

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**A nyers tevé- és szarvasmarha tej FT-MIR
spektroszkópiával meghatározott beltartalmi
jellemzőinek periodikus változása és a
tejminőség vizsgálata**

dr. Kocsis Róbert

Témavezető: Dr. Rácz Bence



ÁLLATORVOSTUDOMÁNYI EGYETEM

Állatorvostudományi Doktori Iskola

Budapest, 2022.

Témavezető:

.....
Dr. Rácz Bence
egyetemi docens, PhD
Állatorvostudományi Egyetem, Anatómiai és Szövetani
Tanszék
témavezető

.....
dr. Kocsis Róbert

1. A doktori értekezés előzményei és célkitűzései;

1.1. Bevezetés

A fejlett piacgazdaságokban fokozott jelentőséggel bír az élelmiszerek minőségi jellemzőinek folyamatos ellenőrzése és javítása, melynek háttérében mindenképp előtt a fogyasztói bizalom kiépítése és megtartása, valamint az élelemiszerbiztonság társadalmi szinten történő felelős fenntartása áll. Napjaink vásárlóinak a többszereplős előállítói, forgalmazói és kereskedelmi láncolat miatt már nincsen lehetőségük önállóan elbírálni egy-egy élelmiszer biztonságos fogyaszthatóságát, így emiatt az élelmiszerminőség és -biztonság fenntartása e láncolat valamennyi résztvevőjének alapvető feladata és felelőssége. E feladat és felelősség mindenhol a világon elsősorban a résztvevők gondosságán múlik. De amíg a fejlődő országokban a felelősség legtöbbször megmarad ezen a szinten, addig a fejlett országokban az egyes élelmiszer kategóriák élelmiszerminőségi és -biztonsági követelményei ennél magasabb szinteken is szabályozásra kerültek úgymint jogszabályok, élelmiszerkönyvi előírások, szakmai szervezetek és termék tanácsok elfogadott javaslatai és útmutatói szintjén. Ez az eltérés nem csak egy adott ország társadalmi, gazdasági fejlettségének szintjétől függ,

hanem a konkrét élelmiszerrel kapcsolatos ismereteink mennyiségétől is. Ez utóbbira konkrét példa a szarvasmarha (*Bos taurus taurus*) tejével kapcsolatos több évszázados ismeretanyag mennyiségének szembeállítás az egypúpú teve vagy dromedár (*Camelus dromedarius*) tejével kapcsolatos tudományos ismeretanyag mennyiségével. Tudományos ismeretanyagként itt azon „rendezett, ellenőrzött és rendszerezett tudáskészletre” gondolunk, amelyet „jelenségek vagy tények vizsgálatából, megfigyeléséből, kísérletezéséből és elemzéséből módszeresen és szisztematikusan nyerünk”. Tehát a több évszázados múltra visszatekintően, kizárólag tapasztalati úton és általában csak kis közösségek szintjén szerzett ismereteket, melyek még ha szájhagyomány (pl. nomád pásztorok által) vagy kezdetleges írásos emlékek alapján szélesebb körben is elterjedtek, nem tekinthetjük tudományos ismeretanyagoknak.

Napjainkban szemtanúi lehetünk annak, hogy a szarvasmarha tejével kapcsolatban szerzett tudományos ismeretek analógiáján hogyan alakíthatók ki és írhatók le a dromedár tejének elvárható élelmiszerminőségi és -biztonsági jellemzői annak érdekében, hogy a lokális tejtermelésen és ellátáson felül nagyobb távolságokra és nagyobb tételben legyen

lehetőség e különleges beltartalmi jellemzőkkel és táplálkozási értékekkel bíró élelmiszert eljuttatni.

A tevé ismeretanyagok bővítése mellett jelentősége van annak is, hogy a hazai szarvasmarha nyerstej minősítés eredményeit periodikusan összegezzük és értékeljük, összehasonlítsuk az európai és a világpiacon létező információkkal, adatokkal, termékekkel annak érdekében, hogy elhelyezzük magunkat a világban, és ehhez hasonló értékelésre a vizsgált időszakban nem került még sor.

