

Állatorvostudományi Egyetem
Állatorvostudományi Doktori Iskola



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

PhD értekezés

dr. Kocsis Róbert

2022

Témavezető és témabizottsági tagok:

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

Készült 8 példányban. Ez a(z) sz. példány.

.....
dr. Kocsis Róbert

Tartalomjegyzék

Rövidítések jegyzéke	5
I. Összefoglalás.....	6
Summary.....	7
II. Bevezetés	9
III. Irodalmi áttekintés	10
3.1. A tejképződés.....	10
3.1.1. A tejmirigy morfológiája	10
3.1.2. A tej szekréció mechanizmusa és morfológiai háttere	12
3.1.3. A nem működő parenchyma.....	12
3.1.4. A tejutak rendszere.....	13
3.1.5. A tögybimbó morfológiája	13
3.2. A tej fogalma	14
3.3. A tehéntej.....	14
3.3.1. A tehéntej jellemzői, összetétele.....	14
3.4. A tevetej.....	16
3.4.1. A világ tevéállománya.....	16
3.4.2. A tevetej fogyasztás szerepe és jelentősége	18
3.4.3. A tevetej termelés rövid áttekintése	18
3.4.4. A tevetej összetétele, jellemzői.....	21
3.4.5. A tevetej felhasználási területei napjainkban	22
3.5. A magyarországi nyerstej minősítési rendszer kialakulása	25
3.6. A magyarországi nyerstej minősítési rendszer jelenlegi működése	29
3.7. A nyerstej minőségével szemben támasztott követelmények	30
3.8. A magyarországi nyerstejek beltartalmának vizsgálata	31
3.9. FT-MIR spektroszkópia alkalmazása a tej összetételének vizsgálatára.....	31
IV. Célkitűzések.....	33
V. Anyag és módszer	34
5.1. Anyag és módszer az országos szintű nyerstej vizsgálat esetében.....	34
5.1.1. Nyerstej mintavétele	34
5.1.2. Mintaszállítás.....	35
5.1.3. Nyerstej vizsgálata	36
5.2. Anyag és módszer a tevetej vizsgálat esetében	49
5.2.1. A vizsgálat helyszíne	49
5.2.2. Nyers tevetej mintavétele	50
5.2.3. Nyers tevetej vizsgálata.....	50
VI. Eredmények.....	51
6.1. Nyerstej vizsgálat eredményei.....	51
6.1.1. Mintaszám.....	51

6.1.2. Tejtermelő telepek száma.....	52
6.1.3. Megtermelt tej mennyisége.....	53
6.1.4. Nyerstej beltartalmi jellemzői	54
6.1.5. A mintaszámok elemzése.....	65
6.1.6. A tejtermelők száma és az átlagos megtermelt napi tejmennyiség elemzése	66
6.1.7. A tejminták beltartalmi jellemzőinek statisztikai elemzése.....	67
6.1.8. A tejminták tejhigiéniai jellemzőinek statisztikai elemzése	72
6.2. Tevetej vizsgálat eredményei	74
6.2.1. Tevetej mennyiség	74
6.2.2. Tejzsírtartalom.....	74
6.2.3. Tejfehérje-tartalom	76
6.2.4. Laktóztartalom.....	77
6.2.5. Zsírmentes szárazanyag tartalom.....	77
6.2.6. Minimum, maximum és átlagértékek összefoglalása	79
VII. Megbeszélés.....	80
7.1. Nyerstej vizsgálat	80
7.1.1. Nyerstej eredmények értékelése	80
7.1.2. Eredmények összehasonlítása korábbi hazai eredményekkel	83
7.1.3. Eredmények összehasonlítása külföldi vizsgálatok eredményeivel.....	85
7.2. Tevetej vizsgálat értékelése	89
VIII. Új tudományos eredmények.....	91
IX. Irodalomjegyzék.....	92
X. Saját közlemények.....	101
10.1. A dolgozat témájában, referált lapokban megjelent közlemények.....	101
10.2. A dolgozat témájában tartott előadások.....	101
10.3. Nem a dolgozat témájában, referált lapokban megjelent közlemények.....	101
XI. Köszönetnyilvánítás	102

Rövidítések jegyzéke

Rövid név	Jelentés
CFU	Colony Forming Unit (telepképző egység)
EICMP	Emirates Industry for Camel Milk & Products
FMA	kontrollminta: mesterséges részecskeminta az optikai rendszer ellenőrzésére Fossomatic műszeren
FTIR-spektroszkópia	Fourier transform infrared (Fourier-transzformációs infravörös) spektroszkópia
FT-MIR spektroszkópia	Fourier transform mid-infrared (Fourier-transzformációs közép infravörös) spektroszkópia
IDF	International Dairy Federation
ISO	International Organization for Standardization
MÉ	Magyar Élelmiszerkönyv
MTKI	Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet
nyerstej minősítő laboratórium	A Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet Kft. Kutató-, Élelmiszervizsgáló és Nyerstej Minősítő Laboratórium Nyerstej Minősítő Laboratóriumi Részlege
Pilot-A	a kalibráció és a mérési pontosság ellenőrzésére szolgáló kontrollminta FT-MIR spektroszkóp műszeren
Pilot-B	az FT-MIR spektroszkóp műszer stabilitásának ellenőrzésére szolgáló kontrollminta
SD	Standard Deviation
SE	Standard Error

I. Összefoglalás

A doktori munkám keretében a szarvasmarha és a teve tejének főbb beltartalmi paramétereit vizsgáltuk nagy számú mintán. Első vizsgálatunkban a hazai nyerstej minősítő laboratórium által 2011 és 2020 között megvizsgált 261151 db magyarországi termelői nyers elegytej minta tejsír-, tejfehérje-, laktóz-, zsírmentes szárazanyag tartalom, összcsíraszám és szomatikus sejtszám eredményeit elemeztük. Ebben az időszakban a tejsírtartalom éves átlaga 3,76-3,86 g/100 g, a tejfehérje-tartalom éves átlaga 3,3-3,36 g/100 g volt. A laktóztartalom éves átlaga 4,7-4,81 g/100 g között mozgott, az éves átlagérték folyamatos emelkedését mutatva. A zsírmentes szárazanyag tartalom 8,68-8,84 g/100 g közötti éves átlagértékei esetében szintén egy egyenletes emelkedés volt tapasztalható a vizsgált 10 évben. Az összcsíraszám éves átlagértéke $46-56 \times 10^3$ CFU/ml, a szomatikus sejtszám éves átlagértéke $261-278 \times 10^3$ sejt/ml között mozgott. A tejsír-, tejfehérje-, laktóz- és zsírmentes szárazanyag tartalom havi átlagértékeinek statisztikai elemzése szignifikáns eltérést mutatott a legalacsonyabb és a legmagasabb havi átlagértékek viszonylatában. Ezáltal kijelenthető, hogy a hazai tehénállományok tejében ezen beltartalmi jellemzők éven belül szezonálisan változnak, mely ciklusosság évente ismétlődik. A tejsír-, tejfehérje- és zsírmentes szárazanyag tartalom esetében az értékek nyáron a legalacsonyabbak és a télen a legmagasabbak, viszont a laktóz esetében – melynek periodikus változása enyhébb – a minimum értékek ősszel, a maximum értékek tavasszal mérhetők. Annak ellenére, hogy az összcsíraszám havi átlagértékei is mutattak jelentős eltéréseket, évente ismétlődő ciklikus mintázat nem volt felfedezhető. A szomatikus sejtszám esetében a minimum értékek tavasszal vagy késő ősszel voltak jellemzőek, a maximum értékek nyáron koncentráálódtak a vizsgált 10 éves periódusban.

Második vizsgálatunkban tavasszal és ősszel ellett dromedárok reggeli fejéséből származó tejének az összetételét elemeztük a laktáció teljes időtartamára vonatkozóan. A tavasszal ellett 18 teve esetében összesen 6711 tejminta, az ősszel ellett 23 teve esetében összesen 9775 tejminta vizsgálatára került sor. A teve kettő évet is meghaladó laktációs ciklusa alatt a megtermelt tej mennyisége az első 10 héten át meredeken emelkedik, majd az idő előrehaladásával, szezonális hatástól függetlenül egyenletes csökkenést mutat. Viszont a tevetej beltartalmi paramétereinek közül a tejsír-, a tejfehérje- és a zsírmentes szárazanyag tartalom mennyiségét jelentősebben befolyásolja az évszakos periódus, mint az elléstől eltelt idő. A laktóztartalom esetében ilyen szezonális hatás nem volt megfigyelhető, a laktóztartalom a laktáció előrehaladásával egyenletesen csökken. A vizsgálatokból megállapításra került, hogy a laktáció első heteinek kivételével nagy különbség van a tavasszal és az ősszel kezdődött laktáció tejsír-, tejfehérje- és a zsírmentes szárazanyag tartalmában, a laktáció azonos szakaszát tekintve. Azonban összehasonlítva a beltartalmi paramétereknek a kettő

tevecsoport teljes laktációs idejére számított átlagos értékeit, azok nagy hasonlóságot mutatnak. Így megállapítható, hogy az év különböző szakaszában született tevecsikók hasonló mértékben jutnak hozzá a szükséges mennyiségű tejösszetevőkhöz, csak eltérő ütemben.

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

Summary

In the framework of my doctoral work, we examined the main content parameters of cattle and camel milk in a large number of samples. In our first study, we analyzed the results of the milk fat, milk protein, lactose, solids-non-fat (SNF) content, total germ count (TBC) and somatic cell count (SCC) of 261151 raw milk samples of Hungarian producers examined by the Hungarian Raw Milk Testing Laboratory between 2011 and 2020. During this period, the annual average of the milk fat content was 3.76-3.86 g/100 g, and the annual average of the milk protein content was 3.3-3.36 g/100 g. The annual average lactose content ranged from 4.7 to 4.81 g/100 g, showing a steady increase in the annual average. The annual average values of the SNF content between 8.68 and 8.84 g/100 g also showed a steady increase in the 10 years studied. The annual mean number of TBC ranged from 46 to 56 x 10³ CFU/ml, and the annual mean SCC ranged from 261 to 278 x 10³ cell/ml. Statistical analysis of the monthly mean values of milk fat, milk protein, lactose and SNF showed a significant difference between the lowest and the highest monthly mean values. Thus, it can be stated that the milk fat, milk protein, lactose and SNF contents of the milk of cattle herds change seasonally within a year, which is repeated every year. In the case of milk fat, milk protein and SNF the values are the lowest in summer and the highest in winter, but in the case of lactose – the periodic change of which is the slightest – the minimum values can be measured in autumn and the maximum values in spring. Although the monthly averages of TBC showed significant differences, no cyclical pattern recurring annually could be detected. In the case of SCC, the minimum values were typical in spring or late autumn, the maximum values were concentrated in summer in the studied 10-year period.

In our second study, we analyzed the composition of milk from dromedaries calved in spring and autumn for the entire duration of lactation. A total of 6711 milk samples were tested for the 18 camels calved in the spring and a total of 9775 milk samples were tested for the 23 camels calved in the autumn. During the camel's lactation cycle of more than two years, the amount of milk produced increases sharply for the first 10 weeks, and then shows a steady decrease over time, regardless of the seasonal effect. However, among the content

parameters of camel milk, the amount of milk fat, milk protein and non-fat dry matter is more significantly influenced by the seasonal period than the time since calving. No such seasonal effect was observed for lactose content, the lactose content decreases steadily as lactation progresses. Studies have shown that, with the exception of the first weeks of lactation, there is a large difference in the milk fat, milk protein and non-fat dry matter content of lactation, which began in spring and autumn, at the same stage of lactation. However, comparing the average values of the content parameters for the total lactation time of the two groups of camels, they show great similarity. Thus, it can be concluded that camels born at different seasons of the year have similar amount of milk ingredients, but at different rates.

Decades of domestic experience in improving the quality of raw milk and maintaining good quality can contribute to the determination of the food safety qualification parameters of intensively produced camel milk, as well as to the development of a laboratory control system.

II. Bevezetés

A fejlett piacgazdaságokban fokozott jelentőséggel bír az élelmiszerek minőségi jellemzőinek folyamatos ellenőrzése és javítása, melynek háttérében mindenképp 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 terméktanácsok elfogadott javaslatai és útmutatói szintjén. Ez az eltérés nem csak egy adott ország társadalmi, gazdasági fejlettségének szintjétől függ, hanem a konkrét élelmiszerral kapcsolatos ismereteink mennyiségétől is. Ez utóbbira konkrét példa a szarvasmarha (*Bos taurus taurus*) tejével kapcsolatos több évszázados ismeretanyag mennyiségének szembeállításával az egypúpú teve vagy dromedár (*Camelus dromedarius*) tejével kapcsolatos tudományos ismeretanyag mennyiségével. Tudományos ismeretanyagként itt azon „rendezett, ellenőrzött és rendszerezett tudáskészletre” gondolok, amelyet „jelenségek vagy tények vizsgálatából, megfigyeléséből, kísérletezéséből és elemzéséből módszeresen és szisztematikusan nyerünk” (Encyclopedia Titanica, 2022). 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 tekintem 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 teve 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.

