

Doktori (PhD) értekezés tézisei

A TEJ MIKROBIOLÓGIAI MINŐSÉGÉRE HATÓ TÉNYEZŐK VIZSGÁLATA ÉS A TEJBŐL IZOLÁLHATÓ *STAPHYLOCOCCUS* *AUREUS* TÖRZSEK JELLEMZŐINEK ELEMZÉSE

Szabóné Petróczki Flóra Mária

Témavezetők: Dr. Peles Ferenc Árpád, Ph.D.
adjunktus

Dr. Béri Béla, C.Sc.
egyetemi docens



DEBRECENI EGYETEM
Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola

Debrecen, 2021

1. A doktori értekezés előzményei és célkitűzései

A tej és a tejtermékek jelentős szerepet töltenek be az étrendünkben. Az emberi szervezet számára értékes tápanyagokat, pl. fehérjéket, zsírokat, vitaminokat, ásványi anyagokat tartalmaznak (HAUG és mtsai., 2007), azonban ezekre a tápanyagokra a mikroorganizmusoknak is szükségük van, ezért számos mikrobát tartalmazhatnak, köztük akár patogén szervezeteket, pl. *Staphylococcus aureus* is (NORMANNO és mtsai., 2007; HUONG és mtsai., 2010).

A tej már a tőgyön belül is szennyeződhet mikroorganizmusokkal. A nem megfelelően alkalmazott fejőberendezés káros hatással lehet a tőgybimbókra, a tőgybimbó csatornára és a nyálkahártya szövetére, a tőgy elsődleges védelmi vonalának sérülésével pedig megszűnik a mikroorganizmusok elleni védelem (TÓTH, 2015). A legtöbb tőgygyulladást okozó mikroba a tőgybimbó csatornán keresztül juthat be a tőgybe (JAIN, 1979). Tőgygyulladást okoznak például a kóliform baktériumok, illetve a *S. aureus* is (PYÖRÄLÄ és TAPONEN, 2009).

Számos külső és belső tényező befolyásolhatja a nyers tehéntej mikrobiológiai minőségét (ANDERSON és mtsai., 2003). Ezekre a tényezőkre az élelmiszer-biztonság szempontjából megfelelő minőségű tej előállítása érdekében kiemelt figyelmet kell fordítani. A szakirodalmakban (NÓBREGA és LANGONI, 2011; BYTYQI és mtsai., 2013) a különböző tejtermelő szarvasmarha fajták tejének mikrobiológiai minőségét illetően egymással eltérő véleményeket foglaltak össze. Vitatott a szerzők között, hogy a tej mikrobiológiai állapota változik-e a laktáció különböző stádiumában, illetve a laktációk számával (TENHAGEN és mtsai., 2006; TESSEMA, 2016). Ezeken felül minimális mennyiségű magyar szakirodalom foglalkozik azzal, hogy az évszakok során milyen változások történnek a nyerstej különböző mikrobiológiai tulajdonságaiban. Az utóbbival kapcsolatban több külföldi tanulmány is született már (BOURAOUİ és mtsai., 2002; CZISZTER és mtsai., 2012; ZEINHOM és mtsai., 2016), azonban ezek a helyi sajátosságokra korlátozódnak, a magyarországi viszonyokat nem tükrözik.

A *S. aureus* a tejtermelő tehenészetekben a mastitis egyik okozója (PETON és LOIR, 2014). Élelmiszer-biztonsági szempontból egy enterotoxint termelő patogén mikroba (HILL és mtsai., 2012). A *S. aureus* tejbe kerülése közvetlenül is megtörténhet, a szubklinikai- vagy klinikai tőgygyulladásban lévő tehenek esetében, de a környezetből is bejuthat a tejbe (SCHERRER és mtsai., 2004). A *S. aureus* által okozott tőgygyulladás gazdasági jelentősége abban rejlik, hogy mivel a tőgygyulladás miatt csökken a megtermelt tej mennyisége, romlik a minősége (magasabb szomatikus sejtszám), csökken a tejárbevétel (ÓZSVÁRI, 2012).

Mivel hazai viszonylatban kevés jelenlegi, releváns információ áll rendelkezésre a fajta, a laktáció stádium, a laktáció szám és az évszak mikrobiológiai minőségre gyakorolt hatásáról, valamint a tejtermelő telepeken előforduló *S. aureus* törzsek jellemzőinek feltérképezéséről, a kutatómunkánk során célunk volt az alábbiak meghatározása:

- A különböző tejtermelő telepekről származó nyerstej *S. aureus*-szal, valamint indikátor mikrobákkal való szennyezettségének a megállapítása.
- Annak meghatározása, hogy van-e különbség az azonos tartástechnológiával tartott és fejt szarvasmarha fajták (holstein-fríz, jersey) tejének mikrobiológiai minősége között.
- Annak felmérésére, hogy hogyan változik a nyers tehéntej mikrobiológiai állapota a laktáció számával (egyszer ellett, többször ellett), illetve a laktáció különböző stádiumában (eleje, közepe, vége).
- A nyerstej mikrobiológiai minőségének az évszakokkal való változásának feltérképezése.
- A tejből izolálható *S. aureus* törzsek alaposabb megismerése. A vizsgálatok során a baktérium több virulencia faktorának meghatározása volt a cél.
- Egy tejtermelő telepen végrehajtott *S. aureus* mentesítési program során az elegytejben előforduló *S. aureus* mennyiségének figyelemmel kísérése.

2. Anyag és módszer

2.1. A vizsgálatba bevont tehenészetek főbb adatai

A mikrobiológiai vizsgálatok céljából a kutatásba hét Hajdú-Bihar megyében található tejtermelő telepet (T1–T7) vontunk be. A telepek pontos azonosítását elősegítő információk (pl. név, kód, stb.) nem kerültek publikálásra, eleget téve a telepek kérésének. A telepek kiválasztása során törekedtünk arra, hogy a magyarországi viszonyokat hűen tükröző telepeket válasszunk ki. Valamennyi telepen fejőházi fejést alkalmaznak. A tőgy előfertőtlenítését a T6 telepen kívül, utófertőtlenítését a T4 telepen kívül valamennyi telepen végezzük. A T6 és T7 telepekről a kezdeti, mikrobiológiai állapotot felmérő vizsgálatokat követően nem volt több lehetőségünk mintát venni.

2.2. A vizsgált minták, a mintavétel, a mintaelőkészítés, adatgyűjtés

Elegy és egyedi tejminták vételének módusa:

Az elegytej mintákat 50 cm³ űrtartalmú, steril, visszazárható mintavételi edénybe gyűjtöttük steril körülmények között a fejést követően, a tejtároló tartályokból, a tej alapos keverése után. A tejmintákat a mikrobiológiai laboratóriumba szállítását követően hűtőszekrényben tároltuk (4 °C-on) a vizsgálat megkezdéséig, majd rázogatással homogenizáltuk a decimális hígítások elkészítése előtt. A 7 tejtermelő gazdaságból összesen 126 elegytej minta vételére került sor ($n_{T1}=22$, $n_{T2}=23$, $n_{T3}=38$, $n_{T4}=27$, $n_{T5}=11$, $n_{T6}=4$, $n_{T7}=1$).

A T4 és a T5 telepen egyedi tejmintákat is vettünk. A mintavételt megelőzően a tőgybimbókat tőgyfertőtlenítő oldatba mártottuk, majd tiszta, száraz törőlapírral letöröltük. A mintavétel során 50 cm³ űrtartalmú, steril, visszazárható mintavételi edénybe gyűjtöttük az előzetesen kiválasztott, klinikai tőgygyulladás tüneteit nem mutató egyedek tejét, miután a magas mikroba számmal rendelkező első tejsugarakat kifejtük.

Adatgyűjtés és egyedi tejminták vétele a T5 és T4 telepeken:

Az Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. által havonta vett tejminták vizsgálati eredményeiből, az úgynevezett a befejeési eredményekből származnak a T5 és T4 telep egyedeinek napi tejmenyiségére, tejük zsír- és fehérjetartalmára, szomatikus sejtszámára vonatkozó adatok. A szomatikus sejtszám adatokat áramlásos citometria elven határozták meg

Bentley FCM műszerekkel az Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft.-ben. A T5 telep esetén a számításokba 30 első laktációs holstein-fríz és jersey egyed 2017. szeptember és 2020. január között keletkezett adatait vontuk be. A számítások során összegeztük az ezen időintervallum alatt a két fajta egyedeire vonatkozó, valamint az egyedek laktációjának korai stádiuma (100 nap alatt; $n=135$) során keletkezett, közép stádiuma (100-200 nap; $n=121$) során keletkezett és a késői stádiuma (200 nap felett; $n=150$) során keletkezett adatokat.

A T4 telep esetén a számításokba 38 egyed 2015. május és 2020. január között keletkezett adatait vontuk be. A számítások során összegeztük az ezen időintervallum alatt a tehenek első laktációja során keletkezett adatait ($n=387$), a tehenek 2-5. laktációja során keletkezett adatait ($n=446$), valamint a tehenek laktációjának korai stádiuma (100 nap alatt; $n=275$) során keletkezett, közép stádiuma (100-200 nap; $n=249$) során keletkezett és a késői stádiuma (200 nap felett; $n=309$) során keletkezett adatokat.

A T5 telepen a fajta és a laktáció stádium mikrobiológiai minőségére gyakorolt hatásának vizsgálatára összesen 63 egyedi tejmintát vettünk a 30 (16 holstein-fríz és 14 jersey) termelésben lévő egyedtől. Az összesen 63 egyedi tejmintából 32 minta holstein-fríz egyedtől, 31 minta pedig jersey egyedtől származott. A laktáció stádium hatásának vizsgálatához a mintavételek során törekedtünk arra, hogy ugyanazon tehenektől vegyünk a mintákat a laktáció különböző stádiumában, azonban néhány esetben a tehenek termelésből való kiemelése miatt erre nem kerülhetett sor. A minták azon egyedektől származtak, amelyek első laktációjuk korai stádiumában ($n_{\text{holstein-fríz}}=12$ minta; $n_{\text{jersey}}=11$ minta), közepén ($n_{\text{holstein-fríz}}=12$ minta; $n_{\text{jersey}}=11$ minta), illetve késői stádiumában ($n_{\text{holstein-fríz}}=8$ minta; $n_{\text{jersey}}=9$ minta) voltak.

A T4 telepen a laktáció stádium és a laktáció szám mikrobiológiai minőségére gyakorolt hatásának vizsgálatára összesen 62 egyedi tejmintát vettünk a 38 termelésben lévő egyedtől. A laktáció stádium hatásának vizsgálatához a mintavételek során törekedtünk arra, hogy ugyanazon tehenektől vegyünk a mintákat a laktáció különböző stádiumában, azonban néhány esetben a tehenek termelésből való kiemelése miatt erre nem kerülhetett sor. Az alábbi csoportokba soroltuk a mintákat az alapján, hogy a mintavételek alatt az egyedek laktációjuk melyik stádiumában voltak, illetve hányadik laktációjukban tartottak: 23 mintát vettünk a laktációjuk korai stádiumában (100 nap alatt), 21 mintát a laktációjuk közepén (100-200 nap), 18 mintát pedig a laktációjuk végén (200 nap felett) járó tehenektől. A 62 egyedi tejmintából 26 származott első laktációs egyedtől (15 egyed), 36 minta többször ellett (2-5. ellés) egyedtől (23 egyed).

