotkar eltávolítja a fejőkelyheket a tőgybimbókról, és belülről öblítéssel megtisztítja azokat. Ezzel párhuzamosan a tőgybimbók utófürösztése következik fertőtlenítő folyadékkal. Majd az állat kiengedésre kerül az etetőtérbe.

A kifejt tej egy 3000 literes hűtő tartályba kerül, ami lehetővé teszi a tej frissességének és minőségének megőrzését.

### **3.2.4. Tejhozam**

A 13. kép azt mutatja meg, hogy egy egyednek mennyi a 7 napos tejtermelési átlaga. Ebből az is kiszámítható, hogy 38 tehénnel számolva a fejési átlag 35 liter tej egy egyedre nézve.

|     | Állat száma | Átlagos napi hozam utolsó 7 nap |
|-----|-------------|---------------------------------|
| 1.  | 1377        | 33,83                           |
| 2.  | 1379        | 34,23                           |
| 3.  | 1328        | 27,64                           |
| 4.  | 1329        | 40,13                           |
| 5.  | 1365        | 32,20                           |
| 6.  | 1367        | 37,66                           |
| 7.  | 1355        | 32,02                           |
| 8.  | 1389        | 32,28                           |
| 9.  | 1366        | 34,25                           |
| 10. | 1330        | 45,38                           |
| 11. | 1325        | 52,49                           |
| 12. | 1378        | 30,14                           |
| 13. | 1361        | 21,31                           |
| 14. | 1394        | 27,11                           |
| 15. | 1363        | 37,04                           |
| 16. | 1385        | 38,90                           |
| 17. | 1185        | 32,80                           |
| 18. | 1340        | 22,63                           |
| 19. | 1304        | 20,18                           |
| 20. | 1289        | 45,93                           |
| 21. | 1284        | 45,26                           |
| 22. | 1412        | 20,42                           |
| 23. | 1390        | 40,86                           |
| 24. | 1413        | 37,25                           |
| 25. | 1408        | 37,73                           |
| 26. | 1346        | 45,31                           |
| 27. | 1298        | 39,71                           |
| 28. | 1201        | 22,51                           |
| 29. | 1342        | 45,27                           |
| 30. | 1287        | 36,44                           |
| 31. | 1305        | 30,69                           |
| 32. | 1409        | 36,71                           |
| 33. | 1356        | 48,15                           |
| 34. | 1417        | 35,69                           |
| 35. | 1404        | 36,27                           |
| 36. | 1398        | 36,82                           |
| 37. | 1397        | 31,25                           |
| 38. | 1418        | 37,16                           |

*13. kép Átlagos 7 napi tejhozam*

A tejtermelés alapján a tenyésztő döntéseket hoz. Régebben a havi befejési adatok szolgáltatták a döntések alapján. Ennél sokkal pontosabb képet kapunk az állatról, ha a 7 napos fejési átlagot nézzük. Egy szélsőséges alacsony vagy akár túlzóan magas tejtermelés (pl. a befejés idején) hamis képet ad az adott állatról.

### **3.2.5.A tej beltartalmi mutatói**

A nyers tej összetételének meghatározása céljából szükség van rendszeresen végzett tej vizsgálatra, ezzel biztosítják a tejtermékek minőségét, biztonságát és a fogyasztók egészségét

egyenként. A 14. képen látható, hogy a robotos istálló teheneinek tejét a Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet Kft. Kutató-Élelmiszervizsgáló és Nyerstej Minősítő Laboratóriuma vizsgálta. A tehéntej vizsgálata során megállapítható a pH értéke, zsírtartalma, fehérjetartalma, tejcukortartalma és egyéb összetevők analízise teszi lehetővé a frissesség és a minőség pontos értékelését. Továbbá kimutathatók az esetleges fertőzések, kórokozók vagy szennyeződések jelenléte is.

**Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet Kft. Kutató-Élelmiszervizsgáló és Nyerstej Minősítő Laboratóriuma**  
A NAH által NAH-1-1013/2021 számon akkreditált vizsgálólaboratórium.  
székhely: H-9200 Mosonmagyaróvár, Csizsár József u. 1. tel:(96)215-711, Honlap: www.mtki.hu  
telephely: H-1093 Budapest, Bakáts u. 8. tel:(1)217-1306, tel:(1)455-0656,(1)455-0657, e-mail:tejlabor@mtki.hu

## VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV

nyers tehéntej vizsgálatáról

A vizsgálati jegyzőkönyv a vizsgálati eredményekre vonatkozó véleményezést tartalmaz.

Sorszám: 4-120523/0075

Telephely: Robotos istálló, Kaposvár külterület 3661/9 hrsz.