A nyerstej minőségének javításában, majd a jó minőség fenntartásában elért több évtizedes hazai tapasztalatok hozzájárulhatnak az intenzív módon megtermelt tevétej élelmiszerbiztonsági szempontból megfelelő minősítési paramétereinek a meghatározásához, egyúttal a laboratóriumi ellenőrzési rendszer kidolgozásához.

Jelen dolgozatban a „nyerstej” kifejezés azon frissen lefejt egyedi vagy elegytek megnevezésére alkalmazott fogalom, amelyek mintázása előre meghatározott feltételek teljesítésével történt és élelmiszerbiztonsági ellenőrzési és/vagy tudományos célból kerülnek vizsgálatra, említésre, megbeszélésre.

1.2. Célkitűzések

1.) Jelen kutatás egyik fő célja a hazai nyerstej minősítő laboratórium által 2011 és 2020 között megvizsgált magyarországi termelői nyers elegytej minták tejsír-, tejfehérje-, laktóz-, zsírmentes szárazanyag tartalom, összcsíraszám és szomatikus sejtszám értékeinek 10 éves időszakban, az egész ország területére kiterjedő elemzése, és megyénkénti alakulásának összehasonlítása.

2.) A 1. célkitűzés eredményeinek a vizsgált időszakot megelőző években kapott hazai eredményekkel való összehasonlítása.

3.) Azt a hipotézist állítottuk fel, hogy a Magyarországra jellemző kontinentális klímán intenzíven tartott szarvasmarhák nyerstej összetevői jelentős éves szezonális változást mutatnak, hasonlóan a meghatározó tejtermelő országok által leírt nyerstej minősítési adatokhoz, valamint a tejelő dromedár tevékben leírt éves szezonális változásokhoz képest.

4.) Az 1. és 3. célkitűzés eredményeinek összehasonlítása külföldi eredményekkel.

5.) Jelen kutatás másik fő célja a nyers tevetej összetételének egy laktáción keresztül történő nyomon követése tavasszal és ősszel ellett dromedárok esetében. A nyerstej összetevőinek meghatározására ugyanazzal az FT-MIR technológiával került sor, amelyet a magyarországi szarvasmarha tejösszetétel meghatározásra alkalmaztunk, és amelynek a tevetejre történő kalibrációját a Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézetben végeztük el, és a korábbiakban már publikáltuk.

1.3. Módszerek

Mind a szarvasmarha-, mind a teve tejek beltartalmi paramétereinek vizsgálatát Fourier-transzformációs közép-infravörös spektroszkópia (FT-MIR-spektroszkópia) elvén működő nagykapacitású laboratóriumi eszközökkel határoztuk meg. A módszer erőssége abban rejlik, hogy egyetlen műveletben képes számos frekvenciakomponens egyidejű elemzésére. Az eljárás emiatt gyors, ami lehetővé teszi nagy számú minta rövid idő alatti történő vizsgálatát.

A nyerstej vizsgálatok végzése a Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet Kft. Kutató-, Élelmiszervizsgáló és Nyerstej Minősítő Laboratórium Nyerstej Minősítő Laboratóriumi Részlegén (1093

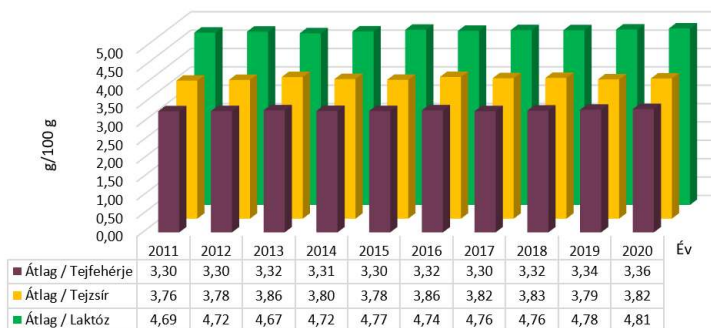
Budapest, Bakáts utca 8.) történt. A mintavételt, mintagyűjtést és -szállítást, valamint a laboratóriumi vizsgálatok lefolytatását jogszabályok rögzítik. A 2011-2020 időszakban 1273 tejtermelő telep mindösszesen 261151 db nyerstej mintájának a vizsgálatára került sor. Az eredmények elemzése Microsoft Excel táblázatkezelő és Microsoft Access adatbázis kezelő programokkal történt.