Elegytej minták vétele az évszak mikrobiológiai minőségre gyakorolt hatásának vizsgálatához:

Az évszakok nyerstejre gyakorolt hatásának elemzésére irányuló vizsgálatok során évszakonként három-hét elegytej mintát gyűjtöttünk a T1-T5 telepekről ($n_{tél}=28$; $n_{tavasz}=27$; $n_{nyár}=29$; $n_{ősz}=26$). Összesen 110 tejmintát vizsgáltunk.

Elegytej minták vétele a *S. aureus* mentesítési program hatékonyságának ellenőrzéséhez:

A T3 telepen *S. aureus* mentesítési programot végeztek, amely során a hatékonyság felmérése céljából lehetőségünk volt elegytej mintákat venni 2019. február és 2019. december között. A mentesítési program során az istállókat és a fejőházat gyakrabban tisztították és fertőtlenítették, a fertőzött teheneket izolálták a többi állattól, külön fejték őket, a tejuket pedig megsemmisítették. A mikrobiológiai vizsgálatainkhoz összesen 35 elegytej mintát gyűjtöttünk ugyanabból a tejtároló tartályból, ami tartalmazza a gazdaságban fejt valamennyi tehen tejét. Összesen hat mintavétel során gyűjtöttük a mintákat. A mintavételek között 42-84 nap telt el.

2.3. Az elegytej és egyedi tejminták mikrobiológiai vizsgálatainak módszerei

2.3.1. Az összcsíraszám meghatározása

Az összcsíraszám meghatározását az MSZ EN ISO 4833-1:2014 szabvány előírásai szerint végeztük. Az elegytej esetében az összcsíraszámra vonatkozó határértéket [$M=1,0 \times 10^5$ (5,00 $\log_{10}$) tke/ml (telepképző egység/ml)] a 853/2004/EK rendelet határozza meg.

2.3.2. A kóliform csíraszám meghatározása

A nyerstej mintákban a kóliform baktériumok csíraszámának meghatározása az ISO 4832:2006 szabvány alapján történt. Az elegytejet illetően a kóliform csíraszámra vonatkozó határértékeket a 4/1998. (XI. 11.) EüM rendelet tartalmazza, mely előírja a megfelelőségi („m”) határértéket [$m=1,0 \times 10^1$ (1,00 $\log_{10}$) tke/ml] és a visszautasítási („M”) határértéket [$M=1,0 \times 10^2$ (2,00 $\log_{10}$) tke/ml].

2.3.3. A *Staphylococcus aureus* szám meghatározása és a megerősítő vizsgálatok

A *S. aureus* számot az MSZ EN ISO 6888-1:2008 szabványnak megfelelően határoztuk meg. Ezután öt-öt jellemző és nem jellemző telepen elvégeztük az azonosítás céljára szolgáló vizsgálatokat. A szabad koaguláz enzim jelenlétének meghatározására fagyasztva szárított nyúlplazmát (Bio-Rad Magyarország Kft., Magyarország) alkalmaztunk, melyet a gyártó utasításának megfelelően készítettük elő. A *S. aureus* elkülönítése a többi *Staphylococcus* fajtól latex agglutinációs teszttel (Prolex™ Staph Xtra Kit, Biolab Zrt., Magyarország) történt.

Az elegytej esetében a *S. aureus* számára vonatkozó határértéket [$m=1,0 \times 10^2$ ($2,00 \log_{10}$) tke/ml, $M=5,0 \times 10^2$ ($2,70 \log_{10}$) tke/ml] a 4/1998. (XI. 11.) EüM rendelet határozza meg.

A tejmintákból izolált *S. aureus* törzseket kriocsövekben tároltuk $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on a további vizsgálatok elvégzéséig.

2.4. A mintákból izolált *Staphylococcus aureus* törzsek tulajdonságainak vizsgálata

Valamennyi törzsön genetikai szintű azonosítást is végeztünk. A fajspecifikus termonukleáz gén (*nuc*) prevalenciáját PCR módszerrel vizsgáltuk. A vizsgálatokhoz használt primereket a szakirodalomban igazolták, hogy specifikusak a *S. aureus nuc* génre (BRAKSTAD és mtsai., 1992).

A kataláz tesztet és oxidáz próbát a JAVID és mtsai. (2018) tanulmányában leírtaknak megfelelően hajtottuk végre.

A mintákból gyűjtött *S. aureus* törzsek hemolízis típusának meghatározását PEREIRA és mtsai. (2009) tanulmánya alapján végeztük.

2.4.2. A *Staphylococcus aureus* izolátumok azonosítása MALDI-TOF tömegspektrométerrel

További megerősítésként a tejmintákból gyűjtött 49 *S. aureus* törzset MALDI-TOF tömegspektrométerrel is azonosítottuk. 46 törzs vizsgálatára volt lehetőség a budapesti WESSLING Hungary Kft. mikrobiológiai laboratóriumában, három törzs (SA57A, SA57B, SA57C) vizsgálatát a Nemzeti Népegészségügyi Központ, Mikrobiológiai Referencia Laboratóriumi Főosztály, Bakteriológiai, Mikológiai és Parazitológiai Laboratóriumi Osztályán végezték el a részünkre, ugyanis a három törzs izolálása később történt meg, mint a többi törzs vizsgálata. Közvetlen mintafelvitelt alkalmaztunk, hangyasav és α -HCCA mátrixoldat hozzáadásával. Az izolátumok azonosításához a MALDI BioTyper 3.1. Bruker

szoftvert használt a WESSLING Hungary Kft., a kiértékelés LOVÁSZ (2014) módszere alapján történt.

2.4.3. A *Staphylococcus aureus* izolátumok *spa* típusának meghatározása

A tejmintákból izolált törzsek *spa* típusának meghatározását a Nemzeti Népegészségügyi Központ, Mikrobiológiai Referencia Laboratóriumi Főosztály, Bakteriológiai, Mikológiai és Parazitológiai Laboratóriumi Osztálya végezte el. A laboratórium által alkalmazott módszer az European Network of Laboratories for Sequence Based Typing of Microbial Pathogens (SeqNet) (2004) által leírt módszer 1.1 verziója („DNA Sequencing of the *spa* Gene”). Az *spa* típusok BURP („based upon repeat patterns”) klaszterezését alapértelmezett paraméterekkel a Ridom Staphtype szoftverrel (Ridom GmbH, Németország) hajtották végre, MELLMANN és mtsai. (2008) tanulmánya alapján.

2.4.5. Antibiotikum érzékenység vizsgálata

Az izolált törzsek antibiotikum rezisztencia vizsgálata és kiértékelése agar diffúziós módszerrel történt, a CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute, 2017) előírásai szerint. A vizsgálatokat a Debreceni Egyetem Orvosi Mikrobiológiai Intézet mikrobiológiai laboratóriumában és a Élelmiszertudományi Intézet mikrobiológiai laboratóriumában végeztük.

Az ATCC 25923 referencia törzset használtuk pozitív kontrollként. A vizsgálathoz a következő antibiotikumkorongokat használtuk: cefoxitin (30 µg/korong), klóramfenikol (30 µg/korong), klindamicin (2 µg/korong), eritromicin (15 µg/korong), gentamicin (10 µg/korong), penicillin G (10U), tetraciklin (30 µg/korong), trimetoprim/szulfametoxazol (1,25+23,75 µg/korong).

2.4.6. A *Staphylococcus enterotoxin* kódoló gének vizsgálata PCR-rel

A PCR vizsgálatok a BIANCHI és mtsai. (2014) tanulmányának megfelelően történtek, a protokoll néhány módosításával.

Az ATCC 29213 (*sea*; *seg*; *sei*), ATCC 14458 (*seb*), ATCC 19095 (*sec*; *seg*; *seh*; *sei*), ATCC 23235 (*sed*; *seg*; *sei*; *sej*), ATCC 27664 (*see*) kódú referencia törzseket használtuk kontrollként. Elegytejből izolált saját törzseket alkalmaztunk referenciatörzsként a *selm*, *seln*, *selo* enterotoxint kódoló gének teszteléséhez.

A genomi DNS kivonását a *S. aureus* törzsekből PrepMan™ Ultra Sample Preparation Reagent (Biocenter Kft., Magyarország) felhasználásával hajtottuk végre, a gyártói utasításoknak megfelelően.

A PCR-vizsgálatokhoz hét primer készletet készítettünk. Azért volt szükség különálló reakcióként futtatni a primereket, hogy elkerülhető legyen a hasonló méretű PCR termékek átfedése a gélelektroforézis során. Az 1. PCR-t úgy terveztük, hogy amplifikálja a *sea*, *seb*, *sec*, *sed*, *see* enterotoxint kódoló géneket. A 2. PCR-t a *seg*, *sei* amplifikálására terveztük. A 4. PCR-t a *selm*, a *selo* amplifikálására terveztük. A 6. PCR-t a *seh* és a *ser* amplifikálására terveztük. Simplex PCR-t használtunk a *sej* (3. PCR) és a *seln* (5. PCR) enterotoxinok és a *nuc* gén (7. PCR) kimutatására.

A DNS-amplifikációt T100™ Thermal Cycler (Bio-Rad Hungary Kft., Magyarország) segítségével végeztük. Az amplifikált mintákat 120 V feszültségen 40 percig elektroforézissel elemeztük PowerPac Basic tápegységgel (Bio-Rad Hungary Kft., Magyarország). A gélképet FluorChem M rendszerrel (Bio-Science Kft., Magyarország) tettük láthatóvá.

2.5. Az alkalmazott statisztikai módszerek

A statisztikai próbák elvégezhetősége, valamint a könnyebb ábrázolhatóság érdekében a tke értékeket tízes alapú logaritmus értékekké alakítottuk. A vizsgálatok során kapott eredményekből átlagértéket és szórást számoltunk. Az SPSS v.22.0 (2013) programot használtuk a leíró statisztikához, a mikroorganizmus telepszámok logaritmikus transzformációjához, valamint a t-próba és a varianciaanalízis elvégzéséhez. A próbákat 5%-os P-érték alatt tekintettük szignifikánsnak.