MATE Tangazdaság Nonprofit Kft.

**Gödöllő**

Páter Károly út 1.

2100

|                                                                                                                                            |                         |                                        |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------|------------|
| A tejtermelő kódja:                                                                                                                        | 233 91131 00 0 14 3 1   | Regisztrációs szám:                    | 1003539729 |
| Mintavétel / átvétel dátuma:                                                                                                               | 2023-12-04 / 2023-12-05 | A vizsgálat laboratóriumi sorszáma:    | 75         |
| Vizsgálat dátuma:                                                                                                                          | 2023-12-05              | A megmintázott tej mennyisége (liter): | 1200       |
| Összes mikrobaszám <i>MÉ 3-2-1/2004 III.melléklet 4.fejezet</i> ( $\times 10^3$ cfu/cm <sup>3</sup> ):                                     |                         |                                        | 260        |
| Összes mikrobaszám mértani átlag <i>MÉ 3-2-1/2004 III.melléklet 4.10.2.fejezet</i> ( $\times 10^3$ cfu/cm <sup>3</sup> ):                  |                         |                                        | 91         |
| Szomatikus sejtszám <i>MÉ 3-2-1/2004 III.melléklet 3.fejezet</i> ( $\times 10^3$ sejt/cm <sup>3</sup> ):                                   |                         |                                        | 161        |
| Szomatikus sejtszám mértani átlag <i>MÉ 3-2-1/2004 III.melléklet 3.10.2.fejezet</i> ( $\times 10^3$ sejt/cm <sup>3</sup> ):                |                         |                                        | 159        |
| Tejdegen antibakteriálisan ható anyagok <i>MÉ 3-2-1/2004 III.melléklet 5.fejezet</i> :                                                     |                         |                                        | negatív    |
| <b>*VÉLEMÉNY:</b> a 853/2004/EK rendelet III.melléklet, IX.szakasz, I.fejezet III.rész követelményeinek megfelelő, az összesített minőség: |                         |                                        | <b>E</b>   |
| Fagypont <i>AM 13:2012</i> (°C):                                                                                                           |                         |                                        | -0,525     |
| Tejdegen víztartalom <i>MSZ 12068:2009</i> (%):                                                                                            |                         |                                        | -----      |
| pH-érték <i>AM 14:2012</i> :                                                                                                               |                         |                                        | 6,68       |
| Titrlható savasság <i>MSZ 3707:2017 3.2.fejezet</i> ("SH):                                                                                 |                         |                                        | -----      |
| Zsírtartalom <i>ISO 9622:2013 (IDF 141:2013)</i> (g/100 g):                                                                                |                         |                                        | 4,14       |
| Fehérjetartalom <i>ISO 9622:2013 (IDF 141:2013)</i> (g/100 g):                                                                             |                         |                                        | 3,55       |
| *Valódi fehérje (g/100 g):                                                                                                                 |                         |                                        | -----      |
| *Kazein-fehérje (g/100 g):                                                                                                                 |                         |                                        | -----      |
| Tejcukor tartalom <i>ISO 9622:2013 (IDF 141:2013)</i> (g/100 g):                                                                           |                         |                                        | 4,84       |
| Zsírtartalom szárazanyagtartalom <i>MÉ 3-2-1/2004 III.melléklet 1.fejezet</i> (g/100 g):                                                   |                         |                                        | 9,05       |

Megjegyzések:

A \*-gal jelölt vizsgálatok nem képezik az akkreditálás műszaki területét. A VL és M közötti kapcsolat típusa: "Harmadik fél". A Megbízás szereplő, a vevő által szolgáltatott adatokért a Laboratórium felelősséget nem vállal. Az alkalmazott vizsgálati módszerek mérési bizonytalanságát kérésre megadjuk. A vizsgálati eredmények a vizsgált mintára vonatkoznak. A dokumentum elektronikus változata aláírás és bélyegzés nélkül is hiteles. A jegyzőkönyv a laboratórium engedélye nélkül csak teljes terjedelmében másolható!

Budapest, 2023. december 5.

Tardy Emília  
nyerstej minősítő részlegvezető

F\_MIN\_72 v.04 Hucker Attila\_2023.05.09.

1/1. oldal

14. kép Tej beltartalmi mutatók

A kép alapján leírható, hogy a tejben található mikrobaszám 260000 cfu/cm<sup>3</sup>, a szomatikus sejtszám pedig 161000 sejt/cm<sup>3</sup>.