A tevetej vizsgálatokat az Egyesült Arab Emírségekben, a Dubaitól 25 km-re fekvő Emirates Industry for Camel Milk & Products (EICMP) cég állattartó telepén végeztük, melynek fejlesztésében és működtetésében a magyar szakemberek közreműködése a kezdetektől fogva meghatározó jelentőségű. A tavasszal ellett tevecsoportba 18 állat (I. csoport), az ősszel ellett tevecsoportba 23 állat (II. csoport) tartozott. A tejminta vételek a reggeli fejés alkalmával az ellés napjától kezdődően az I. csoportban 122 héten át, a II. csoportban 112 héten át történtek. Az I. csoportban összesen 6711 minta, a II. csoportban összesen 9775 minta gyűjtésére és laboratóriumi vizsgálatára került sor. A tevetej vizsgált beltartalmi paraméterei: tejszír-, tejfehérje-, laktóz- és zsírmentes szárazanyag tartalom.

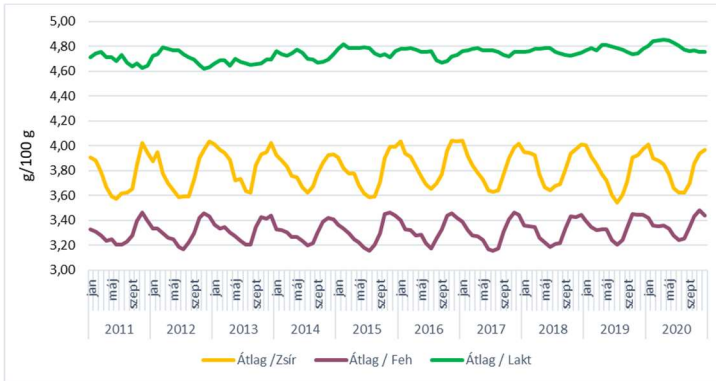
2. Az értekezés új tudományos eredményei

2.1. Nyerstej vizsgálatok megbeszélése

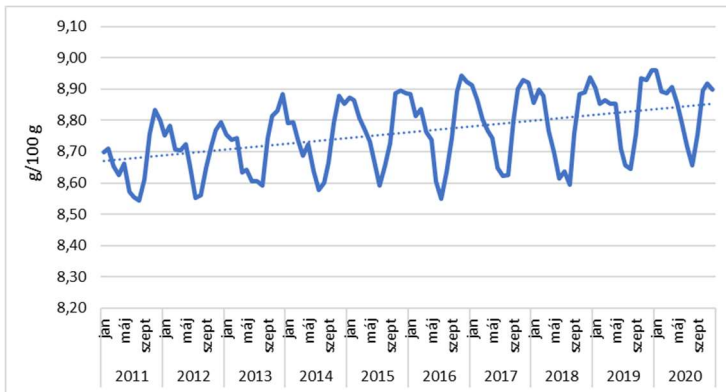
Jelen kutatás egyik fő célkitűzéseként (1. célkitűzés) 10 éves időtartamban, országos szinten elvégzett nagy mintaszámú nyerstej vizsgálat alapján megállapítottuk, hogy a beltartalmi összetevők közül a tejszír-, a tejfehérje-, a laktóz- és a zsírintes szárazanyag tartalom (1-3. ábra) éven belül szezonálisan változik, mely ciklikusság évente ismétlődik (3. célkitűzés). A tejszír, a tejfehérje és a zsírintes szárazanyag tartalom koncentrációja nyáron a legalacsonyabb és télen a legmagasabb, viszont a laktóz esetében – melynek periodikus változása enyhébb – a minimum koncentráció ősszel, a maximum koncentráció tavasszal mérhető.