3. Eredmények

3.1. A különböző tényezők hatása a nyerstej mikrobiológiai állapotára

3.1.1. A fajta hatása a napi tejmenyiségre, a nyerstej összetételére és mikrobiológiai paramétereire

A T5 telepen hasonlítottuk össze két fajta (holstein-fríz és jersey) napi tejmenyiségének és a termelt tej zsír- és fehérjetartalmának, szomatikus sejtszámának, összcsíraszámának, kóliform és *S. aureus* számának átlag és szórásértékeit (**1. táblázat**). A holstein-fríz egyedek napi tejmenyiségének átlag és szórásértéke $27,61 \pm 4,78$ kg/nap, ami több ($P < 0,05$) volt, mint a jersey egyedek napi átlagos tejmenyisége ($17,71 \pm 2,68$ kg/nap). A megállapítás összhangban van a szakirodalommal.

A szakirodalom szerint a holstein-fríz tehenek tejének zsírtartalma 3,5-4,0%, fehérjetartalma 2,8-3,4% körül alakul, míg a jersey teheneknél a tejzsírtartalom 5,0-7,0%, a fehérjetartalom 4,0-4,5% (HOLLÓ és SZABÓ, 2016). A kutatásunk során a befejeési adatokból a szakirodalomban összefoglaltakkal egybehangzó eredményeket kaptunk. A holstein-fríz egyedek tejének átlag zsír- és fehérjetartalma ($4,20 \pm 0,50\%$ és $3,45 \pm 0,20\%$) kevesebbnek ($P < 0,05$) bizonyult, mint a jersey egyedek tejének átlag zsír- és fehérjetartalma ($5,89 \pm 0,65\%$ és $4,39 \pm 0,34\%$).

A jersey tehenektől vett tej átlag szomatikus sejtszáma $186,9 \times 10^3$ ($5,21 \pm 0,24 \log_{10}$) sejt/ml volt, a holstein-fríz tehenek tejében pedig $185,1 \times 10^3$ ($5,17 \pm 0,32 \log_{10}$) sejt/ml. Nem tapasztaltunk különbséget ($P > 0,05$) a szomatikus sejtszámot illetően a két fajta esetében a befejeési eredmények alapján.

A holstein-fríz egyedektől vett mintákban az átlag összcsíraszám $3,2 \times 10^3$ ($3,26 \pm 0,47 \log_{10}$) tke/ml, a jersey tehenektől vett tejmintákban $2,1 \times 10^3$ ($3,01 \pm 0,55 \log_{10}$) tke/ml volt. A kapott átlag összcsíraszámok között nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget ($P > 0,05$).

A holstein-fríz és a jersey tehenektől vett mintákban az átlag kóliform csíraszámok [$1,5 \times 10^1$ ($0,73 \pm 0,60 \log_{10}$) tke/ml és $6,9 \times 10^0$ ($0,50 \pm 0,50 \log_{10}$) tke/ml] között az összcsíraszámhoz hasonlóan nem tapasztalunk különbséget ($P > 0,05$).

A T5 telepen *S. aureus* nem volt detektálható mennyiségben jelen a tehenektől vett tejmintákban.

1. táblázat: A holstein-fríz és a jersey fajta egyedektől származó tej termelési paraméterei és mikrobiológiai állapota (T5 telep)

		Holstein-fríz ($\bar{x} \pm \sigma$)	Jersey ($\bar{x} \pm \sigma$)
Termelési paraméter	Napi tejmennyiség (kg/nap)	27,61±4,78 ^a	17,71±2,68 ^b
	Zsírtartalom (%)	4,20±0,50 ^a	5,89±0,65 ^b
	Fehérjetartalom (%)	3,45±0,20 ^a	4,39±0,34 ^b
Mikrobiológiai paraméter	Szomatikus sejtszám (log ₁₀ sejt/ml)	5,17±0,32 ^a	5,21±0,24 ^a
	Összcsíraszám (log ₁₀ tke/ml)	3,26±0,47 ^a	3,01±0,55 ^a
	Kóliform csíraszám (log ₁₀ tke/ml)	0,73±0,60 ^a	0,50±0,50 ^a
	<i>Staphalococcus aureus</i> szám (log ₁₀ tke/ml)	<1,00	<1,00

^{a, b} A táblázat azonos soraiban a különböző betűkkel jelölt értékek szignifikánsan különböznek (P<0,05)

3.1.2. A laktáció számának hatása a nyerstej termelési és mikrobiológiai paramétereire

A T4 telepen az egyszer és többször ellett tehenek napi tejmennyiségének és a termelt tej zsír- és fehérjetartalmának, szomatikus sejtszámának, összcsíraszámának, kóliform és *S. aureus* számának átlag és szórásértékeit az **2. táblázat** foglalja össze. Az egyszer ellett tehenek átlagos tejmennyisége 25,67 kg/nap volt, míg a többször ellett teheneké 31,04 kg/nap. Szignifikáns különbséget tapasztaltunk (P<0,05).

A vizsgált tehenek első laktációja alatt a tej átlag zsírtartalma 3,74±0,40% volt, mely nem különbözik jelentősen (P>0,05) a többször ellett tehenektől vett tejmintákban realizált átlag zsírtartalomtól, mely 3,75±0,36% volt. Arra a következtetésre jutottunk a tanulmányunk, illetve a más külföldi szakirodalmak változatos eredményeit összegezve, hogy a laktáció szám hatásán kívül más egyéb tényező is befolyással lehet a tej zsírtartalmára.

Nem tapasztaltunk jelentős különbséget (P>0,05) a kutatómunka során a T4 telepen fejt holstein-fríz tehenek első laktációja alatt vett tejminták átlagos fehérjetartalma (3,24±0,19%), illetve a kettő, vagy annál több laktációjuk alatt vett tejminták átlag fehérjetartalma (3,31±0,16%) között.

Az egyszer ellett tehenek esetében kevesebb (P<0,05) volt a tejben az átlag szomatikus sejtszám [$242,2 \times 10^3$ (5,12±0,42 log₁₀ sejt/ml)], mint a többször ellett tehenek által leadott tejben [$356,3 \times 10^3$ (5,39±0,39 log₁₀ sejt/ml)], de az átlagértékek egyik esetben sem haladták meg a 853/2004/EK rendeletben meghatározott határértéket [$M=400,0 \times 10^3$ (5,60 log₁₀ tke/ml)]. Az általunk kapott eredmények alátámasztják a szakirodalmakat.

Az első laktációs holstein-fríz tehenek tejmintáiban az átlag összcsíraszám $5,1 \times 10^3$ ($3,36 \pm 0,58 \log_{10}$) tke/ml volt, a kettő, vagy annál több laktációjukban lévő tehenektől vett tejmintákban pedig $4,6 \times 10^3$ ($3,30 \pm 0,59 \log_{10}$) tke/ml; a különbség nem volt szignifikáns ($P > 0,05$).

Az átlag kóliform csíraszám [$1,1 \times 10^3$ ($1,35 \pm 1,20 \log_{10}$) tke/ml] azonban több ($P < 0,05$) volt a többször ellett tehenek tejében, mint az egyszer ellett tehenek tejében [$1,1 \times 10^1$ ($0,65 \pm 0,61$) $\log_{10}$] tke/ml].

S. aureus a 26 közül egy egyszer ellett egyedtől származó tejmintában sem fordult elő, a 36 többször ellett egyedtől vett minta közül pedig hét tejmintában (19%). A hét tejmintában az átlag *S. aureus* szám $1,6 \times 10^2$ ($1,92 \pm 0,60 \log_{10}$) tke/ml volt. Mivel az egyszer ellett teheneknél nem fordult elő *S. aureus* pozitív minta, nem volt lehetőség szignifikancia számítására. Az értékek a 4/1998. (XI. 11.) EüM rendeletben meghatározott határértéket [$M = 5,0 \times 10^2$ ($2,70 \log_{10}$) tke/ml] nem haladták meg.

2. táblázat: A laktáció számának hatása a nyerstej termelési és mikrobiológiai paramétereire (T4 telep)

		Egyszer ellett ($\bar{x} \pm \sigma$)	Többször ellett ($\bar{x} \pm \sigma$)
Termelési paraméter	Napi tejmenyiség (kg/nap)	25,67 $\pm$ 4,42 ^a	31,04 $\pm$ 5,08 ^b
	Zsírtartalom (%)	3,74 $\pm$ 0,40 ^a	3,75 $\pm$ 0,36 ^a
	Fehérjetartalom (%)	3,24 $\pm$ 0,19 ^a	3,31 $\pm$ 0,16 ^a
Mikrobiológiai paraméter	Szomatikus sejtszám ($\log_{10}$ sejt/ml)	5,12 $\pm$ 0,42 ^a	5,39 $\pm$ 0,39 ^b
	Összcsíraszám ($\log_{10}$ tke/ml)	3,36 $\pm$ 0,58 ^a	3,30 $\pm$ 0,59 ^a
	Kóliform csíraszám ($\log_{10}$ tke/ml)	0,65 $\pm$ 0,61 ^a	1,35 $\pm$ 1,20 ^b
<i>Staphylococcus aureus</i> szám ($\log_{10}$ tke/ml)		<1,00	1,92 $\pm$ 0,56

^{a, b} A táblázat azonos soraiban a különböző betűkkel jelölt értékek szignifikánsan különböznek ($P < 0,05$)

3.1.3. A laktáció stádiumának hatása a nyerstej termelési és mikrobiológiai paramétereire

A **3. táblázat** foglalja össze a korai, közép és késői laktációs stádiumban lévő, T4 telepen fejt tehenek napi tejmenyiségének és az általuk termelt tej zsír- és fehérjetartalmának, a szomatikus sejtszámának, az összcsíraszámának, a kóliform és *S. aureus* számának átlag és szórásértékeit. A napi tejmenyiségnek a laktáció stádiumával való változásának vizsgálata során azt az eredményt kaptuk, hogy a laktáció előrehaladtával a napi termelt tej mennyisége csökken. A T4 telepen igazolódott tehát ez a szakirodalomban is megtalálható megállapítás. A

laktációjuk első stádiumában lévő tehenek átlagos napi tejmenyisége $32,10 \pm 4,73$ kg/nap volt, a laktáció középső stádiumában tartó teheneké $29,08 \pm 5,09$ kg/nap, a laktáció végén lévő teheneké pedig $23,36 \pm 3,63$ kg/nap. Az átlagértékek között szignifikáns ($P < 0,05$) differencia volt tapasztalható.

A vizsgálatokhoz kiválasztott tehenek tejének zsírtartalma a laktáció vége felé haladva változott. A laktáció első, illetve középső stádiumában járó tehenek tejének zsírtartalma átlagosan $3,65 \pm 0,43\%$ és $3,59 \pm 0,41\%$ volt, amelyek kevesebbnek ($P < 0,05$) bizonyultak, mint a laktáció késői stádiumában lévő tehenek tejében mért zsírtartalom ($3,99 \pm 0,47\%$). Az, hogy a tejszír koncentrációja megnő a tejben a laktáció későbbi stádiumában, összefügg a laktáció előrehaladásakor tapasztalható tejhozam csökkenéssel, ugyanis a tej csökkenő mennyiségének koncentráló hatása lehet a tej összetételét tekintve.