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

III. Irodalmi áttekintés

3.1. A tejképződés

3.1.1. A tejmirigy morfológiája

A tejmirigy (glandula lactifera) a bőr módosult mirigye, a verejtékmirigy módosulata (Zimmermann, 1923). A többi szervhez képest későn, az ivarérettség után fejlődik ki a nőnemű állatokban. Mind a szarvasmarha, mind a dromedár tőgye négy tőgynegyedből áll, azonban a szarvasmarha tőgyének felépítésétől eltérően – amelynél tőgynegyedenként egy tejmedence és egy bimbócsatorna található – a dromedár mindegyik tőgynegyedének két-két külön „tejrendszere” van, melyek külsőleg (a tőgy alakját tekintve) nem különíthetők el (Rezk és mtsai, 2017). További különbség, hogy a dromedár vékonyabb és magasabb testalkatából adódóan a tőgye védettebben helyezkedik el a hátsó lábak között és pigmentáltabb.

Mindkét állatfaj esetében a tőgyet finoman szőrözött bőr (cutis) veszi körül, amelynek felületes rétege vastag többrétegű elszarusodó laphám. Az alatta húzódó, rendezetlen tömötrostos kötőszövetből álló irharétegben a bőrmirigyek ritkásan, elszórtan fordulnak elő. Az irharéteget vékony, kevés zsírszövetet tartalmazó bőr alatti kötőszövet (subcutis) fűzi a tőgy felfüggesztéséért felelős szalagokhoz.

A tőgy szövettani szerkezetére – mindkét állatfaj esetében – a parenchymás szervekre általánosan jellemző felépítés jellemző, vagyis interstitumból és parenchymából áll. A szarvasmarha tejmirigyének szövettani képét az 1. ábra mutatja be.

Az interstitium áll a kötőszövetes tokból (capsula mammae), a kisebb-nagyobb morfológiai részeket elhatároló sővényekből (septumokból), valamint az alveolusokat burkoló perialveoláris kötőszövetből. A sővényeket zsírszövetet is tartalmazó rendezetlen tömötrostos kötőszövet alkotja, a perialveoláris kötőszövetet lazarostos kötőszövet képezi. Az előbbi sejtszegény, az utóbbi számos vérér- és nyirok-kapillárist, valamint idegrostot és kötőszöveti sejteket tartalmaz (Guzsal, 1981).

A működő, laktáló tejmirigy parenchymáját elágazó tubuloalveoláris végkamrák képezik. A zsákszerű mirigyvégkamrák egymás után következő befűződések által gömbölyded kamrácskákra, öblökre (alveolusokra) tagolódnak. Aktív tejszekréció során az alveolusok kitérnek, a közöttük lévő redők elsimulnak, ezért a szomszédos alveolusok egymásba folynak (Guzsal, 1981). A dromedár esetében a tőgynegyedek craniális tejrendszerében több

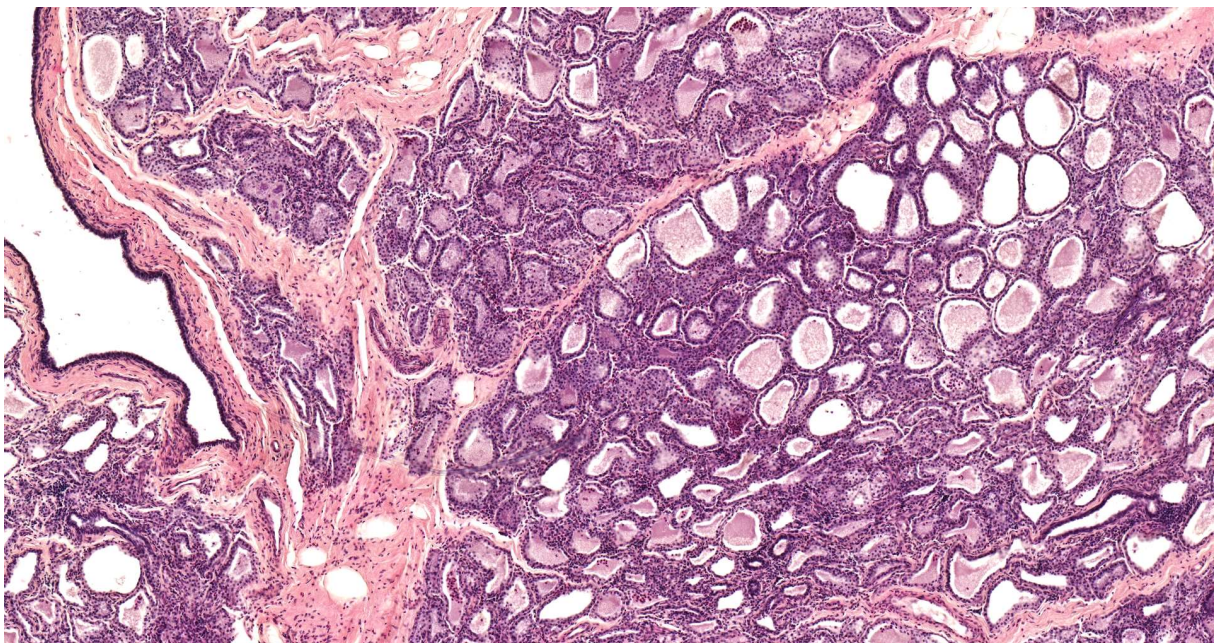
alveolus található és a mirigyek aktívabbak, szemben a caudális tejrendszerrel, ahol kevesebb alveolus található és a mirigyek kevésbé aktívak (Rezk és mtsai, 2017).

A 0,1-0,25 μm átmérőjű alveolusok üregében halvány acidophilan festődő váladék, a tej (lac) látható, falukat egyrétegű mirigyhám, myoepithel és alaphártya építi fel, amelyet az interstitium részét képező perialveoláris kötőszövet veszi körül.

A mirigyhámsejtek változó magasságúak (hengerhám \rightarrow köbhám \rightarrow laphám) a szekréció stádiumától függően. A szekréciós tevékenység kezdetén a sejtek laposak, magjuk is ellapult vagy ovális, citoplazmájuk vékony. A szekréciós tevékenység fokozódásával a sejtek egyre inkább köbhámsejteké alakulnak, magjuk lekerekedik, citoplazmájuk magasabbá válik, strukturáltságuk kifejezettebb. A szekréciós tevékenység végén a citoplazmájuk kúpszerűen beemelkedik az alveolus lumenébe, acidophil szemcsékkel és nagy lipid-granulumokkal kitöltött.

A myoepithel sejtek nyúlványos sejtek, nyúlványaik benyomulnak a mirigyhámsejtek közé. Összehúzódnak az alveolusok lumenének kiürülését eredményezik.

Az alveolusokat alaphártya választja el a perialveoláris kötőszövettől. A perialveoláris kötőszövet lazarusos kötőszövetből áll, amelyben nagy számban vérér-kapillárisok futnak és jelentős mennyiségű vándorsejtet (lymphocytát, plasmasejtet és neutrophil granulocytát) tartalmaznak a fibrocytákon kívül. Az alveolusok üregét halvány acidophilra festődő váladék, a tej tölti ki.



1. ábra: A szarvasmarha tejmirigyének szövettani képe (Hematoxin-eosin). Jól megfigyelhetőek a tejmirigy parenchymáját alkotó, elágazó tubuloalveoláris végkamrák rendszere és az interlobuláris kötőszöveti sövények.

3.1.2. A tej szekréció mechanizmusa és morfológiai háttere

A mirigyhámsejtek apikális felülete mikrobolyhokkal tarkított, laterális felületük záróléccel és desmosomákkal kapcsolódik egymással. A sejtek belsejének bazális részét a durva felszínű endoplasmaticus reticulum tölti ki, a peri- és a supranucleáris zónát a nagy terjedelmű Golgi-apparátus foglalja el kitágult sacculusaival. Apikálisan számos kisebb vesiculum és nagyobb vacuolum figyelhető meg. A sejtekben diffúzan számos mitochondrium lelhető fel.

A tej összetevői különbözőképpen kerülnek be az alveolusok lumenébe. Minden sejt minden összetevő szekréciójára képes, vagyis omnipotensek a tej alkotóelemeinek képzése szempontjából. A különböző anyagok alkotó elemei a perialveoláris kötőszövet kapillárisaiból jutnak a mirigyhámsejtekbe. Az ionok (pl. a Ca^{2+} vagy a Fe^{2+}) és a kis molekulatömegű vegyületek (pl. a vitaminok vagy a glukózból és galaktózból szintetizálódó laktóz) transzcelluláris transzport révén, a mitochondriális ATP energiájának segítségével jutnak át a sejten, majd diffúzió révén jutnak az alveolus üregébe. A fehérjék szintézise a durva felszínű endoplasmaticus reticulum ribosomáin történik, innen transport-vesiculumokba zártan jutnak át a Golgi-apparátusba, ahol a Golgi-cysternákba kerülve lefűződnek, és a sejt apikális zónájába jutva merocrin szekréció révén hagyják el a sejtet.

A zsírok szintéziséhez szükséges zsírsavak a glicerinnel trigliceridet képezve kis lipid-cseppek (chylomicronok) formájában a sejt bazális részén halmozódnak fel. A kisméretű lipid-cseppek egyre nagyobbakká állnak össze, miközben körülöttük membrán alakul ki. A nagyméretű, membránnal körülvett zsírgolyók vagy exocytosisal hagyják el a sejtet, vagy a sejthártyát kidomborítják, és apocrin szekrécióval, kettős membránnal körülvéve kerülnek be az alveolus üregébe.

A dromedár esetében a tőgynegyedek craniális tejrendszeréből származó folyadék *tejszerű*, míg a caudális tejrendszeréből származó inkább *vízszerű* (Rezk és mta, 2017).

3.1.3. A nem működő parenchyma

A nem működő parenchyma nem csak a laktáció végén alakul ki, hanem az aktív szekréció időszakában is megfigyelhetők inaktív mirigylebenykék, amelyek mintegy „belefáradtak” a tejtermelésbe.

Az inaktív végkamrák kisméretűek, faluk összeesett. Lumenükben kevés visszamaradt tej látható vagy üresek. A tej besűrűsödik és az alveolus lumenébe bevándorló phagocytáló sejtek enzimatikusan lebontják a tejet és a „kimerült”, leváló hámsejteket is. A besűrűsödő tejszórak is lerakódhatnak; így jönnek létre a tejkövek. A regenerációt követően az új sejtek alacsonyak, a sejtek nagy részét a sejtmag foglalja el.

3.1.4. A tejutak rendszere

A tejutak vagy a tejmirigyben vagy azon kívül, a tőgybimbóban foglalnak helyet. Az intraglanduláris vezetékek első tagja a szűklumenű intralobuláris vagy terminális vezeték, amelynek hámbélése egyrétegű köbhám. A szekréciós tevékenységet is folytató vezeték hámrétege alatt myoepithel sejtek, illetve alaphártya húzódik. A terminális vezeték az interlobuláris vezetékbe folytatódik. Ezek a tágabb járatok kétrétegű hengerhámmal bélelték, a hám alatti propriában pedig egyre több simaizomsejt jelenik meg. Az interlobuláris vezeték az izmos falú, kétrétegű hámmal bélelt tejútba (ductus lactiferi) folytatódik, amely a tejmedencébe nyílik.

A tejmedence (sinus s. cisterna lactis) tehénben részben a tőgyben (pars glandularis), részben a tőgybimbóban (pars papillaris) foglal helyet. Nyálkahártyájának hámrétege kétrétegű hengerhám, propria rétegében simaizom kötegek foglalnak helyet. A dromedár esetében a tőgynegyedek craniális tejmedencéje és bimbócsatornája szélesebb és vastagabb falú. A craniális tejrendszer parenchymás szövetének nagyobb a mérete, viszont a caudális tejrendszer esetében több a Fürstenberg-féle rozetta (Rezk és mtsai, 2017).