1. ábra: Országos átlagos tejfehérje-, tejszír- és laktóztartalom (g/100 g) alakulása 2011-2020 között, éves bontásban



2. ábra: Országos átlagos tejszír-, tejfehérje- és laktóztartalom (g/100g) havi bontásban

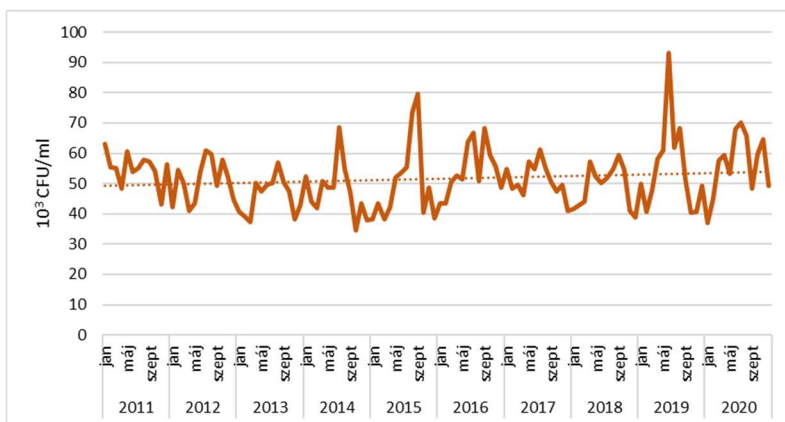


3. ábra: Országos átlagos zsírmentes szárazanyag tartalom (g/100 g) alakulása 2011-2020 között, havi bontásban

A trendvonalak elemzése alapján megállapításra került, hogy a tejszír és a tejfehérje állandó alakulásával ellentétben a laktóz és a zsírmentes szárazanyag

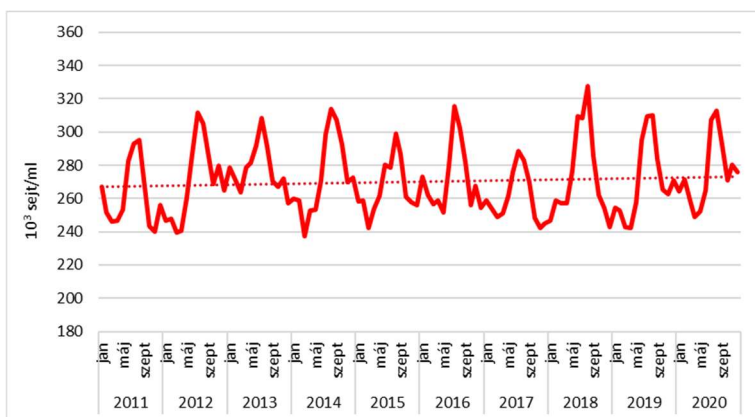
tartalom éves átlagértékei 2011 és 2020 között emelkedő tendenciát mutatnak. Tekintettel arra, hogy a zsírintes szárazanyag tartalom részét képezi a laktóz, így az emelkedő tendencia mögött álló lehetséges okokat a laktóz esetében keressük, melyhez további vizsgálatokra van szükség (lehetséges okok: az első ellésű állatok arányának növekedése; genetikai váltás).

A tejhigiéniiai jellemzők közül az összcsíraszám és a szomatikus sejtszám elemzésére került sor. Az összcsíraszám havi átlagértékei is mutattak jelentős eltéréseket, évente ismétlődő ciklikus mintázat nem volt felfedezhető (4. ábra).