A zsírtartalomhoz hasonlóan a fehérjetartalommal kapcsolatban is elmondható, hogy változás figyelhető meg a laktáció előrehaladtával. A tehenek laktációjának elején mért fehérjetartalom értékek átlaga $3,08 \pm 0,15\%$ volt, a laktáció középső stádiumában $3,20 \pm 0,19\%$, a laktáció végén pedig $3,56 \pm 0,20\%$. A különbség szignifikáns ($P < 0,05$).

A kiválasztott tehenek laktációjának elején a szomatikus sejtszám átlaga $195,1 \times 10^3$ ($5,07 \pm 0,43 \log_{10}$) sejt/ml, a laktáció középső stádiumában $370,6 \times 10^3$ ($5,28 \pm 0,50 \log_{10}$) sejt/ml, a késői stádiumban $336,4 \times 10^3$ ($5,33 \pm 0,41 \log_{10}$) sejt/ml volt. A laktációjuk végén lévő egyedek tejében nagyobb ($P < 0,05$) volt a szomatikus sejtszám, mint a laktáció korai stádiumában lévő tehenek tejében.

Összevetettük a holstein-fríz tehenek laktációjának különböző stádiumában vett tej összcsíraszámát is. A laktáció korai stádiumában az átlag összcsíraszám $6,8 \times 10^3$ ($3,42 \pm 0,67 \log_{10}$) tke/ml volt, a laktáció közepén $4,4 \times 10^3$ ($3,39 \pm 0,46 \log_{10}$) tke/ml, a laktáció végén $2,7 \times 10^3$ ($3,13 \pm 0,56 \log_{10}$) tke/ml. A kapott átlagértékek között nincs statisztikailag igazolt különbség ($P > 0,05$).

A legnagyobb átlag kóliform baktérium telepszámot $1,3 \times 10^3$ ($1,30 \pm 1,23 \log_{10}$) tke/ml] a tehenek laktációjának elején gyűjtött mintákban detektáltuk, a legkevesebbet $2,2 \times 10^1$ ($0,76 \pm 0,79 \log_{10}$) tke/ml] pedig a laktáció közepén gyűjtött mintákból. A laktáció késői stádiumában gyűjtött mintákban az átlagos kóliform csíraszám $1,50 \times 10^2$ ($0,90 \pm 0,94 \log_{10}$) tke/ml volt. Nem tapasztaltunk jelentős különbséget ($P > 0,05$) az értékek között.

S. aureus a 62 darab egyedtől vett tejmintából összesen kilenc (14,52%) tejmintában fordult elő, az átlag telepszám $1,4 \times 10^2$ ($1,89 \pm 0,53 \log_{10}$) tke/ml volt. A 23-ból hat (26,09%) laktáció elején vett egyedi tejben az átlag *S. aureus* szám $1,2 \times 10^2$ ($1,81 \pm 0,56 \log_{10}$) tke/ml volt, a tehenek laktációjának közepén vett 21 mintából egy (4,76%) minta esetében a *S. aureus* szám

$8,2 \times 10^1$ ($1,91 \log_{10}$) tke/ml volt, a laktáció végén vett 18 tejmintából kettő (11,11%) minta esetében pedig $2,4 \times 10^2$ ($2,15 \pm 0,70 \log_{10}$) tke/ml. A pozitív minták kevés száma miatt nem volt lehetőség szignifikancia számítására.

3. táblázat: A laktáció stádiumok hatása a nyerstej termelési és mikrobiológiai paramétereire (T4 telep)

		Laktáció stádiuma		
		Eleje ($\bar{x} \pm \sigma$)	Közepe ($\bar{x} \pm \sigma$)	Vége ($\bar{x} \pm \sigma$)
Termelési paraméter	Napi tejmennyiség (kg/nap)	$32,10 \pm 4,73^a$	$29,08 \pm 5,09^b$	$23,36 \pm 3,63^c$
	Zsírtartalom (%)	$3,65 \pm 0,43^a$	$3,59 \pm 0,41^a$	$3,99 \pm 0,47^b$
	Fehérjetartalom (%)	$3,08 \pm 0,15^a$	$3,20 \pm 0,19^b$	$3,56 \pm 0,20^c$
Mikro- biológiai paraméter	Szomatikus sejtszám ($\log_{10}$ sejt/ml)	$5,07 \pm 0,43^a$	$5,28 \pm 0,50^{a,b}$	$5,33 \pm 0,41^b$
	Összcsíraszám ($\log_{10}$ tke/ml)	$3,42 \pm 0,67^a$	$3,39 \pm 0,46^a$	$3,13 \pm 0,56^a$
	Kóliiform csíraszám ($\log_{10}$ tke/ml)	$1,30 \pm 1,23^a$	$0,76 \pm 0,79^a$	$0,90 \pm 0,94^a$
	<i>Staphylococcus aureus</i> szám ($\log_{10}$ tke/ml)	$1,81 \pm 0,56$	1,91	$2,15 \pm 0,70$

^{a, b, c} A táblázat azonos soraiban a különböző betűkkel jelölt értékek szignifikánsan különböznek ($P < 0,05$)

A T5 telepen a holstein-fríz tehenek esetében is vizsgáltuk a laktáció stádium tejmennyiségre, a tej összetételére és mikrobiológiai paramétereire gyakorolt hatását (**4. táblázat**). A napi tejmennyiségnek a laktáció stádiumával való változásának vizsgálata során azt tapasztaltuk, hogy a laktáció vége felé haladva a napi termelt tej mennyisége csökken. A hazai nagyüzemi T5 telepen is igazolódott tehát ez a szakirodalomban is megtalálható megállapítás. A laktációjuk első stádiumában a tehenek átlagos napi tejmennyisége $31,74 \pm 5,48$ kg/nap volt, a laktáció középső stádiumában $27,46 \pm 5,09$ kg/nap, a laktáció végén pedig $20,41 \pm 3,84$ kg/nap. A laktáció végén jelentősen kevesebb ($P < 0,05$) volt az átlagos napi tejmennyiség, mint a laktáció elején és közepén.

A T5 telepen a vizsgált egyedek tejének zsírtartalma a laktációk vége felé haladva növekedést mutat, de nincs jelentős különbség ($P < 0,05$) az átlagértékek között. A laktáció elején a tej zsírtartalma $4,07 \pm 0,50\%$, a közepén átlagosan $4,18 \pm 0,61\%$, a végén $4,49 \pm 0,73\%$ volt.

A T5 telepen fejt egyedek tejének fehérjetartalmát illetően elmondható, hogy változás figyelhető meg a laktáció végén az átlagértéket tekintve. A laktáció elején mért átlag fehérjetartalom $3,32 \pm 0,22\%$, a laktáció közepén $3,47 \pm 0,22\%$, a laktáció végén $3,64 \pm 0,27\%$ volt, mely szignifikánsan több ($P < 0,05$), mint a laktáció elején és közepén kapott átlagérték.

A T5 telepen kiválasztott egyedek laktációjának korai stádiumában az átlag szomatikus sejtszám $180,7 \times 10^3$ ($5,12 \pm 0,39 \log_{10}$) sejt/ml, a laktáció közepén $142,8 \times 10^3$ ($5,06 \pm 0,29 \log_{10}$) sejt/ml, a késői laktációs stádiumban $226,7 \times 10^3$ ($5,15 \pm 0,45 \log_{10}$) sejt/ml volt. Nem tapasztaltunk jelentős különbséget ($P > 0,05$) az átlag szomatikus sejtszám értékek között.

A T4 telephez hasonlóan a T5 telepen is azt tapasztaltuk, hogy a laktáció különböző stádiumában nem változott jelentősen ($P > 0,05$) az összcsíraszám átlagértéke. A laktáció elején tartó tehenek tejében az átlag összcsíraszám $2,0 \times 10^3$ ($3,08 \pm 0,50 \log_{10}$) tke/ml volt, a laktáció közepén $3,5 \times 10^3$ ($3,42 \pm 0,35 \log_{10}$) tke/ml, a laktáció végén pedig $8,2 \times 10^3$ ($3,53 \pm 0,65 \log_{10}$) tke/ml.

A T4 telephez, valamint az összcsíraszámhoz hasonlóan a T5 telepen sem tapasztaltunk különbséget a kóliform csíraszámot illetően az átlag telepszámok között. A laktáció elején tartó tehenek tejében az átlag kóliform csíraszám $6,7 \times 10^0$ ($0,63 \pm 0,47 \log_{10}$) tke/ml, a laktáció közepén $2,4 \times 10^1$ ($0,75 \pm 0,75 \log_{10}$) tke/ml, a laktáció végén pedig $1,1 \times 10^1$ ($0,80 \pm 0,57 \log_{10}$) tke/ml volt.

S. aureus nem fordult elő a T5 telepről vett egyedi tejmintákban.

4. táblázat: A laktáció stádiumok hatása a nyerstej termelési és mikrobiológiai paramétereire (T5 telep)

		Laktáció stádiuma		
		Eleje ($\bar{x} \pm \sigma$)	Közepe ($\bar{x} \pm \sigma$)	Vége ($\bar{x} \pm \sigma$)
Termelési paraméter	Napi tejmenyiség (kg/nap)	$31,74 \pm 5,4$ g^a	$27,46 \pm 5,09^a$	$20,41 \pm 3,84^b$
	Zsírtartalom (%)	$4,07 \pm 0,50^a$	$4,18 \pm 0,61^a$	$4,49 \pm 0,73^a$
	Fehérjetartalom (%)	$3,32 \pm 0,22^a$	$3,47 \pm 0,22^a$	$3,64 \pm 0,27^b$
Mikro- biológiai paraméter	Szomatikus sejtszám ($\log_{10}$ sejt/ml)	$5,12 \pm 0,39^a$	$5,06 \pm 0,29^a$	$5,15 \pm 0,45^a$
	Összcsíraszám ($\log_{10}$ tke/ml)	$3,08 \pm 0,50^a$	$3,42 \pm 0,35^a$	$3,53 \pm 0,65^a$
	Kóliform csíraszám ($\log_{10}$ tke/ml)	$0,63 \pm 0,47^a$	$0,75 \pm 0,75^a$	$0,80 \pm 0,57^a$
	<i>Staphylococcus aureus</i> szám ($\log_{10}$ tke/ml)	<1,00	<1,00	<1,00

^{a, b} A táblázat azonos soraiban a különböző betűkkel jelölt értékek szignifikánsan különböznek ($P < 0,05$)

3.1.4. Az évszak hatása a nyerstej mikrobiológiai állapotára

A télen gyűjtött elegytej mintákban az átlag összcsíraszám $3,3 \times 10^4$ ($4,40 \pm 0,29 \log_{10}$) tke/ml volt, az ősszel összegyűjtött mintákban $1,9 \times 10^5$ ($4,51 \pm 0,76 \log_{10}$) tke/ml (**5. táblázat**).