Az összes mikrobaszám mértani átlaga 91000 sejt/cm<sup>3</sup>, ez az érték 2 havi minta átlagaként számítható ki. A magas baktériumszám a tejben nem kívánatos, a nem megfelelő higiéniai körülményekre utal. A megfelelő minőségű tej összcsíraszám 100000 cfu/ml (kolóniaformáló egység milliliterenként) vagy annál alacsonyabb.

A szomatikus sejtszám mértani átlaga 159000 sejt/cm<sup>3</sup>, ez az érték 3 havi minta átlagaként számítható ki. A szomatikus sejtek a tehén vérből és a tőgyének szöveteiből származnak, kerülnek a tejbe, a szomatikus sejtszám akkor fogadható el, ha 400000 sejt/ml alatt van.

A vizsgálat során negatív eredményt mutatnak a tejidegen antibakteriálisan ható anyagok, tehát a tej nem tartalmaz gyógyszítmény maradványokat.

Fagyáspontja -0,525; pH értéke 6,68; zsírtartalma 4,14 g/100g; fehérjetartalma 3,55 g/100g; tejcukor tartalma 4,84 g/100g; szárazanyagtartalma 9,05 g/100 g.

A vizsgálat eredménye mindösszesen 1200 liter tejből került kimutatásra.

## 4.Következtetések és javaslatok

- A vizsgált adatok alapján megállapítható, hogy a tej beltartalmi értéke megfelelőnek tekinthető, a fejőrobot segít az egészséges tőgyállapot fenntartásában.
- A robotfejőgép hatékonyan működik, ugyanis a napi fejések számának átlaga 2,9 és jelentős mértékben hozzájárul a környezeti fenntarthatósághoz.
- A takarmányrendező robot hozzájárul ahhoz, hogy a tehenek napi átlagosan 6,7 alkalommal keresik fel az etetőasztalt, melyből 3,8 alkalom csak takarmányozással kapcsolatos (nem a fejést követően jut az etetőtérbe).
- A robotos fejőistálló technológiája lehetővé teszi a tehenek számára, hogy stresszmentesen, a saját genetikai képességeiknek megfelelően termeljenek.
- A modern robotos technológiák alkalmazása segít az emberi munkaerő terhelésének csökkentésében.
- Az ennél is hatékonyabb munkavégzés érdekében a robotos berendezések sorát bővíteni kellene egy automatikus etető kocsik alkalmazásával.
- A robotos fejőgép elővárakozójában nincsen automatikusan megoldott trágya eltávolítási lehetőség, ezért manuálisan kell onnan eltakarítani. Ez a feladat emberi - munkaerőt igényel.

## 5.Összefoglalás

Az emberiség, a világ számos országában évszázadok óta fogyasztja a tejet és a tejtermékeket, melyeknek számos pozitív hatása van az emberi szervezetre. Hazánkban 2020-ban az egy személyre jutó tejfogyasztás közel 60 kg, míg a fogyasztott tejtermékek mennyisége 23 kg volt.

A modern technológiás fejőrobotok hozzájárulnak a gazdaságosabb és fenttarthatóbb tejtermelés eléréséhez, az alkalmazásuk lehetőséget nyújt a termelés hatékonyságának növekedéséhez.

A dolgozatom egyik fő célja az, hogy ismertessem az automatikus fejés alkalmazásának tapasztalatait, előnyeit és hátrányait. Átfogó áttekintést nyújtani a fejőrobotok fejlődéséről és elterjedéséről, valamint a precíziós állattartásról, beleértve az automatizált rendszereket és a nagy mennyiségű adatok felhasználását. A modern istállókban alkalmazott tartás és takarmányozás technológiájáról és a robotfejés folyamatáról. Továbbá célom az, hogy elemezzem a tejtermelés során kapott értékeket, tekintettel a termelt tej mennyiségére és minőségére, valamint az ezt befolyásoló takarmány összetételére és mennyiségére.

A dolgozatom elkészítéséhez a MATE Kaposvári Campusának precíziós tejtermelő laboratóriumát kerestem fel, mely Somogy vármegyében található és 2023-ban került átadásra a MATE és a Fino-Food Kft. megvalósítása által.

Az istálló 64 egyed befogadására képes, melynek kialakítása a tehenek kényelmét és komfortérzetét szolgálja. Az épületben található robot berendezések hozzájárulnak a gazdaságosabb és fenttarthatóbb tejtermeléshez. Az istálló központi eleme a robotfejőgép, mely minden feladatot automatikusan ellát a fejéssel kapcsolatban, anélkül, hogy emberi felügyeletre lenne szükség.