4. ábra: Az összcsíraszám országos szintű havi átlagértékei (10^3 CFU/ml) 2011-2020 között

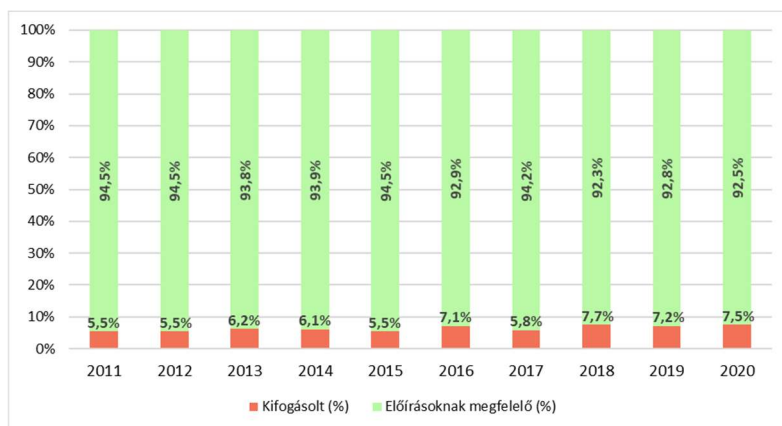
A szomatikus sejtszám éven belül szezonálisan változik, mely ciklikusság évente ismétlődik (5. ábra). A szomatikus sejtszám mennyisége nyáron a legmagasabb, míg a legalacsonyabb mennyiségi értékek késő ősztől tavaszig mérhetők.



5. ábra: A szomatikus sejtszám országos szintű havi átlagértékei (10^3 sejt/ml) 2011-2020 között

A tej beltartalmi paramétereinek és szomatikus sejtszámának éven belüli ciklusossága számos tényező hatásának és ezek egymásra való kölcsönhatásának lehet az eredménye. Ilyen befolyásoló tényező lehet a fajta, a genetikai állomány, a takarmányozási rendszer, az állattartási viszonyok, a laktációs szakasz, a fejési rendszerek (napi fejési sűrűség, fejési technológia), az éghajlati hatások stb.

A nyerstej minősítés során ún. kifogásolt tejminták arányának országos szinten 5,5%-ról 7,5%-ra való emelkedésének (6. ábra) hátterében több ok áll, melyek közül a legfontosabb, hogy a havi 3 mintát küldő telepek aránya 80,7%-ról 10 év alatt 63,4%-ra csökkent, tehát 17,3%-kal nőtt a csak havi 2 mintát beküldők aránya. Ez azt mutatja, hogy a tejtermelő telepek részéről egyre inkább háttérbe szorult a minőségjavítást is szolgáló, a tejminőséget jobban reprezentáló nagyobb számú minta vizsgálata.

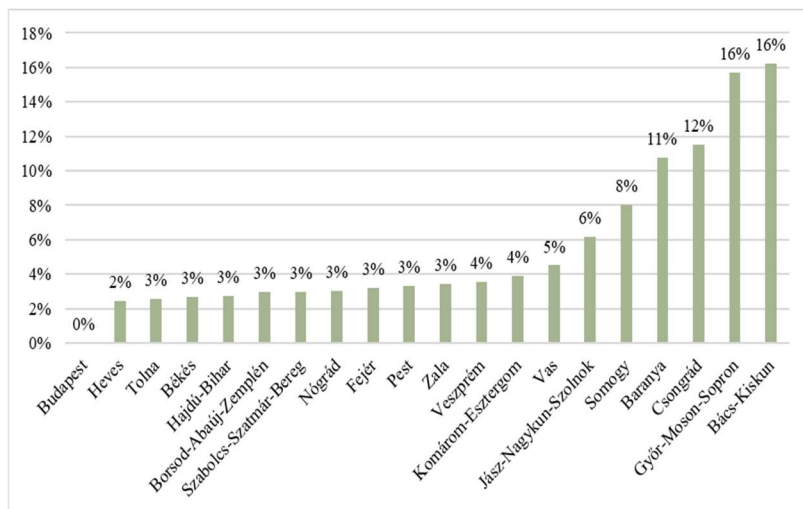


6. ábra: Az előírásoknak megfelelő (E), valamint a kifogásolt (K) tejminták összes mintaszámhoz viszonyított aránya (%) a 2011-2020 időszak éveiben

Vizsgálataink szerint a tehének tőgyegészségügyi állapota a vizsgált időszak végén rosszabb volt, mint 2011-ben. 2011-ben a kifogásolt minták 52,6%-a kapott a

határértéket meghaladó szomatikus sejtszám miatt „kifogásolt” minősítést, ez az arány 2020-ban 62,0% volt.