3.1.5. A tőgybimbó morfológiája

A tőgybimbó (papilla mammae) proximális részébe beterjed a tejmedence, distális részének centrumában a bimbócsatorna (ductus papillaris) halad. Míg a szarvasmarha esetében tőgybimbónként egy, addig a dromedár esetében tőgybimbónként kettő bimbócsatorna található (Rezk és mtsai, 2017). A nyálkahártya hámrétege a proximális részen kétrétegű hengerhám, a distális részen többrétegű elszarusodó laphám. A hámréteg alatt mindkét részben propria található, amely vándorsejtekben igen gazdag, nem ritkán nyiroktüszőket is tartalmazó lazarostos kötőszövet. A propria éles határ nélkül megy át a tőgybimbó vázát képező vastag rendezetlen tömöttrostos kötőszövetbe, amely vérerekkel gazdagon ellátott. Ebben a rétegben a proximális részen kisebb-nagyobb kötegeket formálva simaizomsejtek láthatók, amelyek a pars distalisban egységes simaizom réteget képeznek és záróizmot (m. sphincter papillae) hoznak létre. A vázát képező kötőszövet kifelé a bőr irharétegébe folytatódik, amely mirigyektől és szőrtüszőktől mentes. Az irharétegre fekszik rá a bőr epidermise, a többrétegű elszarusodó laphám.

A dromedárok tőgybimbóinak formája, hossza és vastagsága az egyedek között rendkívül nagy változatosságot mutat (egy adott egyed valamennyi tőgybimbója egyforma). Nagy és mtsai (2016) öt tőgybimbó típust különböztettek meg alak és méret szerint: *hengeres*, *kúpos*, *kúpos alappal*, *kúpos-hengeres* és *deformált*.

3.2. A tej fogalma

A *tej* kifejezés egyrészt vonatkozik a nőivarú emlősállatok tejmirigye által kiválasztott biológiai folyadékra, amely az újszülött állatok első tápláléka (tudományos megfogalmazás), másrészt, ha élelmiszerként vagy élelmiszer alapanyagként tekintünk rá, akkor a tej az emberi táplálékul szolgáló, különböző eredetű tejfélések összességét jelenti (Császár és Unger, 2005).

Tejen csak a tehéntejet értjük, a többi állatfaj tejének megnevezésben az állatfaj nevét is fel kell tüntetni (Császár és Unger, 2005).

A termelői nyerstej fogalma a Magyar Élelmiszerkönyv „*Tej és tejtermékek*” című, 2-51 számú irányelve szerint: „*A termelői nyerstej olyan termék, amelyet egy vagy több tehentől, juhtól vagy kecskétől rendszeres, teljes kifejéssel nyernek, amelyet nem melegítettek 40 °C hőmérséklet fölé vagy nem részsesítettek ezzel egyenértékű kezelésben, továbbá amelyből semmit sem vontak el, és amelyhez semmit sem adtak hozzá.*”

A tej és tejtermékek megnevezései védettek, használatukat jogszabályok rögzítik. Az Európai Parlament és a Tanács 1308/2013/EU rendelete (2013. december 17.) szabályozza a tej és tejtermékek megnevezéseinek védelmét. E rendelet, valamint a vonatkozó EU Bizottsági határozatok alapján – a hagyomány miatt – a következő esetekben használható a tej vagy egyéb tejtermék neve „nem tej alapú” termékek megnevezésére: vajretek, gyümölcssajt (pl. birsalmasajt), disznósajt vagy hússajt vagy fejsajt, haltej, kakaóvaj, kókusztej, mogyoróvaj, vajbab, vajkörte. A jogszabályokban nem nevesített szösszetételekben a tej és tejtermékek neveinek alkalmazása nem megengedett (pl. szójatej, rizstej), az ilyen termékjelölések esetében más elnevezést kell használni (pl. szójaital, rizsital).

3.3. A tehéntej

3.3.1. A tehéntej jellemzői, összetétele

A szarvasmarha tejének (tehéntej, tej) érzékszervi tulajdonságaival, fizikai és kémiai jellemzőivel, összetételével, valamint biológiai hatásaival számos kutatás és vizsgálat foglalkozott és foglalkozik jelenleg is, ezáltal nagy mennyiségű szakirodalom áll rendelkezésre. Jelen fejezetben kizárólag a vizsgálatok tárgyát képező jellemzők és tejösszetevők kerülnek bemutatásra.

3.3.1.1. A tej érzékszervi tulajdonságai

A tej színe fehér vagy enyhén sárgásfehér. A tisztán fejt és lehűtött tej gyakorlatilag szagtalan, az ún. tejszag az istálló levegőjétől és a tejjel érintkező eszközöktől alakul ki. A tej

állománya hígan folyó, egynemű, pelyhes kicsapódástól és üledéktől mentes. A tej enyhén édeskés, telt, tiszta ízű. A tej ízét befolyásolja a takarmányozás, az állatok egészségi állapota, a laktáció szakasza, valamint a tejkezelés szakszerűsége és a tej baktériumtartalma (Császár és Unger, 2005).

3.3.1.2. A tej fizikai és kémiai tulajdonságai

A tej sűrűségén az egységnyi térfogatú, 20 °C hőmérsékletű tej tömegét értjük, melyet az alkotórészek sűrűsége és mennyiségi aránya határoz meg. A hamísítatlan tej sűrűsége 1,029-1,034 g/cm³.

A tej felfölöződő képessége alatt azt értjük, hogy állás közben a zsír egy része a tej felületén összegyűlik és tejszínréteget alkot (ún. természetes vagy spontán fölöződés). A természetes fölöződés során a tejben lévő zsírgolyócskák 0,4 cm/óra sebességgel haladnak a tej felszíne felé.

A nyerstej fagyáspontja - 0,53 °C – - 0,56 °C tartományban mozog. Víz hozzáadása esetén a tej fagyáspontja emelkedik (Montgomery és mtsai, 2020).

A nyerstej pH-ja 6,60-6,75 között változik. A 6,5 alatti pH-érték a tej savanyodására utal (Császár és Unger, 2005).

3.3.1.3. A tej összetétele

A tej szerves- és szervesetlen vegyületekből álló ún. polidiszperz rendszer. Változatos összetevői alapján a tej egyaránt emulzió (a tejszír tekintetében), kolloid oldat (a fehérjék és vízben oldhatatlan ásványi anyagok tekintetében), valamint valódi oldat (a tejcukor és a vízben oldódó ásványi anyagok tekintetében).

A tej legnagyobb arányú komponense a **víz**. A vízben különböző fázisban megtalálható tejalkotórészek összessége jelenti a tej szárazanyagát. A szárazanyag zsírtartalommal csökkentett hányada a zsírmentes szárazanyag.

A **zsír** átlagosan 3-4 µm átmérőjű golyócskák formájában van jelen a tejben, melyeket többrétegű burok, ezen belül vékony fehérjeburok vesz körül. Ez a fehérjeburok akadályozza meg a zsírgolyók összetapadását (Császár és Unger, 2005). Legnagyobb részben trigliceridek (96-99%), kisebb mennyiségben ún. zsírszerű anyagok (lipidok) alkotják. A tejszír zsírban oldódó vitaminokat és színezékeket is tartalmaz. A legújabb táplálkozástudományi kutatások szerint a tejszírgolyócskák membránjának szerepe van pozitív egészségügyi hatások kiváltásában (Argov és mtsai, 2008).

A **tejfehérjék** kettő fő csoportra bonthatók a fizikai tulajdonságaik alapján: kazein- és savófehérjékre. A kettő átlagos aránya a tehéntejben 80:20, azaz 1 rész tejfehérje 80%-a (78-82%) kazein, 20%-a (18-22%) savófehérje.

A kazein főbb jellemzői:

- összetett fehérje,
- oltóenzim vagy sav hatására kicsapódik (denaturálódik),
- hőre stabil, nem csapódik ki 100 °C alatti hő hatására,
- az egyes kazeinek submicellákban rendeződnek el, a submicellák micellává kapcsolódnak össze,
- a kazeinmicellák mérete 80-120 nm,
- a micellán belül helyezkedik el az α - és β -kazein, a micella felületén a sajtgyártásban fontos κ -kazein,
- kalcium-foszfát hidak tartják össze.

A savófehérjék főbb jellemzői:

- egyszerű fehérjék,
- nem csapódnak ki oltóenzim és sav hatására (visszamaradnak a savóban),
- hőre érzékenyek, 70 °C felett jelentős mértékben kicsapódnak (tej forralásánál ez okozza a jellegzetes „főtt ízt”),
- a savófehérjék mérete (3-6 nm) nagyságrendekkel kisebb, mint a kazein micella.

A tehéntejben – beleértve a kolosztrumot is – eddig 514 bioaktív fehérje került azonosításra (Hejel és mtsai, 2021).

A **tejcukor (laktóz)** glükózból és galaktózból álló diszaharid, mely természetes formában csak a tejben található meg. A tejcukor a tej legállandóbb mennyiségű alkotórésze.

3.4. A tevetej

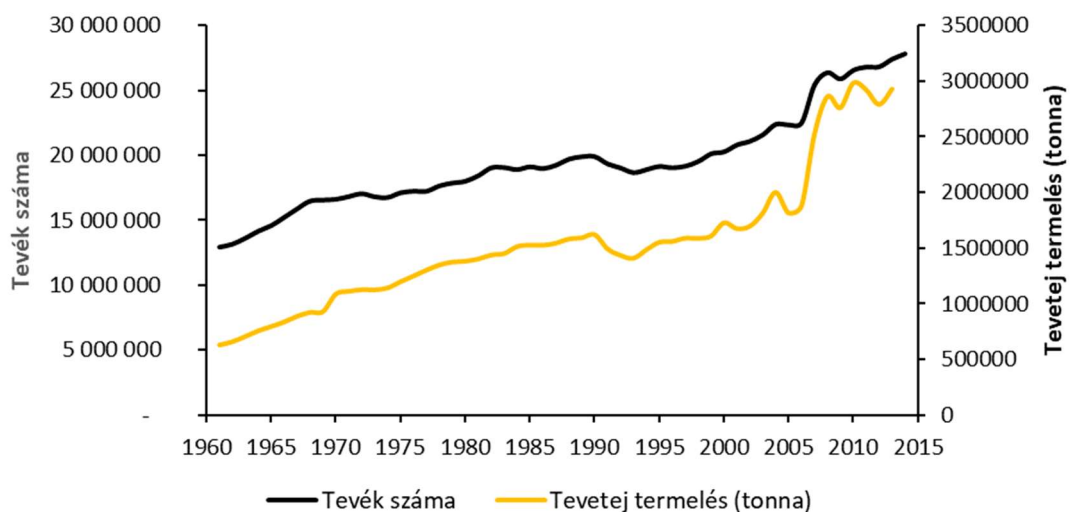
3.4.1. A világ teveállománya

A Camelidae (tevefélék) családjába jelenleg 3 fajt sorolnak: egypúpú teve (dromedár – *Camelus dromedarius*), kétpúpú teve (*Camelus bactrianus*), valamint az ún. vadon élő teve (*Camelus ferus*). A tevetej termelés szempontjából az első kettőnek van jelentősége. Az Arab-félsziget, India, Pakisztán, valamint Kelet- és Észak-Afrika a dromedár faj élettere, amely kiválóan alkalmazkodott a meleg, száraz, sivatagos, kietlen környezethez. (A „dromedár” elnevezés a görög „dromeus” szóból ered, jelentése: versenyfutó.) A dromedár fajhoz tartozó állatok karcsúak, lábuk hosszú és szőrük rövid (2. ábra). Ezzel szemben a kétpúpú teve a hideg, száraz klímájú éghajlati környezethez alkalmazkodott, így elsődlegesen Belső-Ázsia országaiban, Kínában, Mongóliában honos. A dromedárhoz viszonyítva némileg kisebb és zömökebb testfelépítésű, lábai rövidebbek, két jellegzetes púpjá van, és jó minőségű gyapjú borítja.



2. ábra: Emirátusi típusú egypúpú tejelő teve (Nagy, 2017)

A világ teveállománya az elmúlt 50 évben megkétszereződött, és mára meghaladja a 25 millió egyedet (3. ábra). Ebből csaknem 20 millió állat Afrikában, míg 5 millió teve a Közel-Keleten és Ázsiában él. A legnagyobb tevelétszámok Szomáliában (7 millió) és Szudánban (3,2 millió) található. Az egypúpú tevék lényegesen többen vannak, mint a kétpúpúak (az arányuk kb. 10:1), a dromedárok száma meghaladja a 22 milliót, és egyre növekszik. Ez a gyakori aszályoknak, az elsivatagosodás folyamatának, a globális klímaváltozásnak és a túllegeltetésnek tudható be. A sivatagos területeken élő népeknek élelmiszer- és folyadékigényük kielégítéséhez szükségük van a változó klimatikus viszonyokhoz jól alkalmazkodó állatfajokra. Kenyában 30 évvel ezelőttig nem volt honos állat a teve, amelyet a szomszédos országokból telepítettek be a helyi népek, mert jól tudták, hogy ezek az állatok csekély vízigényük folytán kiválóan alkalmazkodnak a sivatagi viszonyokhoz, és amellet, hogy táplálékforrássul szolgálnak, teherhordóként is segítik gazdáikat.