Szignifikáns különbség nem volt tapasztalható ($P>0,05$). Az átlag összcsíraszám azonban kevesebb ($P<0,05$) volt a télen és ősszel gyűjtött mintákban, mint a tavasszal és nyáron gyűjtött tejmintákban. A tavasszal és nyáron gyűjtött mintákban az átlag összcsíraszám $1,6 \times 10^5$ ($5,02 \pm 0,43 \log_{10}$) tke/ml, illetve $1,1 \times 10^5$ ($4,96 \pm 0,25 \log_{10}$) tke/ml volt. Összesen 39 (35%) mintában az átlag összcsíraszám több volt, mint a rendeletben meghatározott visszautasítási határérték. Az átlag összcsíraszám azonban meghaladta a határértéket a tavaszi minták 59%-ában, a nyári minták 52%-ában, az őszi minták 19% -ában és a téli minták 11%-ában.

A legnagyobb átlag kóliform baktérium csíraszám [$1,4 \times 10^4$ ($3,45 \pm 0,90 \log_{10}$) tke/ml] a nyáron vett tejmintákban fordult elő. Jelentős különbséget ($P<0,05$) tapasztaltunk a télen [$1,8 \times 10^3$ ($2,19 \pm 1,17 \log_{10}$) tke/ml] és nyáron gyűjtött mintákban kapott értékek között. Az ősszel gyűjtött mintákban az átlag kóliform csíraszám $6,8 \times 10^2$ ($2,73 \pm 0,32 \log_{10}$) tke/ml volt, a tavasszal gyűjtött mintákban $5,6 \times 10^2$ ($2,37 \pm 0,81 \log_{10}$) tke/ml volt (**5. táblázat**). A télen gyűjtött minták felénél a telepszám az „M” értéknél kevesebb volt. A tavaszi minták 81%-ában, valamint a nyáron és ősszel gyűjtött minták mindegyikében az átlag kóliform csíraszám meghaladta az „M” értéket. Összességében a minták 83%-ában határérték feletti mennyiségben volt kimutatható a kóliform baktérium. A kutatómunkánk során a kóliform baktériumok nagy mennyisége az elegytejben azt feltételezi, hogy a tejtermelő telepek nem megfelelő tejgyűjtési és kezelési gyakorlatai a tej kóliform baktériumokkal való szennyeződését okozhatták.

5. táblázat: Az elegytej mikrobiológiai állapotának alakulása a különböző évszakokban (T1-T5)

Mikrobiológiai paraméter	Évszak				„M” érték ($\log_{10}$ tke/ml)	Szabályozás
	Tél	Tavasz	Nyár	Ősz		
Összcsíraszám [$\log_{10}$ tke/ml]	4,40 ^a	5,02 ^b	4,96 ^b	4,51 ^a	5,00	853/2004/EK
Kóliform csíraszám [$\log_{10}$ tke/ml]	2,19 ^a	2,37 ^a	3,45 ^{a,b}	2,73 ^b	2,00	4/1998. (XI.11.) EüM rendelet
<i>Staphylococcus aureus</i> szám [$\log_{10}$ tke/ml]	2,69 ^a	3,25 ^{a,b}	3,42 ^{b,c}	2,98 ^a	2,70	4/1998. (XI.11.) EüM rendelet

a, b, c: A különböző jelzéssel ellátott átlagok különböznek egymástól ($P<0,05$)

Három tejtermelő telepről (T1, T2, T5) vett elegytej mintákban a *S. aureus* kevesebb, mint $1,00 \log_{10}$ tke/ml mennyiségben fordult elő. A további két tejtermelő telep (T3, T4) esetében a legnagyobb átlag *S. aureus* számot [$2,7 \times 10^3$ ($3,42 \pm 0,10 \log_{10}$) tke/ml] a nyáron vett mintákban, a legkevesebb átlag telepszámot a télen [$9,3 \times 10^2$ ($2,69 \pm 0,59 \log_{10}$) tke/ml] és az

összesen $[1,0 \times 10^3 (2,98 \pm 0,13 \log_{10}) \text{ tke/ml}]$ vett mintákban kaptuk (**5. táblázat**). Különbséget tapasztaltunk ($P < 0,05$) az ezen hónapokban gyűjtött mintákban kapott értékek között. Mind a két telepen valamennyi elegytej mintában az átlag *S. aureus* szám meghaladta a rendeletben meghatározott „M” értéket. A legmagasabb *S. aureus* telepszámot a nyár folyamán detektáltuk a vizsgálataink során, amely összefüggésben állhat a tehenek nyáron előforduló hőstresszával a kedvezőtlen időjárási viszonyok (magas hőmérséklet és páratartalom) miatt.

3.2. A mintákból izolált *Staphylococcus aureus* törzsek főbb tulajdonságai

A vizsgálataink során a vizsgált, *S. aureus* jelenlétére pozitív mintákból 49 *S. aureus* törzset választottunk ki további vizsgálatok céljára, melyek közül 42 elegytejből, hét egyedi tejből származott. Valamennyi általunk vizsgált törzs esetében a latex agglutinációs teszt pozitívnak bizonyult, továbbá a termonukleáz enzim termelődésére utaló *nuc* gén jelenlétét is kimutattuk a PCR vizsgálatok során. A T3 telepen vett tejmintákból 18 törzset, a T4 telepen vett mintákból 31 törzset izoláltunk.

3.2.1. A *Staphylococcus aureus* izolátumok azonosításának eredményei

A MALDI-TOF tömegspektrométerrel végzett vizsgálatok eredményei [a legjobb pontszám ($> 2,300$) és a legjobban illeszkedő izolátum] alapján az összes T3 és T4 telepről származó törzset *S. aureus*-ként azonosítottuk.

3.2.2. A *Staphylococcus aureus* izolátumok spa típusának meghatározásának eredményei

A T3 telepről vett elegytej mintákból származó 18 izolátum között két *spa* típust (t164 és t1987) azonosítottunk. A vizsgálatok során kimutatott *spa* típusok a Ridom Staphtype szoftver BURP algoritmus szerint nem tartoztak azonos klaszterbe. A leggyakoribb *spa* típus a t164 volt; 17/18 törzs (94%) tartozott ebbe a típusba. Az SA54C törzs *spa* típusa t1987 volt.

A T4 telepről vett elegytej mintákból gyűjtött 24 *S. aureus* törzs esetében három *spa* típus (t267, t359, t693) azonosítása történt meg. Az egyedi tejmintákból izolált mind a hét *S. aureus* törzs a t267 *spa* típusba tartozott, amely a leggyakoribb (21/24; 88%) volt az elegytejből izolált törzsek között is. Két törzs (SA4, SA41C; 8%) volt t693 és egy törzs (SA48A; 4%) volt t359 *spa* típusú. A vizsgálatok során a t267 és t359 *spa* típusokat egy klaszterbe csoportosítottuk a BURP algoritmus segítségével.

3.2.3. A hemolízis típus meghatározásának eredményei

A 18 T3 telep elegytejéből izolált törzsből 15 (83%) β -hemolízist mutatott a Columbia véres agaron, kettő (11%) hiányos hemolitikus fenotípussal (expresszált kettős zóna) rendelkezett, egy törzs (6%) pedig gyenge β -hemolízist mutatott (**6. táblázat**).

A T4 telepről vett elegy és egyedi tejből izolált 31 izolátum közül 25-re (81%) hiányos hemolitikus fenotípus (expresszált kettős zóna) volt jellemző, négy izolátumra (13%) β és gyenge α -hemolízis, két izolátumra (6%) β -hemolízis. Az egyedi tejmintákból izolált hét törzs közül öt törzs esetén kettős zóna, két törzsnél pedig β és gyenge α -hemolízis volt jellemző (**7. táblázat**).

6. táblázat: A nyerstejből izolált *Staphylococcus aureus* törzsek karakterisztikája (T3 telep)

#	Törzs azonosító kód	Hemolízis típusa	Antibiotikum rezisztencia*	Enterotoxin gének (multiplex PCR)
1.	SA7	β	R (P)	<i>seg, sei, selm, seln, selo</i>
2.	SA33	β	R (P)	<i>sei</i>
3.	SA34	β	R (P)	<i>seg, sei, selm, seln, selo</i>
4.	SA35A	β	R (P)	<i>seg, sei, selm, seln, selo</i>
5.	SA35B	β	R (P)	<i>seg, sei, selm, seln, selo</i>
6.	SA39A	β	R (P)	<i>sei, selm, seln, selo</i>
7.	SA39B	β	R (P)	<i>sei, selm, seln, selo</i>
8.	SA44	β	R (P)	<i>seg, sei, selm, seln, selo</i>
9.	SA45	β	R (P)	<i>seg, sei, selm, seln, selo</i>
10.	SA53A	β	R (P)	<i>seg, sei, selm, seln, selo</i>
11.	SA53B	β	R (P)	<i>seg, sei, selm, seln, selo</i>
12.	SA53D	β	R (P)	<i>seg, sei, selm, seln, selo</i>
13.	SA54A	$\alpha + \beta$	R (P)	<i>seg, sei, selm, seln, selo</i>
14.	SA54B	$\alpha + \beta$	R (P)	<i>sei, selm, seln, selo</i>
15.	SA54C	gyenge β	R (P)	<i>sei</i>
16.	SA57A	β	R (P)	<i>seg, sei, selm, seln, selo</i>
17.	SA57B	β	R (P)	<i>sei, selm, seln, selo</i>
18.	SA57C	β	R (P)	<i>seg, sei, selm, seln, selo</i>

*R: rezisztens; P: penicillin G

3.2.4. Antibiotikum érzékenység vizsgálatának eredményei

Az antibiotikum-rezisztencia vizsgálat eredményei alapján elmondható, hogy mind a 18 T3 telep elegytejéből gyűjtött *S. aureus* izolátum érzékeny volt a vizsgált antibiotikumokra, a penicillin G kivételével.

Mivel minden T3 telepről származó törzs érzékeny volt a cefoxitinre, megállapítható, hogy az összes izolátum érzékeny a meticillinre is. Továbbá, a CLSI (2017) követelményei szerint a cefoxitin rezisztencia teszt eredményei utalhatnak az izolátumok *mecA* által közvetített oxacillin rezisztenciájára, így elmondható, hogy a vizsgálataink során az elegytejből izolált *S. aureus* törzsek érzékenyek az oxacillinre.