A 2011-2020 időszakban a tejminősítés szerint kifogásolt mintáknak a megyénkénti megoszlását elemezve megállapítottuk, hogy a kifogásolt minták aránya a 19 megyéből 13 megyében 2-5% közötti, 6 megyében 6-16% közötti volt (7. ábra). E megyékben, de különösen a 10% feletti kifogásolt minta arányú négy megyében kiemelten fontos az okok feltárása, mely az illetékes állategészségügyi hatósággal való együttműködésben történhet.



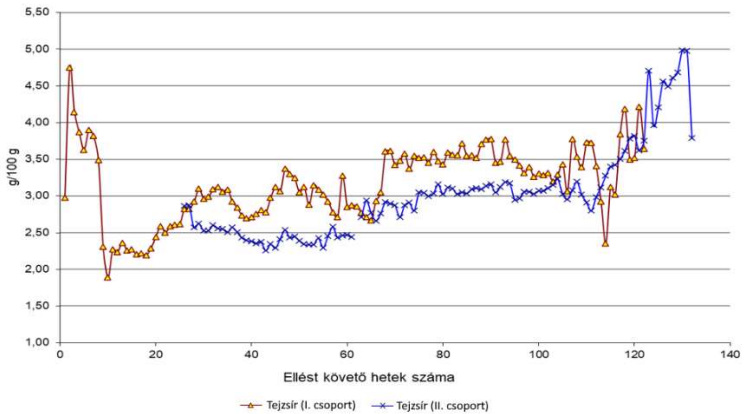
7. ábra: A 2011-2020 időszakban az előírásoknak nem megfelelő (kifogásolt) tejminták aránya (%) megyénként

Kutatásaink eredményeit a 2. célkitűzésünknek megfelelően összehasonlítottuk a korábbi hazai eredményekkel. Magyarországon 1984-től kezdődően állnak rendelkezésre évenkénti országos szintű adatok, melyek elemzése alapján megállapítottuk, hogy ellentétben az ezredforduló előtti eredményekkel, a 2011-2020 időszak nagy hasonlóságot mutat a megelőző évtized (2001-2010) éves átlagértékeivel. Miután a minősítő minták értékei megfelelnek a jogszabályi előírásoknak, így kijelenthető, hogy a hazai nyerstejek minősége a vizsgálat időszakban is kiváló volt.

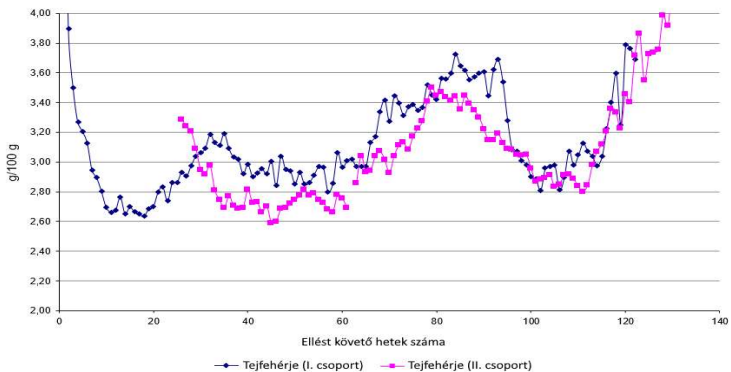
Eredményeinket (4. célkitűzés) összehasonlítva más európai-, és a világ tejtermelésében meghatározó Európán kívüli országok szakirodalomban fellelhető eredményeivel megállítottuk, hogy hasonló tanulmányokat több országban készítettek, de ezekben (pár kivétellel) rendszerint rövidebb időszakra és/vagy kisebb területre összpontosítottak. Bár nagyon eltérőek az adatok és eredmények, a tej beltartalmi paramétereinek és tejhigiéniai jellemzőinek éven belüli ciklikusságát a legtöbb esetben igazolták, azonban több esetben eltérő minimum és maximum átlagérték periódusokkal.