3. ábra: A tevék számának és a megtermelt tevetej mennyiségének alakulása 1961 és 2015 között (FAO, 2016)

3.4.2. A tevetej fogyasztás szerepe és jelentősége

Az Egyesült Nemzetek Szervezetének Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezete (FAO) már 1981-ben részletesen foglalkozott a tevetej élelmezésügyi jelentőségével, hiszen a tevé képes megélni és az embernek táplálékot biztosítani a Földnek azon területein, ahol a legnagyobb az éhezés, különösen az éghajlati körülményekből kifolyólag. Ezeken a területeken az élelmiszerhiány szorosan összefügg a vízhiánnyal, és az alacsony vízigényű tevének fontos szerepe van a sivatagi, félsivatagi népek táplálékellátásában. Ezt a megállapítást támasztja alá az a megfigyelés, hogy a dromedárok képesek a folyamatos és állandó szintű tejtermelésre akkor is, ha csak hetente egy alkalommal jutnak ivóvízhez (Bekele és mtsai, 2011). Ezért a tevék tartása vízgazdálkodási szempontból is előnyösebb, hiszen nagyságrendekkel alacsonyabb a vízszükségletük, mint a szarvasmarháké.

A nomád népek körében a friss, vagy fermentált tevetej tradicionális élelmiszernek minősül és úgy emlegetik, mint a „sivatag fehér aranya” (Wernery, 2006). Az utóbbi években a nyugati országokban is egyre nő a tevetej iránti kereslet, ami különleges összetételének és a vélt vagy bizonyított kedvező egészségre gyakorolt hatásainak köszönhető. A tevetej nemcsak értékes tápanyagok, hanem funkcionális tulajdonságú anyagok gazdag forrása is, amelyek kedvező hatást gyakorolhatnak a fogyasztók egészségi állapotára (Nikkhah, 2011). Zibae és munkatársai (2015) a tevetej gyerekekre gyakorolt táplálkozási és terápiás hatását vizsgálták átfogó tanulmányukban. Ebben a fejezetben terjedelmi okokból eltekintünk a tevetej egészségügyi hatásainak további részletezésétől, és utalunk az irodalomban található összefoglalókra. Arra viszont felhívjuk a figyelmet, hogy a haszonállatok tejei közül a tevetej fehérje összetétele hasonlít leginkább az anyatej fehérje összetételére (sok α -laktalbumin és hiányzó β -laktoglobulin). A kedvező egészségügyi hatások nemcsak a tevetej, hanem a belőle készített fermentált termékek (pl. shubat Kazahsztánban) fogyasztásakor is jelentkezhetnek.

3.4.3. A tevetej termelés rövid áttekintése

A FAO által közölt adatok alapján a világszinten megtermelt tevetej mennyisége évről évre emelkedő tendenciát mutat, melynek eredményeképpen az elmúlt 50 évben a megtermelt tevetej mennyisége a többszörösére nőtt (1961: 1,3 millió tonna tej, 2011: 3 millió tonna tej). A tejtermelés növekedésének egyik oka a folyamatosan emelkedő állatlétszám (3. ábra), másrészt a fejésbe vont tevék nagyobb aránya (Faye és Bonnet, 2012). Ugyanakkor az egy állatra vetített átlagos tejtermelés mennyisége nem emelkedett jelentősen. A tevék egyedi tejtermelésének jelentős növekedéséhez a tevetej termelés higiéniai hátterének javítása, az optimális tartási, takarmányozási, állatjóléti feltételek biztosítása, valamint a szelektív

tenyésztési programok és asszisztált reprodukciós módszerek tudatos és széleskörű alkalmazása szükséges.

Irodalmi adatok szerint a dromedárok egyedi tejtermelése 1.000 és 12.000 liter között mozog a 8–18 hónapos laktáció alatt, de országonként és területenként nagy különbségek tapasztalhatók (1. táblázat). A kétpúpú tevék tejtermelése lényegesen elmarad ettől a szinttől, a napi termelt tejmennyiségük mindössze kb. 0,25-1,5 liter között mozog (Fábri és mtsai, 2014).

A tevetej túlnyomó részét még napjainkban is elsődlegesen a kisebb-nagyobb állománnyal rendelkező nomád, beduin családok termelik, ahol a tevéket kézzel fejjik. A tejet általában nem hőkezelik, savanyítva vagy füstölve tartósítják, helyben fogyasztják és csak töredék mennyiség kerül kereskedelmi forgalomba. Az utóbbi időben a világ számos pontján (Indiában, Kenyában, Mauritániában, Egyesült Arab Emírátságokban) hoztak már létre tejbegyűjtő és -feldolgozó üzemeket, ahol hőkezelést (pasztörözés, UHT-hőkezelés) követően csomagolják és értékesítik a tevetejét. Az ilyen üzemek esetén a legnagyobb gondot a begyűjtött tej bizonytalan minősége és mennyisége okozza, mivel nem megfelelőek a higiéniai viszonyok. Az állatok extenzív tartása és a változó időjárás miatt a szaporodásbiológiai és termelési mutatók nehezen tervezhetők. Csapadékosabb években a dúsabb növényzetnek és a jó takarmánynak köszönhetően több tevé vemhesül, ami a következő évben tejbőséget okoz. Ezzel szemben aszályos éveket követően, amikor az állatok nem termékenyülnek, tejhiány tapasztalható.

Ország	Napi tejhozam (kg)	Tejhozam (305 nap alatt)	Laktációs periódus (hónap)
AFRIKA			
Etiópia (dromedár)	5-13	1525-3965	12-18
Líbia (dromedár)	8,3-10	2532-3050	9-16
Szomália (dromedár)	3-9	915-2745	9-18
Szudán (dromedár)	5-10	1525-3050	10-12
ÁZSIA			
Egyesült Arab Emírségek (dromedár)*	4,7-6	3100	19
India (dromedár)	4,5-18	1655-5551	10-18
Kína (baktrián)	1,7-5	514-1525	14-18

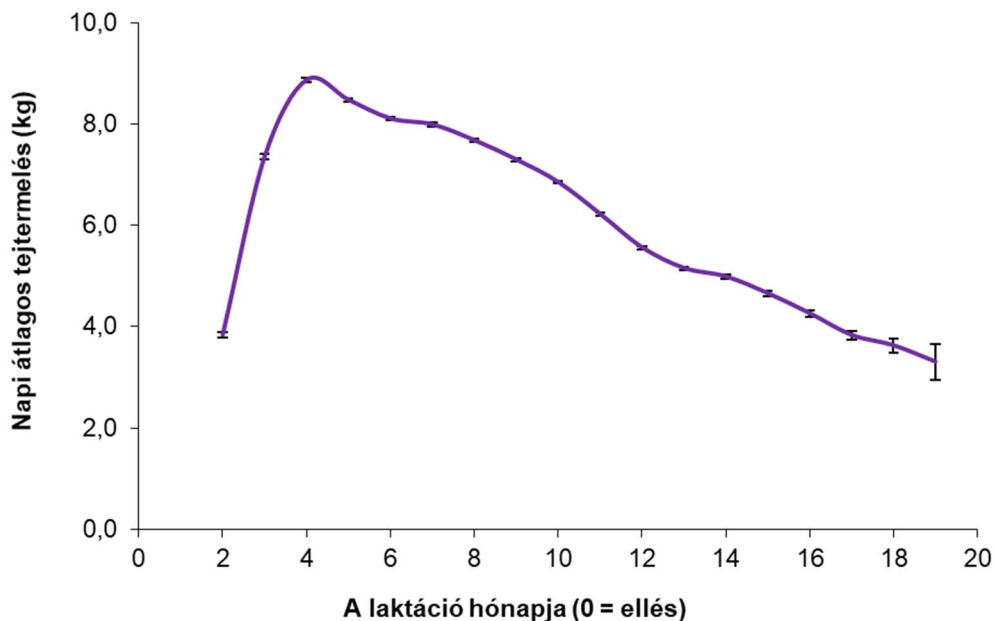
*Gépi fejés.

1. táblázat: Tevék tejtermelésének jellemzői a világ néhány jelentős tevetej termelő országában (Nagy és mtsai, 2017)

A tejhigiénia javításának egyik módja a tevék gépi fejése, mellyel az egykori Szovjetunió területén próbálkoztak először az 1970-es évek elején. A tevetej modern gazdasági

szemlélettel és a tudományos ismeretek figyelembevételével történő termelésének úttörője a 2006-ban Dubaiban alapított Emirates Industry for Camel Milk & Products (EICMP) nevű cég. A vállalat magyar munkatársai világon elsőként fejlesztettek ki egy integrált, intenzív nagyüzemi tevetejtermelő rendszert. A farm a megépülésétől kezdődően a világ élvonalában van. Az itt végzett termelési, tenyésztési és tudományos munka eredményei ráirányították más országok agrár-szakembereinek a figyelmét az intenzív tevetejtermelésben rejlő előnyökre és lehetőségekre. Megfelelő takarmányozással, állattartási körülmények biztosításával és állattenyésztési szakértelemmel bizonyos tevefajták esetében akár a napi 20 literhez közeli, esetleg rövid ideig azt meghaladó tejhozam is elérhető (Nagy és mtsai, 2012).

Már a telep kialakításánál figyelemmel voltak arra, hogy a mindennapi működtetés során gyűjtött adatok, felhalmozott tapasztalatok segítsék azt a gondosan megtervezett egyedülálló tudományos munkát, amely eredményeit ma már világszintű érdeklődés övezi. Az alapítás óta folyamatosan gyűjtött termelési, szaporodásbiológiai és állategészségügyi adatok elemzése olyan fontos következtetések levonását teszi lehetővé, amelyek az alapismeretek bővítése mellett a hatékonyabb gyakorlati megoldások kialakításához is hozzájárul. Erre egy példa a telepen tartott és géppel fejt tevék tejtermelési adatainak hosszú távú nyomon követése, mely alapján leírták az intenzív termelési rendszerben tartott dromedárokra jellemző laktációs görbét (4. ábra). E szerint a tejtermelés csak a laktáció 4. hónapja körül éri el a maximumát, majd lassú csökkenést követően, a 16. hónap körül esik vissza a felére, és a laktációs periódus hossza meghaladhatja az 500 napot.



4. ábra: Intenzív körülmények között tartott dromedárok (*Camelus dromedarius*) napi átlagos tejtermelése a laktáció során (174 állat 55 971 fejési adata, Nagy és mtsai, 2013)

3.4.4. A tevetej összetétele, jellemzői

A modern, nagyüzemi tevetartás csak 10-15 éves múltat tekint vissza, ezért jelenleg még kevés számú jól definiált, homogén fajtaállományú tevetelep található. A dromedárok túlnyomó többségét hagyományos, nomád tartási körülmények között tartják, ahol számos különböző tevefajta, ún. ökotípus fordul elő. E tény nehezítette a tevetej összetételének pontos leírását. A tevetej beltartalmi értékeinek vonatkozásában is több, sokszor egymásnak ellentmondó publikáció született (ld. 7.2. fejezet). Ennek ellenére megállapíthatjuk, hogy a tevetej bizonyos összetevőinek aránya egyértelműen eltér a tehéntejétől. A különböző fajták tejének összetétele, ahogy a szarvasmarha esetében is, eltérhet egymástól (Elamin és Wilcox, 1992, Gaili és mtsai, 2000), bár a fajták közötti különbségek biológiai értelemben nem tűnnek jelentősnek. Az állatok földrajzi elhelyezkedése is hatással van a tevetej összetételére (Konuspayeva és mtsai, 2009). Magyar kutatók a közelmúltban elvégezték – a rendelkezésre álló szakirodalmi adatok feldolgozásával, valamint nagy mennyiségű saját mérés alapján – a tevetej beltartalmi értékeinek összehasonlító vizsgálatát. Eredményeiket a tejtudományok terén egyik legelismertebb nemzetközi tudományos szakfolyóiratban (*Journal of Dairy Science*) publikálták, ill. publikálják folyamatosan (Nagy és mtsai, 2017).