A tejtermelés a fejőrobot használata során többek között a megnövekedett fejés szám miatt 35 kg. A takarmányozás a PMR és az egyedi abrakadagolás miatt gazdaságosabb és hatékonyabb. Az állatok igényeit figyelembe vevő és azt maximálisan kielégítő istálló hozzájárul a tehenek jólétéhez ezáltal a hatékony és gazdaságos tejtermeléshez.

A robotos technológiának jelentős szerepe van a tejtermelés gazdaságosságának és fenntarthatóságának javításában. Alkalmazása során lehetőséget teremt a tejtermelés hatékonyságának növelésére. A fejőrobotok folyamatos fejlődése hozzájárul az innovációhoz és a technológiai fejlődéshez a tejtermelés területén.

## **6.Köszönetnyilvánítás**

Elsősorban szeretném megköszönni a konzulensemnek Dr. Szabari Miklós Gábor Tanár Úrnak a folyamatos támogatást és segítségnyújtást a záródolgozat elkészítésével kapcsolatban. Továbbá szeretném megköszönni Barka Benedeknek a MATE Kaposvári Campusán található precíziós tejtermelő laboratórium telepvezetőjének, azt, hogy részletesen bemutatta nekem a robotos istállót és minden kérdésemre készségesen válaszolt.

## 7. Irodalomjegyzék

Dr. Hajdú József (2014): Automatizált takarmányozási rendszerek a szarvasmarhaistállóknál. *Mezőgazdasági Technika: tudományos, műszaki fejlesztési és kereskedelmi folyóirat*, 55(5), 26–29.

Dr. Hajdú József (2020): Fontos, hogy a takarmány mindig a tejelő marhák előtt legyen. *Mezőgazdasági Technika: tudományos, műszaki fejlesztési és kereskedelmi folyóirat*, 61(4), 18–20.

Holger Kruse (2023): Tejtaxi vagy borjúútató automata? *Holstein Magazin*, 31(5), 32–34.

Digitális Agrárakadémia (2023): *Precíziós állattenyésztés a gyakorlatban: digitalizáció és innováció segíti a versenyképes oktatást és kutatást Óváron*. Digitális Agrárakadémia. Letöltés dátuma: 2024.04.23. forrás: <https://www.digitalisagrarakademia.hu/2023/01/18/precizios-allattenyesztes-a-gyakorlatban-digitalizacio-es-innovacio-segiti-a-versenykepes-oktatast-es-kutatast-ovaron/>

Laura Ozella – Karina Brotto Rebuli – Claudio Forte – Mario Giacobini (2023): *A Literature Review of Modeling Approaches Applied to Data Collected in Automatic Milking Systems*. MDPI. Letöltés dátuma: 2024. 04. 27. forrás: <https://www.mdpi.com/2076-2615/13/12/1916>

John Greig (2020): *Reproduction testing added to robotic milking*. Farmtario. Letöltés dátuma: 2024. 04. 27. forrás: <https://farmtario.com/news/reproduction-testing-added-to-robotic-milking/>

Matti Pastell – H. Takko – H. Gröhn – M. Hautala – V. Poikalainen – Jaan Praks – I. Veemäe – M. Kujala – J. Ahokas (2006): *Assessing Cows' Welfare: weighing the Cow in a Milking Robot*. ResearchGate. Letöltés dátuma: 2024. 04. 27. forrás: [https://www.researchgate.net/publication/222433859\\_Assessing\\_Cows'\\_Welfare\\_weighing\\_the\\_Cow\\_in\\_a\\_Milking\\_Robot](https://www.researchgate.net/publication/222433859_Assessing_Cows'_Welfare_weighing_the_Cow_in_a_Milking_Robot)

Gray I. Summerfield – Allan De Freitas – Este van Markle-Koster – Herman C. Myburgh (2023): *Automated Cow Body Condition Scoring Using Multiple 3D Cameras and Convolutional Neural Networks*. MDPI. Letöltés dátuma: 2024. 04. 27. forrás: <https://www.mdpi.com/1424-8220/23/22/9051>

Csatári Nándor (2017): *Energetikai hatékonysági elemzések a szarvasmarha telepek technológiájában*. [PhD-értekezés] Debrecen: Kerpely Kálmán Doktori Iskola. Hozzáférés linkje: <http://hdl.handle.net/2437/242765>

Sam Steinberg (2014): Robotic milking barn design. *The Manager*, 2014(5), 18–19. Letöltés dátuma: 2024.04.24. forrás: URL: <https://hdl.handle.net/1813/37337>

Dr. Hajdú József (2013): Istállótakarító robotok. *Mezőgazdasági Technika: tudományos, műszaki fejlesztési és kereskedelmi folyóirat*, 54(6), 5–7.