2.2. Tevetej vizsgálatok megbeszélése

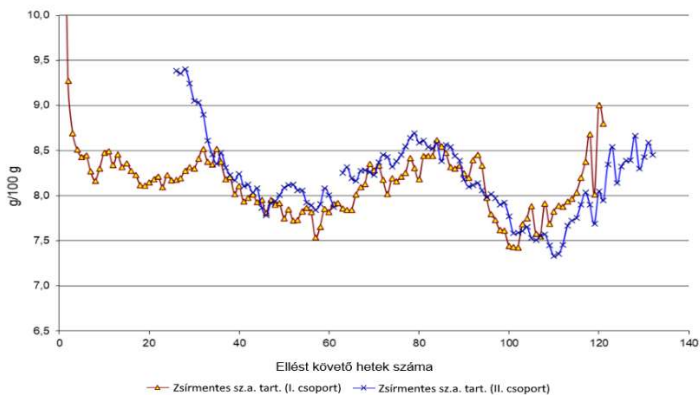
A dromedár tejének zsír, fehérje és zsírmentes szárazanyag tartalom koncentrációja – azonos állattartási, takarmányozási és fejési feltételek mellett – sokkal erősebben áll összefüggésben az éghajlatra jellemzően éven belül változó környezeti hatásokkal, mint az elléstől eltelt idővel (8-10. ábra). Ezzel ellentétben a laktóz koncentrációja a laktáció előrehaladásával egyenletesen csökken, és nem mutat összefüggést az éghajlatra jellemzően éven belül változó környezeti hatásokkal (11. ábra). Ezek az eredmények megerősítik azt a feltételezést, hogy a tevetej összetételének kifejezett szezonális változása hátterében a központi és perifériás cirkadián biológiai óra („a tőgy biológiai órája”) erőteljes működése áll, annak ellenére, hogy a környezeti tényezők (a napi megvilágított órák száma) csak mérsékelt változást mutatnak a dromedárok természetes környezetében.



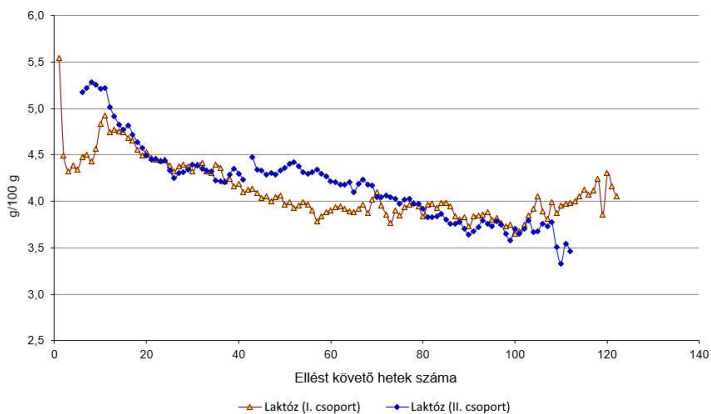
8. ábra: A tavasszal ellett (I. csoport) és ősszel ellett (II. csoport) tevék tejének átlagos tejszírtartalma (g/100 g) a szezonális hatással korrigálva (a II. csoport eredményei 26 héttel eltolva kerültek ábrázolásra).



9. ábra: A tavasszal ellett (I. csoport) és ősszel ellett (II. csoport) tevék tejének átlagos tejfehérje-tartalma (g/100 g) a szezonális hatással korrigálva (a II. csoport eredményei 26 héttel eltolva kerültek ábrázolásra).