7. táblázat: A nyerstejből izolált *Staphylococcus aureus* törzsek karakterisztikája (T4 telep)

#	Törzs azonosító kód	Minta típusa	Hemolízis típusa	Antibiotikum rezisztencia*	Enterotoxin gének (multiplex PCR)
1.	SA4	Elegytej	β	É	<i>seh</i>
2.	SA5	Elegytej	$\alpha + \beta$	É	-
3.	SA26A	Elegytej	$\alpha + \beta$	É	-
4.	SA26B	Elegytej	$\alpha + \beta$	É	<i>seh</i>
5.	SA27A	Elegytej	$\alpha + \beta$	É	-
6.	SA27B	Elegytej	$\alpha + \beta$	É	-
7.	SA27C	Elegytej	$\alpha + \beta$	É	-
8.	SA28	Elegytej	$\alpha + \beta$	É	-
9.	SA29	Elegytej	$\beta + \text{gyenge } \alpha$	É	-
10.	SA30A	Elegytej	$\alpha + \beta$	É	-
11.	SA30B	Elegytej	$\alpha + \beta$	É	-
12.	SA31A	Elegytej	$\alpha + \beta$	É	-
13.	SA31B	Elegytej	$\alpha + \beta$	É	-
14.	SA32A	Elegytej	$\alpha + \beta$	É	-
15.	SA32B	Elegytej	$\beta + \text{gyenge } \alpha$	É	-
16.	SA38A	Elegytej	$\alpha + \beta$	É	-
17.	SA38B	Elegytej	$\alpha + \beta$	É	-
18.	SA40A	Elegytej	$\alpha + \beta$	É	-
19.	SA41A	Elegytej	$\alpha + \beta$	É	-
20.	SA41B	Elegytej	$\alpha + \beta$	É	-
21.	SA41C	Elegytej	β	É	<i>seh</i>
22.	SA48A	Elegytej	$\alpha + \beta$	É	-
23.	SA48B	Elegytej	$\alpha + \beta$	É	-
24.	SA56A	Elegytej	$\alpha + \beta$	É	-
25.	SA9503a	Egyedi tej	$\beta + \text{gyenge } \alpha$	É	-
26.	SA9325a	Egyedi tej	$\alpha + \beta$	É	-
27.	SA8582a	Egyedi tej	$\beta + \text{gyenge } \alpha$	É	-
28.	SA9736a	Egyedi tej	$\alpha + \beta$	É	-
29.	SA9979a	Egyedi tej	$\alpha + \beta$	É	-
30.	SA8834a	Egyedi tej	$\alpha + \beta$	É	-
31.	SA9736.2	Egyedi tej	$\alpha + \beta$	É	-

É: érzékeny

A T4 telepen mind a 31 izolátum érzékeny volt a vizsgált antibiotikumokra.

Hasonló, de eltérő eredményekről is beszámoltak már más szerzők. Összegzőképpen elmondható, hogy a vizsgált T4 telepen a rezisztencia helyzet kedvezőbb, mint amiket a szakirodalmakba publikáltak.

3.2.5. *Staphylococcus enterotoxin* kódoló gének vizsgálatának eredményei

Mind a 18 T3 telepről származó törzs pozitív volt egy vagy több enterotoxint kódoló génre. Az új típusú SE-okat és SEI-eket kódoló gének közül öt különböző gént azonosítottunk az izolátumokban. A 18 izolátum közül 12 (67%) esetében azonosítottunk *seg*, *sei*, *selm*, *seln*, *selo* géneket; négy törzs (22%) tartalmazott *sei*, *selm*, *seln*, *selo* géneket, két törzs (11%) pedig a *sei* gént (**6. táblázat**).

Az élelmiszermérgezést leggyakrabban a klasszikus enterotoxinok közül a SEA és a SEB okozzák, valamint az új típusú enterotoxinok közül a SEH (ARGUDÍN és mtsai., 2010; HNASKO és mtsai., 2019). A vizsgálatunk során a 18 törzs egyike sem tartalmazta ezeket az enterotoxinokat kódoló géneket. UMEDA és mtsai. (2017) szerint az új típusú SE-ok és SEI-ek (pl. *seg*, *sei*, *selm*, *seln*, *selo* és *selu* gének által termelt toxinok) szintén élelmiszer közvetítésével okozott járványok lehetséges okai lehetnek. A kutatásaink során valamennyi T3 telepről származó törzs esetében kiderült, hogy ezen gének közül legalább az egyiket hordozzák, ezért a tejtermelő telepen elengedhetetlen a *S. aureus* előfordulásának csökkentése és alacsony szinten tartása, tehát indokolt volt a *S. aureus* ellenőrzési program megvalósítása. Érdemes azonban megjegyezni, hogy a tejben legalább 10^5 tke/ml mennyiségű *S. aureus* tudna annyi enterotoxint termelni, amennyi az élelmiszermérgezés kialakításához szükséges lenne (KADARYIA és mtsai., 2014), de ez a baktériummennyiség nem volt jelen a T3 telepről gyűjtött tejmintákban.

HWANG és mtsai. (2010) tanulmányukban azt tapasztalták, hogy a t164 *spa* típusú izolátumok zöme (nyolcból hét izolátum) és a hét t1987 *spa* típusú izolátum közül három tartalmaz *seg*, *sei*, *selm*, *seln* és *selo* géneket. Ehhez hasonlóan tanulmányunkban a 17 t164 *spa* típusú izolátum közül 12 hordozta ezeket a géneket anélkül, hogy klasszikus enterotoxin géneket hordozna. A t1987 *spa* típusú izolátum csak *sei* gént hordozott.

A T4 telepről gyűjtött elegy- és egyedi tejből izolált 31 törzs közül három (10%) (SA4, SA26B, SA41C) pozitív volt a *seh* génre, de klasszikus enterotoxint és más új típusú SE-t és SEI-t kódoló gént nem azonosítottunk (**7. táblázat**). Csak az elegytej minták tartalmaztak enterotoxint hordozó *S. aureus* törzseket; az egyedi tejmintákból izolált törzsek nem hordozták azokat a toxin géneket, amelyeket kutatásunk során vizsgáltunk. Bár a vegetatív baktériumok a hőkezelés során elpusztíthatók, a hőstabil enterotoxinok megmaradhatnak a tejben (TESSEMA, 2016), ezért a T4 telepen különösen fontos a *S. aureus* tejben való előfordulásának csökkentése.

A T3 és T4 telepről gyűjtött *S. aureus* izolátumok fenotípusos és genotípusos vizsgálatának eredményeiben különbségek figyelhetők meg az *spa* típusokat, a hemolízis típusát, az antibiotikum rezisztenciát és az enterotoxin termelő képességet illetően is. A különbségek adódhatnak az eltérő környezeti adottságok miatt, illetve a két telepen a higiéniai előírások eltérő megvalósítása miatt.

A T3 telep törzsei esetén tapasztalt penicillin rezisztencia visszavezethető lenne a telepen alkalmazott antibiotikumok használatára, azonban erre vonatkozó információt a telepek vezetőinek nem állt módjában megosztani. Egy telepen belül is megfigyelhető változatosság, de mindkét telepen a törzsek nagy része azonos tulajdonsággal rendelkezik. A T3 telepen a 18-ból 11 törzsre (61%) t164 *spa* típus, β -hemolízis, penicillin G rezisztencia és öt *se* és *sel* gén (*seg*, *sei*, *selm*, *seln*, *selo*) hordozása jellemző. A T4 telepen a 31-ből 23 törzsre (74%) jellemzően a t267 *spa* típus, az α és β -hemolízis jellemző, továbbá érzékenyek az általunk vizsgált antibiotikumokra és nem termelnek klasszikus enterotoxin-kódoló géneket, illetve *seg*, *seh*, *sei*, *sej*, *selm*, *seln*, *selo*, *ser* géneket.

3.3. *Staphylococcus aureus* mentesítés hatékonyságának vizsgálati eredményei

A *S. aureus* mentesítési program hatékonyságát elemző vizsgálatok eredményei alapján a T3 telepről gyűjtött összes elegytej mintában előfordult *S. aureus*. Az átlagértékek $1,1 \times 10^2$ és $3,0 \times 10^3$ (2,03 és 3,47 $\log_{10}$) tke/ml között mozogtak. A kutatómunkánk során a *S. aureus* szám a kísérleteink végén [decemberben; $1,1 \times 10^2$ (2,03 $\log_{10}$) tke/ml] gyűjtött mintákban alacsonyabb volt ($P < 0,05$), mint az összes többi mintavétel során, beleértve az első mintavételt, amelyre szintén télen (február) került sor. A kutatásunk elején történt mintavétel alatt gyűjtött mintákban az *S. aureus* szám átlagértéke $1,2 \times 10^3$ (3,06 $\log_{10}$) tke/ml volt.

Az eredmények azt mutatják, hogy az elegytejben az átlag *S. aureus* szám a mintavételi periódusok végére lecsökkent. Az átlag telepszámok az utolsó két mintavételnél már nem haladták meg a visszautasítási határértéket. Szakirodalmak alapján télen kevesebb kórokozó baktérium mutatható ki a tejben (HILL és mtsai., 2012; PETRÓCZKI és mtsai., 2020). A vizsgálatunk során az utolsó mintavétel télen volt, hasonlóan az első mintavételhez, mégis a két mintavételkor vett tejminták eredményei szignifikánsan ($P < 0,05$) különböznek. A csökkenő átlag *S. aureus* szám tehát a mentesítési program eredményességének tulajdonítható.

4. Az értekezés új tudományos eredményei

1. A különböző szarvasmarha fajták (holstein-fríz, jersey) fajtajellegéből adódóan eltérő tejzsír és tejfehérje tartalom nem vonja maga után a tej mikrobiológiai állapotának változását azonos tartási körülmények esetén. Az összcsíraszámot (holstein-fríz: $3,2 \times 10^3$ tke/ml; jersey: $2,1 \times 10^3$ tke/ml), a kóliform baktériumok csíraszámát (holstein-fríz: $1,5 \times 10^1$ tke/ml; jersey: $6,9 \times 10^0$ tke/ml) és a szomatikus sejtszámot (holstein-fríz: $185,1 \times 10^3$ sejt/ml; jersey: $186,9 \times 10^3$ sejt/ml) illetően nem volt statisztikailag igazolható különbség a vizsgált fajták teje között.
2. Egy hazai nagyüzemi tejtermelő telepen végzett vizsgálatok eredményei alapján nem mutatkozott különbség az összcsíraszámban az első laktációs tehenektől vett tejminták ($5,1 \times 10^3$ tke/ml) és a többször ellett tehenektől vett tejminták ($4,6 \times 10^3$ tke/ml) között.
3. A kutatómunkánkban a tejtermelő tehenek laktációjának különböző stádiumaiból vett tejmintákban nem detektáltunk különbséget az összcsíraszám és a kóliform baktériumok telepszámait illetően két tejtermelő telep egyikében sem. A T4 és a T5 telepen a laktáció korai stádiumában az átlag összcsíraszám $6,8 \times 10^3$ tke/ml és $2,0 \times 10^3$ tke/ml volt, a laktáció közepén $4,4 \times 10^3$ tke/ml és $3,5 \times 10^3$ tke/ml, a laktáció végén $2,7 \times 10^3$ tke/ml és $8,2 \times 10^3$ tke/ml. A T4 és a T5 telepen a laktáció korai stádiumában az átlag kóliform csíraszám $1,3 \times 10^3$ tke/ml és $6,7 \times 10^0$ tke/ml volt, a laktáció közepén $2,2 \times 10^1$ tke/ml és $2,4 \times 10^1$ tke/ml, a laktáció végén $1,50 \times 10^2$ tke/ml és $1,1 \times 10^1$ tke/ml.
4. A T3 telep esetében a *Staphylococcus aureus* törzsek 83%-ára β -hemolízis és penicillin G rezisztencia jellemző. A T4 telep esetében a törzsek 81%-ára α és β -hemolízis jellemző, továbbá valamennyi törzs érzékeny volt az általunk vizsgált antibiotikumokra (cefotaxim, klóramfenikol, klindamicin, eritromicin, gentamicin, penicillin G, tetraciklin, trimetoprim/szulfametoxazol).
5. A T3 telep esetében a *Staphylococcus aureus* törzsek 67%-ára t164 *spa* típus és a *seg*, *sei*, *selm*, *seln*, *selo* enterotoxint kódoló gének hordozása volt jellemző. A T4 telep esetében a törzsek 87%-ára t267 *spa* típus volt jellemző és egyik törzs sem hordozott klasszikus enterotoxint kódoló géneket, illetve *seg*, *seh*, *sei*, *sej*, *selm*, *seln*, *selo*, *ser* géneket.