Agrár Unió (2023): *Precíziós állattartás: a jövő technológiája*. Agrár Unió. Letöltés dátuma: 2024.04.24. forrás: URL: <https://www.agrarunio.hu/hirek/allattenyesztes/9867-precizios-allattartas-jovo-technologia-gazdalkodas-allatjolet?closeReadMore=1>

Tóth Krisztina (2017): *A jövő elkezdődött – Precíziós technológiák az állattartásban*. Agrár Unió. Letöltés dátuma: 2024.04.25. forrás: <https://www.agrarunio.hu/hirek/allattenyesztes/2808-a-joevo-elkezdodoett-precizios-technologiak-az-allattartasban>

Dr. Tóth László (2020): Fejés automatizálása (robotizálása). *Mezőgazdasági Technika: tudományos, műszaki fejlesztési és kereskedelmi folyóirat*, 61(5), 16–20.

Czékus Mihály (2023): Mesterségesintelligencia- (AI-) alapú állattenyésztés. *Agrárágazat*, 24(12), 102–106.

Baiju NT (2020): *History Of Automatic Milking Systems (AMS) – Timeline*. RoboticsBiz. Letöltés dátuma: 2024. 04. 25. forrás: <https://roboticsbiz.com/history-of-automatic-milking-systems-ams-timeline/>

Corey Geiger (2022): *Automated milking systems reach 35,000 units*. Hoard's Dairyman. Letöltés dátuma: 2024. 04. 28. forrás: <https://hoards.com/article-31484-automated-milking-systems-reach-35000-units.html>

Lexi Urbanz – Fabiana F. Cardoso (2023): *Robotic Milking System*. University of Maryland Extension. Letöltés dátuma: 2024. 04. 25. forrás: <https://extension.umd.edu/resource/robotic-milking-system/>

Dr. Papp Péter – Hejler Péter (2021): A precíziós állattenyésztés kihívásai és lehetőségei az állategészségügyi menedzsment területén. *Marha Levél*, 2021(1), 10–13.

Heba Soffar (2016): *Automatic milking or Robotic milking advantages and disadvantages*. Online Sciences. Letöltés dátuma: 2024. 04. 25. forrás: <https://www.online-sciences.com/robotics/automatic-milking-or-robotic-milking-advantages-and-disadvantages>

Kovács Levente (2014): *Akut és krónikus stressz vizsgálata tejelő teheneken a szívritmusváltozékonyság meghatározásával*. [PhD-értekezés] Gödöllő: Állattenyésztés-tudományi Doktori Iskola. Hozzáférés linkje: <https://phd.szie.lib.uni-mate.hu/?docId=14676>

Ian Gallacher (2021): *Robot repairs: The solution or the problem?* Ag Proud. Letöltés dátuma: 2024. 04. 25. forrás: <https://www.agproud.com/articles/55141-robot-repairs-the-solution-or-the-problem>

Incze Péter (2009): *Tehenek gépi fejhetősége*. Háromszék, független napilap Sepsiszentgyörgy. Letöltés dátuma: 2024. 04. 25. forrás: <https://www.3szek.ro/load/cikk/21057/tehenek-gepi-fejhetosege-allattenyesztes--incze-peter>

Dr. Tóth Tamás (2020): *A tögybimbó anatómiájának ultrahangos vizsgálat holstein-fríz szarvasmarhafajtában*. [PhD-értekezés]. Gödöllő: Állattenyésztés-tudományi Doktori Iskola. Hozzáférés linkje: <https://phd.szie.lib.uni-mate.hu/?docId=16251>

## NYILATKOZAT

Tóth Napsugár Roxána (hallgató Neptun azonosítója: E2IRKL) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot 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>1</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>\*2</sup>

Kelt: Kaposvár 2024 év 04 hó 26 nap



belső konzulens

<sup>1</sup> A megfelelő aláhúzendó.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendó.

## NYILATKOZAT

### a záródolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

|                                 |                                                                                 |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| A hallgató neve:                | Tóth Napsugár Roxána                                                            |
| A Hallgató Neptun kódja:        | E2IRKL                                                                          |
| A dolgozat címe:                | A robotfejés alkalmazásának tapasztalatai egy Holstein-fríz tehenészet esetében |
| A megjelenés éve:               | 2024                                                                            |
| A konzulens intézetének neve:   | Állattenyésztési Tudományok Intézet                                             |
| A konzulens tanszékének a neve: | Precíziós Állattenyésztési és Állattenyésztési Biotechnológiai Tanszék          |

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítotam, 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 mindenkori 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 védelmet követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Kapornak 2024 év 04 hó 26 nap

Tóth Napsugár  
Hallgató aláírása