A tevetej érzékszervi tulajdonságait tekintve átlátszatlan, opálos, fehér színű. Íze a sóstól az enyhén édesig terjedhet, melyet jelentősen befolyásol a teve által elfogyasztott növényzet és takarmány minősége, valamint a rendelkezésre álló ivóvíz mennyisége (Al-Saiady és mtsai, 2012). A tevetej átlagos összetétele: 89,31% víz, 2,94% fehérje, 2,89% zsír, 4,15% laktóz és 0,71% ásványi anyag (Fábri és mtsai, 2014). A tevetejben a β -kazein a meghatározó kazeinfrakció, a savófehérjék közül pedig az α -laktalbumin és a szérumalbumin a fő komponensek, míg β -laktoglobulin egyáltalán nem fordul elő benne. Ez utóbbi tulajdonságai miatt mondható el, hogy az ember által fogyasztott tejek közül a tevetej hasonlít leginkább az anyatejhez. Tekintettel arra, hogy a tejfehérje allergiában szenvedők körében a β -laktoglobulin a leggyakoribb allergén, a tevetej ilyen betegség fennállása esetén is fogyasztható (Ehlayel, 2011). Ennek is köszönhető, hogy az utóbbi időben egyes fejlett nyugati országokban, például az Egyesült Államokban egyre nő a tevetej iránti igény (Industry Report, 2022).

A tevetej átlagos pH-ja 6,61, átlagos sűrűsége 1,032 g/cm³ (Kouniba és mtsai, 2005).

A laktoferrin 0,229 +/- 0,135 mg/ml-es mennyiségben fordul elő a tevetejben, ami a tehéntej átlagos laktoferrin-tartalmához (0,1387 mg/ml) viszonyítva magas (Konuspayeva és mtsai, 2007).

A tevetej zsírtartalma széles határok között mozog, de általában alacsonyabb a tehéntejénél, és a zsírgolyócskák mérete is kisebb (1,2-4,2 μ m). Zsírsavösszetétele eltérő a tehéntejhez és a kiskérődzők tejéhez képest, ugyanis a tevetejben csak nagyon kis mennyiségben fordulnak elő a rövid szénláncú (C₄-C₁₂) zsírsavak, viszont a közepes és

hosszú szénláncú (C₁₄-C₁₈), illetve a telítetlen és többszörösen telítetlen zsírsavak részaránya jelentős, emiatt a tevetetet még több napos állás után is nehéz lefölni.

A laktóz-koncentráció a különböző tevék tejében 2,8% és 5,8% között változik, de egy adott egyed tejében a laktáció során a többi makrokomponenshez képest kevésbé változik (Nagy és mtsai, 2013). Fontos kiemelni, hogy a tejjel kapcsolatos táplálkozási problémák közül a laktóz-intoleranciának és a tejfehérje-allergiának eltérő a mechanizmusa, háttere (Bahna, 2002). Mint korábban említettük, a tevetej tehéntejtől különböző fehérje-összetétele lehetővé teszi tejfehérje-allergiások számára a fogyasztását. Ugyanakkor a tevetej laktóz-intoleranciával élők esetében ugyanúgy tüneteket okozhat, mint a nem laktózmentes tehéntej fogyasztása.

A tevetej C-vitamin tartalma a többi állatfaj tejéhez viszonyítva magasabb, 25-60 mg/l-es mennyisége a tehéntejének háromszorosa. Természetesen bizonyos más élelmiszerekhez, például a gyümölcsökhöz viszonyítva ez nem különösen magas, de a sivatagi és félsivatagi körülmények között élő nomád népek számára csak a tevetej volt elérhető C-vitamin forrás. Niacin-tartalma szintén magasabb, de A-vitamint, tiamint, riboflavint és B₁₂-vitamint valamivel alacsonyabb mennyiségben tartalmaz, mint a tehéntej. E-vitamintartalma nagyjából azonos. A tevetej ásványi anyag tartalmával kapcsolatban kiemelendő, hogy nátriumban, kalciumban és klórban gazdagabb, mint az egyéb állatfajoktól származó tejek (Fábri és mtsai, 2014). Mehaia és munkatársai (1995) mérései szerint 100 g tevetej 109-120 mg kalciumot, 11,6-13 mg magnéziumot, 83,5-90,1 mg foszfort, 64,6-73,4 mg nátriumot és 124-172 mg káliumot tartalmaz.

3.4.5. A tevetej felhasználási területei napjainkban

A háztáji felhasználáson túl, a tejiparban szokásos hőkezelési eljárások közül elsődlegesen a pasztörözési eljárással kezelt fogyasztói tevetej ma már kereskedelmi forgalomban is kapható. Sőt, szélesítendő a termékpalettát, különböző ízesítésű változatok is elérhetők. Azonban a nyers tevetej minőségében tapasztalható nagymértékű eltérések miatt, még a rutin eljárásnak tartott pasztörözéssel is nagyon eltérő eltarthatósági idejű késztermék állítható elő. Rosszabb higiéniai körülmények között előállított tevetejből csak néhány napig fogyasztható termék készíthető (tunéziai példa: 5. és 6. ábra), míg a nagyüzemben, szigorú minőségbiztosítási feltételek betartása mellett előállított fogyasztói tevetej eltarthatósága meghaladhatja a 14 napot is (dubai példa).



5. ábra: Nomád tartású dromedárok Tunéziában (a szerző felvétele)



6. ábra: Nomád tartású dromedár kézi fejése Tunéziában (a szerző felvétele)

A folyamatos hűtési igény és a maximum 2 hetes eltarthatósági idő jelentősen korlátozza a termékek előállítás helyétől nagyobb távolságra, nemzetközi piacokra történő szállítását és forgalomba hozatalát.

A fentiekből látható, hogy a tevetej és a belőle készített termékek szélesebb körű elterjedésének feltétele a csíramentesség minél hosszabb időn át történő biztosítása a minőségi jellemzők egyidejű megőrzése mellett. Felismerve ezt a problémát, a Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet Kft. munkatársai kidolgozták a pasztörözött tevetej akár kettő hónapos eltarthatóságát is biztosító technológiai megoldást (Bukovics és mtsai, 2015).

A közelmúltban megjelent az első UHT eljárással előállított fogyasztói tevetej készítmény is, mely hűtés nélkül jelentősen hosszabb ideig fogyasztható. Az UHT berendezés magas beruházási költségigénye miatt e megoldás csak nagyüzemi szinten, megfelelő mennyiségű tejalapanyag folyamatos biztosítása mellett alkalmazható nyereségesen.

Tevetejből tejpor készítésével szintén megoldható a hosszú-távú tárolás, és így élelmiszeripari alapanyagként is felhasználható (pl. tevetej-csokoládé gyártáshoz). A tejpor előállítására több technológiai mód ismert, melyek kiválasztásának egyik alapfeltétele a porítandó tejalapanyag mennyisége és a tejpor elérni kívánt minőségi paraméterei. Kisebb tejmennyiségnél az ún. fagyasztva szárításos eljárás alkalmazható (Ibrahim és Khalifa, 2015), amely a jelentős költség- és időráfordítás mellett az így előállított tejpor minőségi jellemzőit tekintve sem előnyös (nagy szemcseméret, rossz oldhatóság). Jobb termékjellemzők és gazdaságosabb működtetés elérése érdekében a Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet Kft. az EICMP-vel való együttműködés keretében kidolgozta a tevetejpor porlasztva szárításos eljárással történő előállításának technológiáját, szem előtt tartva a tevetej ismert előnyös minőségi jellemzőinek minél hosszabb eltarthatósági idő mellett történő megőrzését (Bukovics és mtsai, 2015).

A tevetej eltarthatósága egyéb termékek, így például sajtok előállításán keresztül is növelhető. Azonban a tevetej sajátságos fehérje-összetétele (Al haj és Al Kanhal, 2010) miatt a hagyományos sajt készítési módszerek nem megfelelőek. Ennek ellenére több országban, mint pl. Marokkó, Mauritánia, Szaúd-Arábia, Egyesült Arab Emírségek már sikerült tevetejből lágy sajtot készíteni (Ismail és mtsai, 1998, Ismaili és mtsai, 2016). Ezen próbálkozások jelentős része még kísérleti jellegű, és további fejlesztések szükségesek. Hazánkban is zajlanak tevesajt készítésére irányuló kísérletek, melyek eredményei még nem kerültek publikálásra.

Fontos megemlíteni, hogy a tejjel és a tejtermékekkel kapcsolatos modern tudományos ismeretek tevetejen és tevetejből készíthető termékeken történő alkalmazására irányuló kísérletek már szintén történtek hazánkban (Varga és mtsai, 2014).

3.5. A magyarországi nyerstej minősítési rendszer kialakulása

Magyarországon „a mezőgazdasági termények, termékek és cikkek hamisításának tilalmazásáról” szóló 1895. évi XLVI. törvénycikk rendelkezik arról először, hogy a tej és tejtermékek hamisítása, valamint a hamisítottak forgalomba hozatala tilos.

1903-ban a földművelésügyi kormányzat Ujhelyi Imre vezetésével létrehozta Magyaróváron a Magyar Királyi Tejkísérleti Állomást (7. ábra). Ujhelyi Imre számos, a tejjgazdasággal kapcsolatos úttörő munkája mellett a tejellenőrzés bevezetésére is nagy hangsúlyt helyezett. A kezdeti időszakban elsősorban zsírvizsgálatok végzése történt, majd bővült a vizsgálatok köre baktériumszámra és fizikai tisztaságra is.



7. ábra: A Magyar Királyi Vegykísérleti Állomás és a Tejkísérleti Állomás közös épülete Mosonmagyaróváron 1904-ben

A Budapesti Állatorvosi Főiskolán Fettick Ottó révén létesült Tejhygiéniai Laboratórium 1906-ban, és a hallgatóságnak kötelező tárgyként írták elő a „tejhygiéne” stúdiumokat (Mészáros, 2005).

A tejjel szembeni akkori követelmények meghatározták az ellenőrzés feladatait: „...a tej betegségeket előidéző baktériumokat ne tartalmazzon, a tej ne legyen tisztátalan, összetétele rendes, kinézése szaga, íze szintén szabályszerű legyen”.

A már 100 évvel ezelőtt alkalmazott vizsgálati módszer közül több időtállóan bizonyult, úm. az alkoholpróba a kezdődő savanyodás, a tej frissességének megállapítására, a savfok meghatározása lúggal való közömbösítéssel; a peroxidáz enzim kimutatására irányuló Storch-féle próba a megfelelő pasztörözöttség megállapítására (Csapó és mtsai, 2016); areométeres fajsúlymérés a fölözéses hamisítás ellenőrzésére; üleptetés és szűrés a tisztaság megállapítására; metilénkék redukciós próba a rendellenes bakteriális fertőzöttség megállapítására; Petri-csészés leoltás a különböző baktériumok kimutatására; vajsavas erjedés próba a gázfejlődéssel járó spórás fertőzöttség kimutatására.

A zsírtartalom meghatározására Gerber 1892-ben dolgozta ki butirométeres módszerét, mely az 1930-as évek közepétől már hazánkban is ismert és alkalmazott eljárás volt és maradt a mai napig.

Az 1940-es években bekövetkezett súlyos tejhiány a tejminőség alakulására is hatással volt. A minőség romlása elsősorban a szállítmányok savanyodásában, a zsírtartalom csökkenésében, vizezés formájában megjelenő tejhamisításban nyilvánult meg.

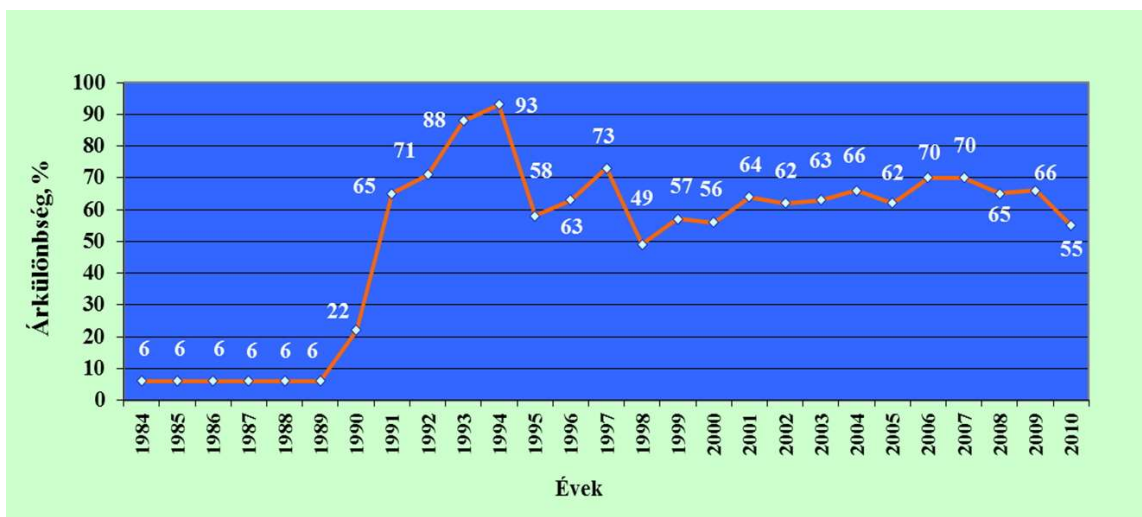
A tejminőség javulásában jelentős előrehaladást jelentett az az 1950-es évek végén, központi utasításra bevezetett szabály, mely szerint kötelező a tejfeldolgozókhöz beszállított tejet rezazurin próbával megvizsgálni. Ez a reduktáz-enzimpróba különösebb felszereltséget nem igénylő, gyors vizsgálat, mely a tej bakteriális fertőzöttségéről adott információt (Bíró, 1966).