5. Az eredmények gyakorlati hasznosíthatósága

1. A kutatómunkánk során megállapítottuk, hogy a holstein-fríz és jersey fajták teje között nincs különbség mikrobiológiai szempontból, a tehenek laktációjának különböző stádiumában sem változott a mikroorganizmusok mennyisége jelentős mértékben. Az egyszer ellett tehenek tejéhez képest a többször ellett tehenek teje azonban mikrobiológiai szempontból gyengébb minőségűnek bizonyult, ugyanis nagyobb volt a szomatikus sejtszám ($356,3 \times 10^3$ sejt/ml), a kóliform baktérium csíraszám ($1,1 \times 10^3$ tke/ml), illetve a *S. aureus* is nagyobb arányban fordult elő, a többször ellett egyedektől vett tejminták mintegy 19%-ában. Az évszakok hatásának vizsgálatakor a magyarországi telepeken a télen vett tej mikrobiológiai minősége jobb a nyáron vett tejhez képest. A télen gyűjtött elegytejben az átlag összcsíraszám $3,3 \times 10^4$ tke/ml, a nyáron gyűjtöttekben pedig $1,1 \times 10^5$ tke/ml volt. A télen gyűjtött elegytejben az átlag kóliform csíraszám $1,8 \times 10^3$ tke/ml, a nyáron gyűjtöttekben pedig $1,4 \times 10^4$ tke/ml volt. A télen gyűjtött elegytejben az átlag *S. aureus* szám $9,3 \times 10^2$ tke/ml, a nyáron gyűjtöttekben pedig $2,7 \times 10^3$ tke/ml volt. A megállapításaink segítséget nyújthatnak a tejtermelő telepeknek, hogy ezen információk birtokában minél hatékonyabb megoldásokat dolgozzanak ki a megfelelő mikrobiológiai minőségű tej előállítására érdekében.
2. A kutatómunkánk során egy hazai nagyüzemi tejtermelő telepen folytatott *S. aureus* mentesítési program hatékonyságát elegytej minták vételével és a mintákból *S. aureus* szám meghatározásával igazolni tudtuk, ugyanis az eredmények alapján az elegytejben az átlag *S. aureus* szám a mintavételi periódusok végére lecsökkent, $1,2 \times 10^3$ tke/ml-ről $1,1 \times 10^2$ tke/ml-re. A csökkenést az istállók és a fejőházak gyakoribb tisztítása és fertőtlenítése, a fertőzött tehenek felderítése és a többi állattól való izolálása, külön fejése és a tejük minél előbbi megsemmisítése eredményezte.
3. A *S. aureus* fakultatív patogén mikroorganizmus, mely a környezetben széleskörűen előfordul. A *S. aureus* a tejtermelő tehenészetekben problémát okozhat, ugyanis a tejelő állatok tőgygyulladásának egyik manapság is jelentős okozója. A vizsgálataink eredményeiből az következtethető, hogy a *S. aureus* számának MSZ EN ISO 6888-1:2008 számú szabvánnyal és a latex agglutinációs teszttel való meghatározásán és megerősítésén kívül erősen javasolt a tejből izolálható törzsek fenotípusos és genotípusos vizsgálatát is elvégezni. A törzsek antibiotikum rezisztencia profiljának folyamatos monitoringozásából származó adatok szükségesek a fertőzött állatok esetleges antibiotikumos terápiájának hatékony és célzott végrehajtásához. Az enterotoxin termelő képesség felmérése pedig azért szükséges, mert habár a *S. aureus* vegetatív formái a tej hőkezelése alatt elpusztulnak, az élelmiszermérgezést okozni képes, hőstabil enterotoxinok benne maradhatnak a tejben és a fogyasztók megbetegedését okozhatják. Multiplex PCR vizsgálattal az enterotoxin termelő képesség rövid határidővel megállapítható.

6. Irodalomjegyzék

1. ANDERSON, D. – DULMAGE, D. – MCDOUGALL, M. – SÉGUIN, G. (2003): General guidelines for effective dairy equipment cleaning. *Dairy Farmers of Ontario*. 2.
2. ARGUDÍN, M. Á. – MENDOZA, M. C. – RODICIO, M. R. (2010): Food Poisoning and *Staphylococcus aureus* Enterotoxins. *Toxins*. 2 (7), 1751-1773.
3. BIANCHI, D. M. – GALLINA, S. – BELLIO, A. – CHIESA, F. – CIVERA, T. – DECASTELLI, L. (2014): Enterotoxin gene profiles of *Staphylococcus aureus* isolated from milk and dairy products in Italy. *Letters in Applied Microbiology*. 58 (2), 190-196.
4. BOURAOUI, R. – LAHMAR, M. – MAJDOUB, A. – DJEMALI, M. – BELYEA, R. (2002): The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. *Animal Research*. 51, 479-491.
5. BRAKSTAD, O. G. – AASBAKK, K. – MAELAND, J. A. (1992): Detection of *Staphylococcus aureus* by Polymerase Chain Reaction Amplification of the nuc Gene. *Journal of Clinical Microbiology*. 30 (7), 1654-1660.
6. BYTYQI, H. – VEHAJI, I. – REXHEPI, S. – THAQI, M. – SALLAHI, D. – MEHMETI, I. (2013): Impact of Bacterial and Somatic Cells Content on Quality Fresh Milk in Small-Scale Dairy Farms in Kosovo. *Food and Nutrition Sciences*. 4, 1014-1020.
7. CLINICAL LABORATORY STANDARDS INSTITUTE (CLSI) (2017): Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. M100, 27th Edition. January 2017. Replaces M100-S26. 282 p.
8. CZISZTER, L. T. – ACATINCĂI, S. – NECIU, F. C. – NEAMȚ, R. I. – ILIE, D. E. – COSTIN, L. I. – GAVOJDIAN, D. – TRIPON, I. (2012): The influence of season on the cow milk quantity, quality and hygiene. *Animal Science and Biotechnologies*. 45 (2), 305-312.
9. HAUG, A. – HØSTMARK, A. T. – HARSTAD, O. M. (2007): Bovine milk in human nutrition – a review. *Lipids in Health and Disease*. 6, 25.
10. HILL, B. – SMYTHE, B. – LINDSAY, D. – SHEPHERD, J. (2012): Microbiology of raw milk in New Zealand. *International Journal of Food Microbiology*. 157, 305-308.
11. HNASKO, R. – LIN, A. V. – MCGARVEY, J. A. (2019): Rapid Detection of Staphylococcal Enterotoxin-B by Lateral Flow Assay. *Monoclonal Antibodies in Immunodiagnosis and Immunotherapy*. 38 (5), 209-212.
12. HOLLÓ I. – SZABÓ F. (2016): Szarvasmarha-tenyésztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 257.
13. HUONG, B. T. M. – MAHMUD, Z. H. – NEOGI, S. B. – KASSU, A. – NHIE, N. V. – MOHAMMAD, A. – YAMATO, M. – OTA, F. – LAM, N.T. – DAO, H. T. A. – KHAN, N. C. (2010): Toxigenicity and genetic diversity of *Staphylococcus aureus* isolated from Vietnamese ready-to-eat foods. *Food Control*. 21, 166–171.
14. HWANG, S. Y. – PARK, Y. K. – KOO, H. C. – PARK, Y. H. (2010): *spa* typing and enterotoxin gene profile of *Staphylococcus aureus* isolated from bovine raw milk in Korea. *Journal of Veterinary Science*. 11 (2), 125-131.
15. JAIN, N. C. (1979): Common mammary pathogens and factors in infection and mastitis. *Journal of Dairy Science*. 62, 128-134.
16. JAVID, F. – TAKU, A. – BHAT, M. A. – BADROO, G. A. – MUDASIR, M. – SOFI, T. A. (2018): Molecular typing of *Staphylococcus aureus* based on coagulase gene. *Veterinary World*. 11 (4), 423-430.
17. KADARYIA, J. – SMITH, T. C. – THAPALYIA, D. (2014): *Staphylococcus aureus* and Staphylococcal Food-Borne Disease: An Ongoing Challenge in Public Health. *BioMed Research International*. 2014, 1-9.