10. ábra: A tavasszal ellett (I. csoport) és ősszel ellett (II. csoport) tevék tejének átlagos zsírtartalmának (g/100 g) a szezonális hatással korrigálva (a II. csoport eredményei 26 héttel eltolva kerültek ábrázolásra).



11. ábra: A tavasszal ellett (I. csoport) és ősszel ellett (II. csoport) tevék tejének átlagos laktóztartalma (g/100 g) a laktáció alatt (szezonálisan nem korrigált adatok)

2.3. Új tudományos eredmények összefoglalása

1. Magyarország országos elegytej vizsgálatai alapján a beltartalmi összetevők közül a tejszír-, a tejfehérje-, a laktóz- és a zsírintes szárazanyag tartalom éven belül szezonálisan változik, mely ciklikusság évente ismétlődik. A tejszír, a tejfehérje és a zsírintes szárazanyag tartalom koncentrációja nyáron a legalacsonyabb és télen a legmagasabb, viszont a laktóz esetében a minimum koncentráció ősszel, a maximum koncentráció tavasszal mérhető.
2. Magyarország országos elegytej vizsgálatai alapján a tejhigiéniai jellemzők közül a szomatikus sejtszám éven belül szezonálisan változik, mely ciklikusság évente ismétlődik. A szomatikus sejtszám mennyisége nyáron a legmagasabb, míg a legalacsonyabb mennyiségi értékek késő ősztől tavaszig mérhetők.
3. A dromedár tejének zsír, fehérje és zsírintes szárazanyag tartalom koncentrációja sokkal erősebben áll összefüggésben az éghajlatra jellemzően éven belül változó környezeti hatásokkal, mint az elléstől eltelt idővel. Ezzel ellentétben a laktóz koncentrációja a laktáció előrehaladásával egyenesen csökken, és nem mutat összefüggést az éghajlatra jellemzően éven belül változó környezeti hatásokkal.

3. Az értekezés témájában született publikációk

1. Kocsis, R., Süle, J., Nagy, P., Gál, J., Tardy, E., Császár, G., Rács, B.: **Annual and seasonal trends in cow's milk quality determined by FT-MIR spectroscopy in Hungary between 2011 and 2020**, Acta Vet. Hung., (*in press*)
2. Hejel P., Kocsis R., Könyves L., Helyes K.: **Biológiailag aktív peptidek a tejben: Irodalmi összefoglaló**, Magyar Állatorvosok Lapja, 143. 47-55, 2021.
3. Nagy, P., Juhász, J., Reiczigel J., Császár, G., Kocsis, R., Varga, L.: **Circannual changes in major chemical composition of bulk dromedary camel milk as determined by FT-MIR spectroscopy, and factors of variation**, Food Chem., 278. 248-253, 2019.

A dolgozat témájában tartott előadások

1. Kocsis R.: **Milk quality in Hungary**, Előadás a „11th European Mastitis Panel” rendezvényen, Budapest, 2018. május 17-18.

2. Kocsis, R., Nagy, P.: **The developments potential of the camel dairy industry: Innovative methods and technologies to improve dromedary camel milk quality and extend the shelf-life of camel milk products**, Előadás a „Salon International de l’Agriculture du Maroc – SIAM 2017.” rendezvényen, Meknes, Marokkó, 2017. április 20.
3. Kocsis, R., Nagy, P.: **Hungarian know-how transfer to North Africa and Middle East – The role of Hungarian Dairy Research Institute in innovative camel milk processing technologies**, Plenáris előadás a „18th Wellmann International Scientific Conference” rendezvényen (online), Szeged, 2021. május 13.
4. Kocsis R.: **Miért fontos a tej? Tények, tévhitek a tejjel és a tejfogyasztással kapcsolatban**, Előadás a Széchenyi István Egyetem Nyugdíjas Egyetemén, Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, 2022. február 17.