A későbbiekben egyre nagyobb jelentőséget nyertek a tej higiéniai állapotát jelző értékmérők, ugyanis a tejárat befolyásoló tényezőkké váltak. Az egyre fejlődő műszaki-technológiák tejipari alkalmazása megkövetelte a tej minőségének tovább javítását, azonban a felállított újabb és szigorúbb követelmények teljesítését csak úgy lehetett elérni a tejtermelőknél, ha ebben sikerült őket érdekeltté tenni. E motiváció eredményességének egyik lába a megfelelő laboratóriumi háttérrel rendelkező, korszerű és átfogó hatósági ellenőrzés, a másik lába pedig az ún. árkonzekvencia rendszerének bevezetése volt.

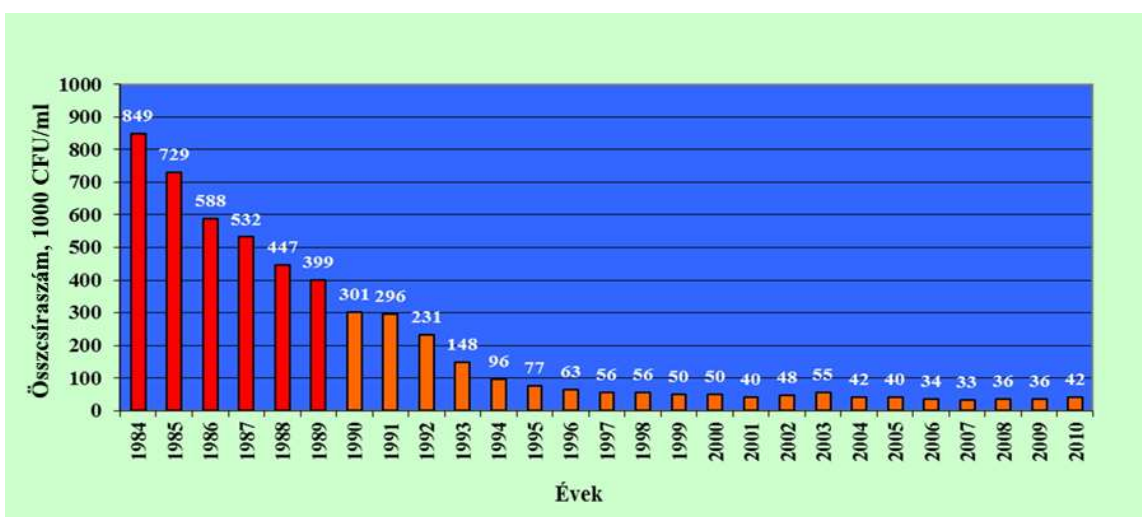
A magyarországi termelői nyerstejek árkonzekvens minősítési rendszerének kidolgozása, bevezetése és működtetése a kezdetektől, azaz az 1980-as évek elejétől a Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet nevéhez kötődik. A négy regionális laboratóriummal való indulástól a budapesti, legkorszerűbb műszerekkel felszerelt, központi, akkreditált, hatósági eljárást megalapozó tejjvizsgálatra alkalmas laboratórium létrehozásán keresztül napjainkig jól nyomon követhetők a fejlődés egyes szakaszai (Unger, 1996).

Az 1970-es évek végén kormányzati döntést követően az Intézet kapta meg a feladatot, hogy a fejlett tejgazdasággal rendelkező országokhoz hasonlóan, Magyarországon is elindítson egy átfogó ellenőrzési rendszert, mely igazodik a nemzetközi normákhoz az előírt minőségmérő paraméterek tekintetében, és árbefolyásoló hatása révén biztos elindítója lesz a tejminőség javítására irányuló törekvéseknek (Unger, 1996).

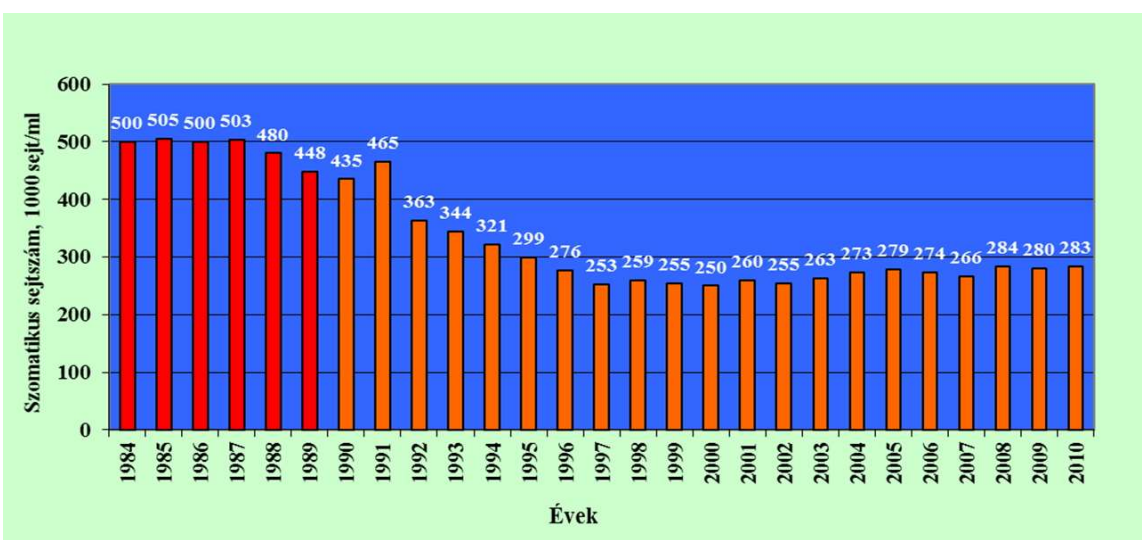
A minőséget mérő paraméterek meghatározása, azok rendszerszintű, az egész országot átfedő objektív vizsgálata, az előírások szigorodása, az árkonzekvencia (8. ábra) szükségszerűen maga után vonta a tejminőség javulását. Ezen időszak alatt közel tizedére csökkent az összcsíraszám (9. ábra) és közel felére a szomatikus sejtszám (10. ábra), melyek a higiénikus tejkezelés, illetve a tejelő állatok tőgyegészségügyi állapotának legfőbb értékmérői. Jelentősen csökkent a tejbe került antimikrobiális gyógyszermaradványok, az ún. erjedést gátló tejidegen anyagok (a köznyelvben: gátlóanyagok) mennyisége (11. ábra), ahogyan az idegen víztartalom (12. ábra) is.



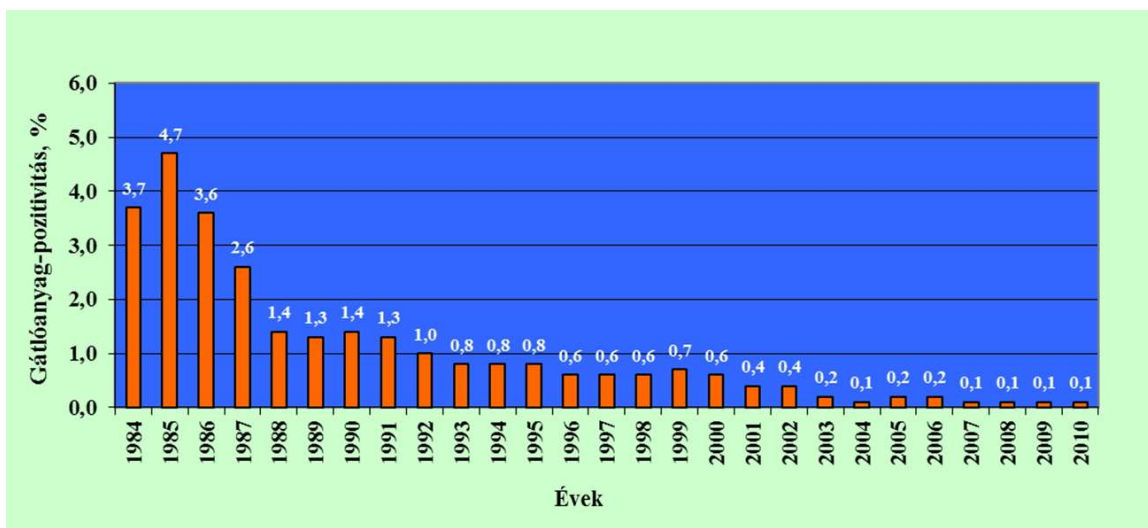
8. ábra: A legjobb és a legrosszabb minőségű tej ára közötti különbség Magyarországon 1984-2010 között (Forrás: Tej Terméktanács, Tejipari Egyesülés, AKI PÁIR)



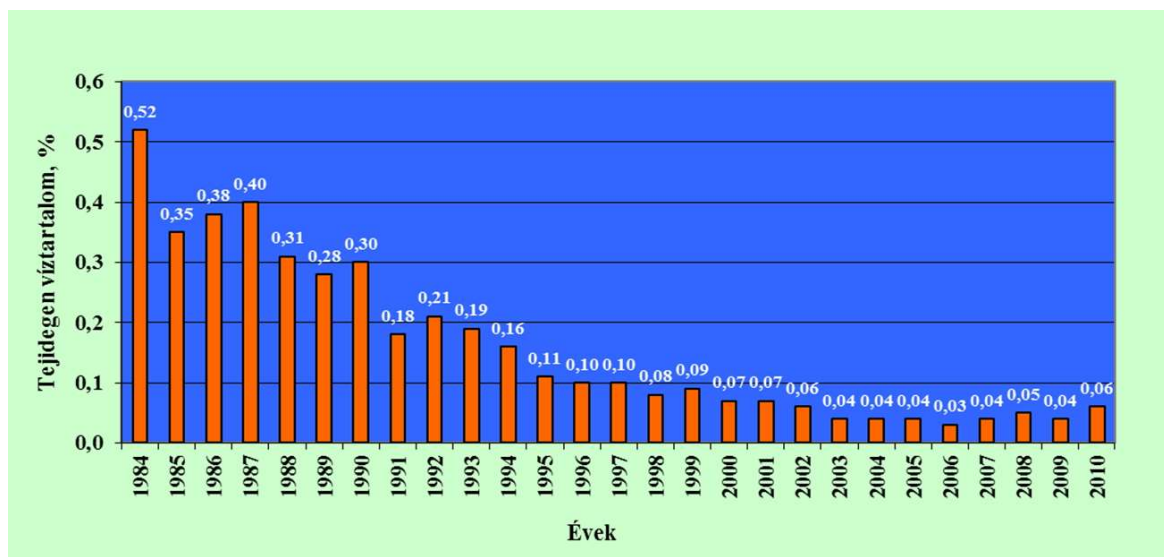
9. ábra: A nyerstej összcsíraszámának változása Magyarországon 1984-2010 között (Forrás: Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet)



10. ábra: A nyerstej szomatikus sejtszámának változása Magyarországon 1984-2010 között (Forrás: Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet)



11. ábra: A gátlóanyag-pozitív nyerstej arányának változása Magyarországon 1984-2010 között (Forrás: Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet)



12. ábra: A nyerstej átlagos idegen víztartalmának alakulása Magyarországon 1984-2010 között (Forrás: Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet)

Az 1991-ben hatályba lépett és több mint 10 évig érvényben lévő tejszabvány által támasztott követelmények már összhangban voltak a nyerstej, a hőkezelt tej és a tej alapú termékek előállítására és forgalomba hozatalára vonatkozó egészségügyi előírások megállapításáról szóló, az Európai Közösség Tanácsa által 1992. június 16-án kiadott 92/46/EKG irányelvvel. A Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet laboratóriumi műszaki hátterének technológiai fejlesztése lehetővé tette a budapesti Nyerstej Minősítő Laboratóriumának 1999. évben megvalósított akkreditációját, mely nagyban hozzájárult ahhoz, hogy Magyarország 2004. május 1-jén történt Európai Unióhoz való csatlakozása idejére már minden tekintetben EU-konform nyerstej minősítő rendszer működött Magyarországon.