18. LOVÁSZ, CS. (2014): A kémiai Nobel-díj és a *Staphylococcus aureus*. A modern tömegspektrometria szerepe a mikroorganizmusok azonosításában. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*. 60 (4), 326-343.
19. MELLMANN, A. – WENIGER, T. – BERSSENBRÜGGE, C. – KECKEVOET, U. – FRIEDRICH, A. W. – HARMSSEN, D. – GRUNDMANN, H. (2008): Characterization of clonal relatedness among the natural population of *Staphylococcus aureus* strains by using *spa* sequence typing and the BURP (based upon repeat patterns) algorithm. *Journal of Clinical Microbiology*. 46 (8), 2805-2808.
20. NÓBREGA, D. B. – LANGONI, H. (2011): Breed and season influence on milk quality parameters and in mastitis occurrence. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 31 (12), 1045-1052.
21. NORMANNO, G. – LA SALANDRA, G. – DAMBROSIO, A. – QUAGLIA, N. C. – CORRENTE, M. – PARISI, A. – SANTAGADA, G. – FIRINU, A. – CRISSETTI, E. – CELANO, G. V. (2007): Occurrence, characterization and antimicrobial resistance of enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* isolated from meat and dairy products. *International Journal of Food Microbiology*. 115, 290–296.
22. ÓZSVÁRI L. (2012): A tügygyulladás és a szaporasági zavarok által okozott veszteségek nagysága a hazai termelés-ellenőrzött tejhasznosítású tehénállományokban. *Holstein magazin*. 20 (2), 26-32.
23. PEREIRA, V. – LOPES, C. – CASTRO, A. – SILVA, J. – GIBBS, P. – TEIXEIRA, P. (2009) Characterization for enterotoxin production, virulence factors, and antibiotic susceptibility of *Staphylococcus aureus* isolates from various foods in Portugal. *Food Microbiology*. 26 (3), 278-282.
24. PETON, V. – LOIR, Y. L. (2014): *Staphylococcus aureus* in veterinary medicine. *Infection, Genetics and Evolution*. 21, 602-615.
25. PETRÓCZKI F. M. – BÉRI B. – PELES F. (2020): The effect of season on the microbiological status of raw milk. *Agrártudományi Közlemények*. 1, 95-99.
26. PYÖRÄLÄ, S. – TAPONEN, S. (2009): Coagulase-negative staphylococci – Emerging mastitis pathogens. *Veterinary Microbiology*. 134, 3-8.
27. SCHERRER, D. – CORTI, S. – MUEHLHERR, J. E. – ZWEIFEL, C. – STEPHAN, R. (2004): Phenotypic and genotypic characteristics of *Staphylococcus aureus* isolates from raw bulk-tank milk samples of goats and sheep. *Veterinary Microbiology*. 101, 101–107.
28. SPSS (2013) SPSS 22.0 for Windows. SPSS Inc., Chicago, IL, USA. Copyright © SPSS Inc., 1989-2013.
29. TENHAGEN, B. A. – KÖSTER, G. – WALLMANN, J. – HEUWIESER, W. (2006): Prevalence of mastitis pathogens and their resistance against antimicrobial agents in dairy cows in Brandenburg, Germany. *Journal of Dairy Science*. 89 (7), 2542-2551.
30. TESSEMA, F. (2016): Prevalence and drug resistance patterns of *Staphylococcus aureus* in lactating dairy cow's milk in Wolayta Sodo, Ethiopia. *EC Veterinary Science*. 2, 226-230.
31. TÓTH T. (2015): A fejőberendezés és a tügygyulladás kapcsolata. *Holstein magazin*. 23 (1), 60.
32. UMEDA, K. – NAKAMURA, H. – YAMAMOTO, K. – NISHINA, N. – YASUFUKU, K. – HIRAI, Y. – HIRAYAMA, T. – GOTO, K. – HASE, A. – OGASAWARA, J. (2017): Molecular and epidemiological characterization of staphylococcal foodborne outbreak of *Staphylococcus aureus* harboring *seg*, *sei*, *sem*, *sen*, *seo*, and *selu* genes without production of classical enterotoxins. *International Journal of Food Microbiology*. 256, 30-35.
33. ZEINHOM, M. M. A. – AZIZ, R. A. L. – MOHAMMED, A. N. – BERNABUCCI, U. (2016): Impact of seasonal conditions on quality and pathogens content of milk in Friesian cows. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences (AJAS)*. 29 (8), 1207-1213.

7. Publikációk az értekezés témakörében



**DEBRECENI
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**

H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400
Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

Nyilvántartási szám: DEENK/380/2021.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Szabóné Petróczki Flóra Mária
Doktori Iskola: Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10058490

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

1. **Petróczki, F. M.**, Béri, B., Peles, F.: A laktációs szám és a laktáció stádium hatása a tejminnyiségre, a nyers tehenéj összetételére és mikrobiológiai tulajdonságaira egy hazai tehenészeti telepen.
Élelmiszervizsgálati Közlemények. 67 (2), 3421-3430, 2021. ISSN: 0422-9576.
DOI: <https://doi.org/10.52091/EVIK-2021/2-3-HUN>

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (3)

2. **Petróczki, F. M.**, Béri, B., Peles, F.: The effect of season on the microbiological status of raw milk.
Agrártud. Közl. 1 (1), 95-99, 2020. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/1/3774>
3. **Petróczki, F. M.**, Tonamo, A., Béri, B., Peles, F.: The effect of breed and stage of lactation on the microbiological status of raw milk.
Agrártud. Közl. 1, 37-45, 2019. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/1/2367>
4. **Petróczki, F. M.**, Kojo Woode, B., Törös, G., Nagy, N. M., Béri, B., Peles, F.: Microbiological status of bulk tank milk and different flavored gomolya cheeses produced by a milk producing and processing plant.
Agrártud. Közl. 75, 73-78, 2018. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/75/1649>

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (1)

5. **Petróczki, F. M.**, Pásztor, Á., Szűcs, K. D., Pál, K., Kardos, G., Albert, E., Horváth, B., Ungvári, E., Béri, B., Peles, F.: Occurrence and Characteristics of *Staphylococcus aureus* in a Hungarian Dairy Farm during a Control Program.
Pathogens. 10 (2), 1-12, 2021. EISSN: 2076-0817.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/pathogens10020104>
IF: 3.492 (2020)



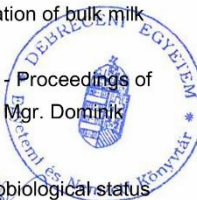


Idegen nyelvű konferencia közlemények (1)

6. **Petróczki, F. M.**, Veres, V., Kardos, G., Béri, B., Peles, F.: Characterisation of *Staphylococcus aureus* strains isolated from raw milk from vending machines in Hajdú-Bihar County, Hungary.
In: Scientific researches in food production - 3rd meeting of young researchers from V4 countries - Conference Proceedings. Eds.: University of Debrecen, University of Debrecen, Debrecen, 50-54, 2018.

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (7)

7. **Petróczki, F. M.**, Kardos, G., Béri, B., Peles, F.: Characterization of *Staphylococcus aureus* strains isolated from bulk milk from two dairy farms in Hajdú-Bihar County, Hungary.
Acta Microbiol. Immunol. Hung. 66 (Suppl1), 179-180, 2019. ISSN: 1217-8950.
8. **Petróczki, F. M.**, Béri, B., Peles, F.: The effect of breed and number of lactation on the microbiological quality of raw milk = a fajta és a laktáció számának hatása a nyerstej mikrobiológiai minőségére.
In: Innovation challenges in the 21st century : LXI. Georgikon Napok International Scientific Conference : abstract volume. Eds.: Gábor Pintér, Szilvia Csányi, Henrik Zsiborács, University of Pannonia Georgikon Faculty, Keszthely, 85, 2019. ISBN: 9789633961292
9. **Petróczki, F. M.**, Veres, V., Kardos, G., Béri, B., Peles, F.: Characterisation of *Staphylococcus aureus* isolated from raw milk from vending machines.
In: One Health & Food Safety International Congress : Conference Proceedings, Universität Bonn, Bonn, 93, 2018.
10. **Petróczki, F. M.**, Woode, B. K., Törös, G., Nagy, N. S., Kardos, G., Béri, B., Peles, F.: Characterization of *Staphylococcus aureus* strains isolated from cheeses in Hungary.
In: Scientific researches in food production, University of Debrecen - Proceedings of abstracts. Eds.: University of Debrecen, University of Debrecen, Debrecen, 26, 2018.
11. **Petróczki, F. M.**, Woode, B. K., Törös, G., Nagy, N. S., Béri, B., Peles, F.: Microbiological status of gomolya cheeses produced by small-scale dairies.
In: Abstract Book : FSD 2018 3rd Food Structure & Design Conference. Eds.: University of Debrecen, University of Debrecen, Debrecen, 36-37, 2018.
12. **Petróczki, F. M.**, Woode, B. K., Törös, G., Nagy, N. S.: Microbiological examination of bulk milk and gomolya cheeses produced by a milk producing and processing plant.
In: Scientific Conference of PhD. Students of FAFR and FBFS SUA in Nitra - Proceedings of abstracts / org. by Assoc. Prof. Ing. Janette Musilová, Ing. Monika Tóthová, Mgr. Dominik Hollý, Slovak University of Agriculture, Nitra, 53, 2017.
13. **Petróczki, F. M.**, Woode, B. K., Törös, G., Nagy, N. S., Béri, B., Peles, F.: Microbiological status of smoked parenica cheeses produced in industrial and in small-scale conditions.
In: Scientific researches in food production, FBFS, SUA in Nitra - Proceeding of abstracts, Slovak University of Agriculture, Nitra, 36-37, 2017.





További közlemények

Idegen nyelvű, hazai könyvek (2)

14. Szerk. Kovács, B., Czipa, N., Peles, F., Bódi, É., Kántor, A., **Petróczki, F. M.**, Alexa, L.: Scientific researches in food production, University of Debrecen: Proceedings of abstracts. University of Debrecen, Debrecen, 30 p., 2018. ISBN: 9789634900412
15. Szerk. Kovács, B., Czipa, N.; Peles, F., szerk. Bódi, É., Kántor, A., **Petróczki, F. M.**, Alexa, L.: Scientific researches in food production - 3rd meeting of young researchers from V4 countries. University of Debrecen, Debrecen, 58 p., 2018. ISBN: 9789634900320

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

16. Horváth, B., Peles, F., Gasparik, J., Pocklán, E., Sipos, R., Erős, Á., **Petróczki, F. M.**, Szűcs, K. D., Albert, E., Micsinai, A.: Élelmiszerekből izolált Staphylococcus fajok antibiotikum rezisztencia vizsgálata.
Élelmiszervizsgáló Közlemények. 67 (2), 3360-3382, 2021. ISSN: 0422-9576.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

17. Tonamo, A., Komlósi, I., **Petróczki, F. M.**, Peles, F.: Coagulase-negative staphylococci in ewe udder surface and raw milk samples.
Agrártud. Közl. 1, 221-225, 2021. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/1/8503>
18. Kójo Woode, B., **Petróczki, F. M.**, Béri, B., Peles, F.: Microbiological quality of bulk tank raw milk from two dairy farms in Hajdú-Bihar County, Hungary.
Agrártud. Közl. 75, 105-112, 2018. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/75/1655>

Idegen nyelvű konferencia közlemények (1)

19. Tonamo, A., Komlósi, I., **Petróczki, F. M.**, Orosz, É., Aamir, M., Peles, F.: Microbiological quality of raw milk and udder surface samples from Dorper, Merino and Cigaja sheep breeds.
In: Scientific researches in food production : 3rd meeting of young researchers from V4 countries /d. Béla Kovács, Nikolett Czipa, Ferenc Peles, Éva Bacskainé Bódi, Andrea Kántor Flóra Mária Szabóné Petróczki, Loránd Alexa, University of Debrecen, Debrecen, 55-58.
2018. ISBN: 9789634900320





Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (1)

20. Woode, B. K., **Petróczki, F. M.**, Törös, G., Nagy, N. S., Béri, B., Peles, F.: Microbiological quality of bulk tank raw milk in Hajdú-Bihar County, Hungary.
In: Scientific researches in food production, FBFS, SUA in Nitra - Proceeding of abstracts / org. by Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovak University of Agriculture, Nitra, 42-43, 2017.

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 3,492

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre):
3,492**

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2021.07.09.