Mára a Magyarországon forgalomba kerülő magyar tej minősége mindenben megfelel az előírásoknak. Napjainkban a tejágazat prioritásait az élelmiszerbiztonság, az egészséges táplálkozást szolgáló, korszerű technológiákkal megvalósítható magas élvezeti értékű termék előállítás, a versenyképesség jelentik, melyek legfőbb záloga a feldolgozóipar számára kiváló minőségű alapanyag biztosítása.

3.6. A magyarországi nyerstej minősítési rendszer jelenlegi működése

Nyerstejet az ország számos laboratóriumában vizsgálnak eltérő célokból: pl. *önkéntes alapon végzett önellenőrzés, kereskedelmi szerződéses feltételek teljesítése, tejtermék gyártás előkészítése* stb. céljából. A tejfeldolgozó vállalatoknál a tejátvétel igen fontos része a beérkező tejek vizsgálata, paramétereinek ellenőrzése, a feldolgozásra való alkalmasság megállapítása. Maguk a tejtermelők is végeznek bizonyos vizsgálatokat a megfelelő minőség biztosítása érdekében, különös tekintettel az egyes beltartalmi értékekhez kötött árkonzekvenciára. Ezen laboratóriumok legnagyobb része nem rendelkezik a Nemzeti Akkreditáló Hatóság által kiadott akkreditációval. Az Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. gödöllői laboratóriuma nagy számban végez egyedi nyerstej minta vizsgálatot. Egyéb, arra felkészült laboratóriumok is vizsgálnak nyerstejet, ha arra megbízást kapnak.

A nyerstej *hatósági vizsgálatát* a nyerstej vizsgálatáról szóló 16/2008. (II. 15.) FVM-SZMM együttes rendelet 2. számú melléklete szerint a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) laboratóriuma és/vagy a megyei kormányhivatalok komplex élelmiszerlánc-vizsgáló laboratóriumai végzik.

A fenti vizsgálati indikációktól elkülönítetten kell foglalkozni a nyerstej *forgalomba hozatalával* összefüggésben elvégzendő laboratóriumi vizsgálati és ellenőrzési eljárásokkal, melyek előírásait – hasonlóan a hatósági vizsgálatokra vonatkozó előírásokkal – szintén a nyerstej vizsgálatáról szóló 16/2008. (II.15.) FVM-SZMM együttes rendelet tartalmazza. E rendelet 4. § (1) bekezdése alapján a nyerstejet termelőnek, vagy a nyerstejet termelő megbízása alapján a felvásárlónak, az önellenőrzési rendszer keretén belül a nyerstejet rendszeresen, legalább havonta két alkalommal a rendelet 1. számú melléklete szerinti akkreditált laboratóriumban kell megvizsgáltatnia és minősíttetnie összcsíraszám, gátlóanyag és zsírtartalom tekintetében, illetve nyers tehéntej esetében szomatikus sejtszám és fehérjetartalom tekintetében is. A rendelet 1. sz. melléklete a vizsgálatok elvégzésére a „Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet Kft. laboratóriumát” jelöli ki. A rendelet által kijelölt laboratórium pontos megnevezése: Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet Kft. Kutató-élelmiszervizsgáló és Nyerstej Minősítő Laboratórium, Nyerstej Minősítő Laboratóriumi Részleg (továbbiakban: nyerstej minősítő laboratórium), címe: 1093 Budapest, Bakáts utca 8.

Összehasonlítva a NÉBIH által végzett vizsgálatokat az MTKI Kft. által végzett vizsgálatokkal, a két szervezet feladatai, célkitűzései, működése, így a laboratóriumaiban végzett vizsgálatok iránya is különbözik. A NÉBIH felügyeli az élelmiszerlánc-biztonsági szabályok betartását annak érdekében, hogy a fogyasztó biztonságos és minőségi élelmiszert vásároljon. A nyerstej minősítő laboratórium fő tevékenysége a hazai tejtermelők által megtermelt tejeknek a Magyar Élelmiszerkönyv „A nyerstej árkonzekvens minősítésének mintavételi és vizsgálati módszereiről” szóló 3-2-1/2004. számú irányelve III. mellékletében ajánlott módszerek szerint végrehajtott vizsgálata és a vonatkozó jogszabályok előírásainak megfelelő minősítése.

A nyerstej minősítő laboratórium a rendelet által meghatározott vizsgálatokon felül kutatási céllal, illetve külső megbízások alapján egyéb vizsgálatokat is végez nyerstejből.

A vizsgált időszakban (2011-2020) a nyerstej minősítő laboratórium a Nemzeti Akkreditáló Testület, majd jogutódja, a Nemzeti Akkreditáló Hatóság által akkreditáltan végezte tevékenységét.

A centralizált rendszerű nyerstej minősítés során a vizsgálati eredmények titkosságát biztosítani szükséges. Ennek módszere a tejtermelők és mintáik kódszámmal (vonalkóddal) történő jelölése, a minták vizsgálatok előtti átkódolása, majd az identifikálás olyan rendszerének alkalmazása, amely a tejtermelőt csak a vizsgálatok elvégzése, az eredmények ellenőrzése és rögzítése után, a vizsgálati jegyzőkönyv kiállítása során nevesíti.

A laboratóriumi vizsgálati eredményeket, azok ellenőrzése és validálása után közvetlenül, de legkésőbb 24 órán belül közölni kell a mintát beküldő termelővel/felvásárlóval. A laboratóriumi vizsgálati jegyzőkönyv közzlése elektronikus úton történik. Azon vizsgálati eredményeket, amelyek nem felelnek meg a követelményeknek és hatósági intézkedést vonnak maguk után, a nyerstej minősítő laboratórium a vizsgálat napján megküldi az illetékes állategészségügyi hatóságnak, az érintett tejtermelőnek, valamint a tejet feldolgozónak/felvásárlónak.

3.7. A nyerstej minőségével szemben támasztott követelmények

A nyerstejből vizsgálandó paramétereket és a megfelelőségi határértékeket az állati eredetű élelmiszerek különleges higiéniai szabályainak megállapításáról szóló, 2004. április 29-i 853/2004/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet III. mellékletének IX. szakasza írja elő.

Az összcsíraszám, az erjedést gátló tejidegen anyag tartalom (gátlóanyag) és a szomatikus sejttség alapján történik a nyerstejek minősítése, ami árkonzekvenciát, nem megfelelőség esetén hatósági intézkedést von maga után.

A nyers tehéntejre vonatkozó megfeleléségi kritériumok:

- Összcsíraszám 30 °C-on (ml-enként) $\leq 100\,000^*$
* *Kettő hónapos időszak mozgó mértani átlaga, legalább havi kettő mintával.*
- Szomatikus sejtszám (ml-enként) $\leq 400\,000^{**}$
** *Három hónapos időszak mozgó mértani átlaga, legalább havi egy mintával.*
- Olyan mennyiségben tartalmaz gátlóanyagokat, amely a 2377/90/EGK rendelet*** I. és III. mellékletében említett anyagok valamelyikének tekintetében meghaladja az említett rendelet által engedélyezett mennyiséget vagy a gátlóanyagok összevont mennyisége meghaladja valamely engedélyezett legnagyobb mennyiséget.
***: *Hatályon kívül helyezve, helyette a 37/2010/EU rendelet mellékletében.*

3.8. A magyarországi nyerstejek beltartalmának vizsgálata

A termelői nyerstejek minősítésén kívül a nyerstej minősítő laboratórium akkreditált vizsgálati módszerekkel végzi a nyerstejek zsír-, fehérje-, laktóz-, zsírmentes szárazanyag, valamint ún. idegenvíz-tartalmának vizsgálatát is. (Az idegenvíz-tartalom meghatározás – másnéven fagyáspont meghatározás – a *nem tej eredetű* víz tejhez történt hozzáadásának a mérésére szolgál a 85/397/EGK tanácsi irányelv szerint.)

3.9. FT-MIR spektroszkópia alkalmazása a tej összetételének vizsgálatára

A Fourier-transzformációs infravörös spektroszkópia (FTIR-spektroszkópia) olyan analitikai mérési módszer, mely segítségével szilárd, folyékony vagy gáz-halmazállapotú anyagok abszorpciós, reflexiós, emissziós vagy fotoakusztikus infravörös spektruma határozható meg. Az FTIR-spektroszkópia kifejezés arra utal, hogy a nyers adatok tényleges spektrumra alakításához a Fourier-transzformáció kerül alkalmazásra, azonban e műveletek elvégzéséhez már megfelelő számítógépes háttér szükséges. A módszer erőssége abban rejlik, hogy egyetlen műveletben képes számos frekvenciakomponens egyidejű elemzésére (Jaggi és Vij, 2007). Az eljárás emiatt gyors, ami lehetővé teszi nagy számú minta rövid idő alatti történő vizsgálatát.

Az FT-MIR spektroszkópok a közép infravörös tartományban működnek. E készülékek kifejezetten alkalmasak élelmiszerek beltartalmának vizsgálatára, úm. bor (Patz és mtsai, 2004), tej és tejtermékek (Kaylegian és mtsai, 2009, Visentin és mtsai, 2017).

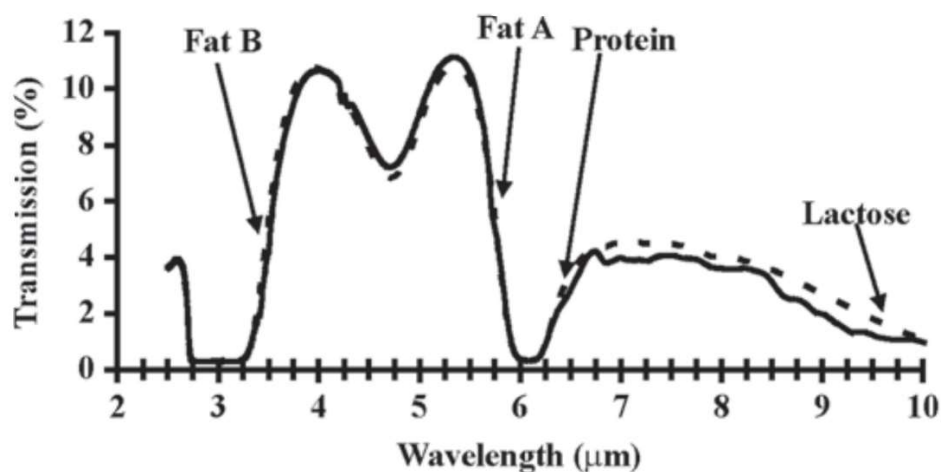
Az FT-MIR technológia alkalmazása nagymértékben csökkenti/kiküszöböli a kiválasztott hullámhosszon kapott abszorpciós jeleken alapuló mérési technikával szemben azokat a zavaró hatásokat, melyek a mérések során jelen vannak. Így a különböző tejalkotórészek

egymás specifikus abszorpciójára gyakorolt hatását, vagy az összetételt befolyásoló egyéb körülmények változását (évszakváltás, regionális, fajták szerinti eltérések, takarmányozás, laktációs szakasz stb.).

Az FT-MIR technológiánál például már nincsen jelentősége annak, hogy a zsírsav profil változásával változik az abszorpciós maximum hullámhossza. Ennek a korábbi műszergenerációknál volt jelentősége, amikor még optikai szűrőkkel volt biztosítva az egy-egy adott hullámhosszon történő mérés. Az FT-MIR spektroszkóp már folyamatosan változó hullámhosszokon állítja elő a spektrumot, azaz hullámhossz kombinációk függvényeként. Ebből matematikai művelettel – ún. iterációval – állítja elő a vonalas spektrumot, az adott komponens koncentrációjával arányos jelet.

Bizonyos körülmények erősen befolyásolják a tejsír zsírsavösszetételét, a zsírsavösszetétel pedig befolyásolja a fényelnyelés maximumának hullámhosszát (más kötőhelyen történik az elnyelés). Befolyásoló körülmény például, hogy a nyári legeltetési időszakban a legalacsonyabb a tej telített zsírsav tartalma, a téli beltéri etetés időszakában pedig a legmagasabb.

Kaylegian és mtsai (2009) kísérlettel határozták meg a tejfehérje, a tejcukor, valamint a nyári és a téli zsírösszetételre jellemző tejsír minták (A és B minta) kimutatására legjellemzőbb infravörös hullámhossz értékeket (13. ábra).



13. ábra: A víz (szaggatott vonal) és a tej (folytonos vonal) közép infravörös transzmissziós spektruma, egyes tej beltartalmi összetevők (zsír „A”, zsír „B”, fehérje és laktóz) méréseinek hullámhosszaival (Kaylegian és mtsai, 2009).

IV. Célkitűzések

- 4.1. Jelen kutatás egyik fő célja a hazai nyerstej minősítő laboratórium által 2011 és 2020 között megvizsgált magyarországi termelői nyers elegytej minták tejsír-, tejfehérje-, laktóz-, zsírintes szárazanyag tartalom, összcsíraszám és szomatikus sejtszám értékeinek 10 éves időszakban, az egész ország területére kiterjedő elemzése, és megyénkénti alakulásának összehasonlítása.
- 4.2. A 4.1. célkitűzés eredményeinek a vizsgált időszakot megelőző években kapott hazai eredményekkel való összehasonlítása.
- 4.3. Azt a hipotézist állítottam 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.
- 4.4. A 4.1. és 4.3. célkitűzések eredményeinek összehasonlítása külföldi eredményekkel.
- 4.5. 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 (Nagy és mtsai, 2019).

V. Anyag és módszer

5.1. Anyag és módszer az országos szintű nyerstej vizsgálat esetében

A vizsgálat a hazai nyerstej minősítő laboratórium által 2011 és 2020 között megvizsgált magyarországi termelői nyers elegytej minták tejszír-, tejfehérje-, laktóz-, zsírintes szárazanyag tartalom, összcsíraszám és szomatikus sejtszám eredményeinek 10 éves időszakban, az egész ország területére kiterjedő elemzésére, és megyénkénti alakulásának összehasonlítására irányult.

5.1.1. Nyerstej mintavétele

Jogszabályi háttér:

A termelői nyerstej mintavétele a Magyar Élelmiszerkönyvnek „A nyerstej árkonzekvens minősítésének mintavételi és vizsgálati módszereiről” szóló 3-2-1/2004. számú irányelve II. mellékletében meghatározott eljárásrend szerint került végrehajtásra.

Mintavevők:

A nyerstej minták vételét kizárólag nyerstej mintavevői jogosultsággal rendelkező, a nyerstej minősítő laboratórium által nyilvántartásba vett személyek végezték. Az engedély kibocsátására jogosult szervezet: Széchenyi István Egyetem Felnőttképzési Központ. A nyerstej mintavételi engedély megszerzésének feltétele az MTKI Kft. és a Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar által együttesen szervezett nyerstej mintavevői képzés eredményes elméleti- és gyakorlati vizsgával történő teljesítése. Az engedély öt évig érvényes, meghosszabbításának feltétele a képzés és vizsga újbóli teljesítése.

Mintavétel időpontja:

A mintavételi ütemtervet a mintavételi napok véletlenszerű kijelölésével a nyerstej minősítő laboratórium állította össze, és azt havi gyakorisággal juttatta el a mintavevőknek.

A vonatkozó Európai Uniós jogszabályok alapján a termelőknek havonta legalább 2 db nyerstej mintát kell küldeniük minősítés céljából a nyerstej minősítő laboratóriumba. Magyarország 2004. május 1-jével történt Európai Unióba való belépését megelőzően azonban a hazai jogszabályok ennél szigorúbbak voltak és a legalább havi 3 db minősítő nyerstej minta vizsgálatát írták elő a termelők számára. Emiatt nevezték akkor a tejminősítő vizsgálatokat ún. dekád vizsgálatoknak (a nyerstej mintákat pedig ún. dekádmintáknak). A dekád vizsgálatok rendszere olyan erősen hozzákötődött a hazai tejtermeléshez, az elszámolás rendszeréhez, hogy a termelők/felvásárlók többsége megállapodásuk szerint –

megtartva a korábbi szokásjogot, valamint a fizetés alapjául szolgáló vizsgálatok nagyobb számából következő nagyobb biztonságot – a mai napig havi 3 db mintát küld be minősítési céllal a nyerstej minősítő laboratóriumba.

A mintavétel helye:

A vizsgálatban kizárólag a nyerstej vizsgálatáról szóló 16/2008. (II. 15.) FVM-SZMM együttes rendeletben definiált tejtermelőknél történt mintavétel.

A mintavétel:

A mintát a mintavételi ütemtervnek megfelelő időpontban a tejtermelő jelenlétében a mintavevő vette. A mintát a tejtermelő és a mintavevő a sértetlenség biztosítása érdekében közösen zárta le.

Minden mintavétel esetében a mintavételről hivatalos jegyzőkönyv került felvételre, melyekben a mintavétel helye, időpontja, a mintázott tej mennyisége, a telepre jellemző napi tejmennyiség, a mintavevő hiteles bélyegzőjének lenyomata és aláírása, valamint a mintát adó termelő, illetve képviselőjének aláírása minden esetben rögzítésre került.

Az árkonzekvens nyerstej minősítés céljára vett minta mennyisége 100 ± 10 ml. A steril mintavételi tégelyeket a nyerstej minősítő laboratórium előzetesen biztosította. A minta reprezentativitásának megőrzése céljából a minták tartósítószerrel voltak konzerválva. A mintavételi tégelyek 0,9% (V/V) nátrium-azid – bronopol – furacin (NBF) összetételű tartósítószerrel tartalmaztak.

A mintavételt követően a tégelyeket úgy kellett lezárni, hogy a minta tárolása és szállítása alatti sértetlenségét a laboratórium ellenőrizni tudja. E célból a mintavételi tégelyt lezáró gumidugóra zárszalag került, a tégely oldalára pedig az egyedi azonosítást szolgáló vonalkód címke.

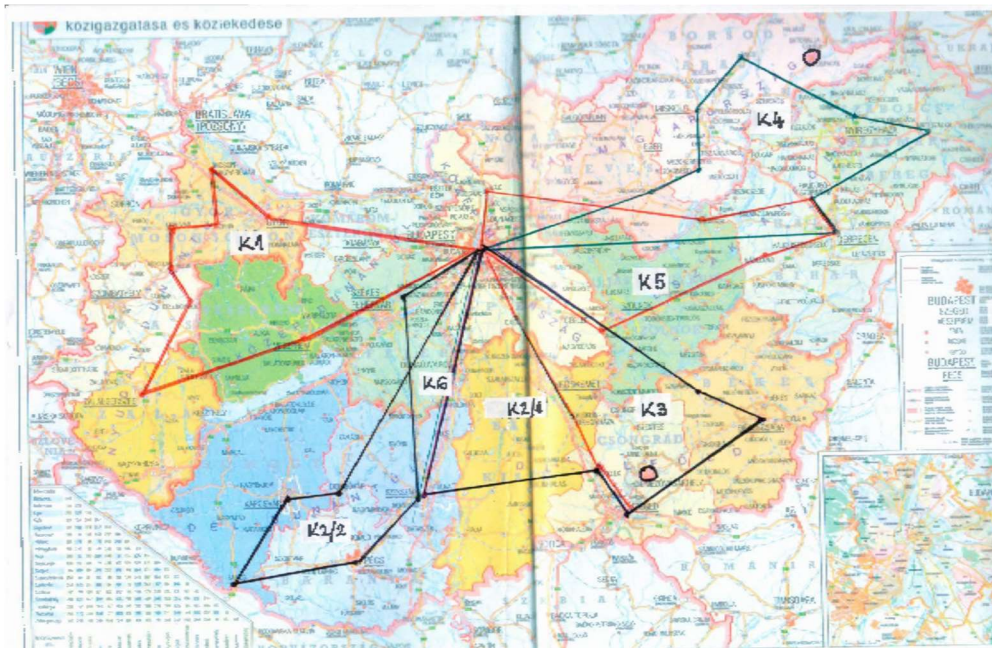
A nyerstej minták vizsgálatig történő tárolása és szállítása 2-8 °C hőmérsékleten történt.

A mintavevők a mintavételi tégelyeket a hozzájuk legközelebbi ún. mintagyűjtő centrumokba vitték. Ezen mintagyűjtő centrumok a nyerstej minősítő laboratórium által a helyszínen tulajdonosával történt előzetes megállapodás alapján kerültek kialakításra. Minden mintagyűjtő centrumban 1 db, 24 órában elérhető, zárral felszerelt hűtőgép működik. A hűtőgépeket kizárólag a mintavevők, valamint a mintabegyűjtők jogosultak kinyitni.

5.1.2. Mintaszállítás

A nyerstej minták országos szintű begyűjtését és laboratóriumba történő beszállítását a nyerstej minősítő laboratórium szervezte és koordinálta. A mintaszállítást erre szakosodott, szerződött külső cég végezte. A nyerstej minősítő laboratórium által elkészített előzetes

ütemterv szerint két gépkocsi, tíznaponta, hét mintagyűjtő útvonalat futott be, összesen 34 célállomást érintve. A mintagyűjtés útvonalait, az ún. járatköröket a 14. ábra szemlélteti.



14. ábra: A nyerstej minták mintagyűjtő centrumokból nyerstej minősítő laboratóriumba történő beszállításának járatkörei Magyarországon (Tardy, 2020)

5.1.3. Nyerstej vizsgálata

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 nyerstej minták vizsgálatát a mintavételtől számított 48 órán belül el kellett végezni.

5.1.3.1. A nyerstej zsír-, fehérje-, tejcukor- és zsírmentes szárazanyag tartalmának meghatározása

A vizsgálat tárgya: A nyerstej zsír-, fehérje-, tejcukor- és zsírmentes szárazanyag tartalmának – ISO 9622:2013 (IDF 141:2013) szabvány szerinti, valamint a Magyar Élelmiszerkönyv 3-2-1/2004 III. melléklet 1. fejezete szerinti – meghatározása Fourier-transzformációt alkalmazó, infravörös abszorpciós elven alapuló ún. Fourier-transzformációs infravörös spektroszkóp műszerrel, mely a közép infravörös tartományban működik (FT-MIR spektroszkóp).

Fogalom meghatározás:

A tejsír, tejfehérje, tejcukor (laktóz) és a zsírmentes szárazanyag fogalmát a 3.3.1.3. fejezet mutatja be.

FT-MIR spektroszkóp: Fourier-transzformációt alkalmazó, közép tartományú infravörös fény abszorpcióján alapuló olyan sorozatvizsgálóra alkalmas automata készülék, amely g/100 g mértékegységben határozza meg a nyerstej zsír-, fehérje-, tejcukor- és zsírintes szárazanyag tartalmát. A vizsgált időszakban a nyerstej minősítő laboratóriumban a mérések a FOSS Analytical A/S által gyártott, CombiFoss (15. ábra) készülékbe integrált MilkoScan készülékkel történtek (16. ábra).



15. ábra: CombiFoss készülék (a szerző felvétele)



16. ábra: FT-MIR spektroszkópia elvén működő MilkoScan készülék (a szerző felvétele)

A vizsgálati módszer elve:

A közeli infravörös tartomány valamennyi hullámhosszát magába foglaló interferométerből érkező fénysugár áthalad a mérendő mintát tartalmazó küvettán, majd a fénynek az a része, amit a küvettában lévő tejminta nem nyel el, egy detektorhoz jut. Az egyes komponensekre jellemző hullámhosszokon bekövetkező fényintenzitás-csökkenés, az adott komponens koncentrációjától függ.

Működési oldatok:**Zéró-folyadék (Zero Solution):**

Elkészítése: 2 gyártói standard tasak S-6060 Zero Liquid Concentrate készítményt 10 liter vízzel kell felönteni.

Tárolási idő: szobahőmérsékleten (< 25 °C) maximum 1 hét

Mosó folyadék (Rinse Solution):

Elkészítése: 2 gyártói standard flakon MSC Rinse Concentrate készítményt 10 liter vízzel kell felönteni.

Tárolási idő: szobahőmérsékleten (< 25 °C) maximum 2 hét

Felhasznált víz: ioncserélt víz (vezetőképesség < 5 µS/cm)

A mérés végrehajtása:**Standard (referencia) anyagok:**

- Igazolt minőségű „napi ellenőrző minták” a kalibráció és a mérési pontosság ellenőrzésére („Pilot-A” kontrollminták), valamint a műszer stabilitásának ellenőrzésére („Pilot-B” kontrollminták); (gyártó: MTKI Kft. Mosonmagyaróvár)
- Hiteles anyagminta a mérési pontosság szűrőpróbaszerű ellenőrzésére (gyártó: muva kempten GmbH, Németország).

Minőségbiztosítás elemei:

- Jártasság vizsgálatok (szervező: AFEMA Agrarmarkt, Ausztria)
- Hiteles anyagminta vizsgálata a mérési pontosság ellenőrzésére (gyártó: muva kempten GmbH, Németország)

A tejminták mérés előtti előkészítése:

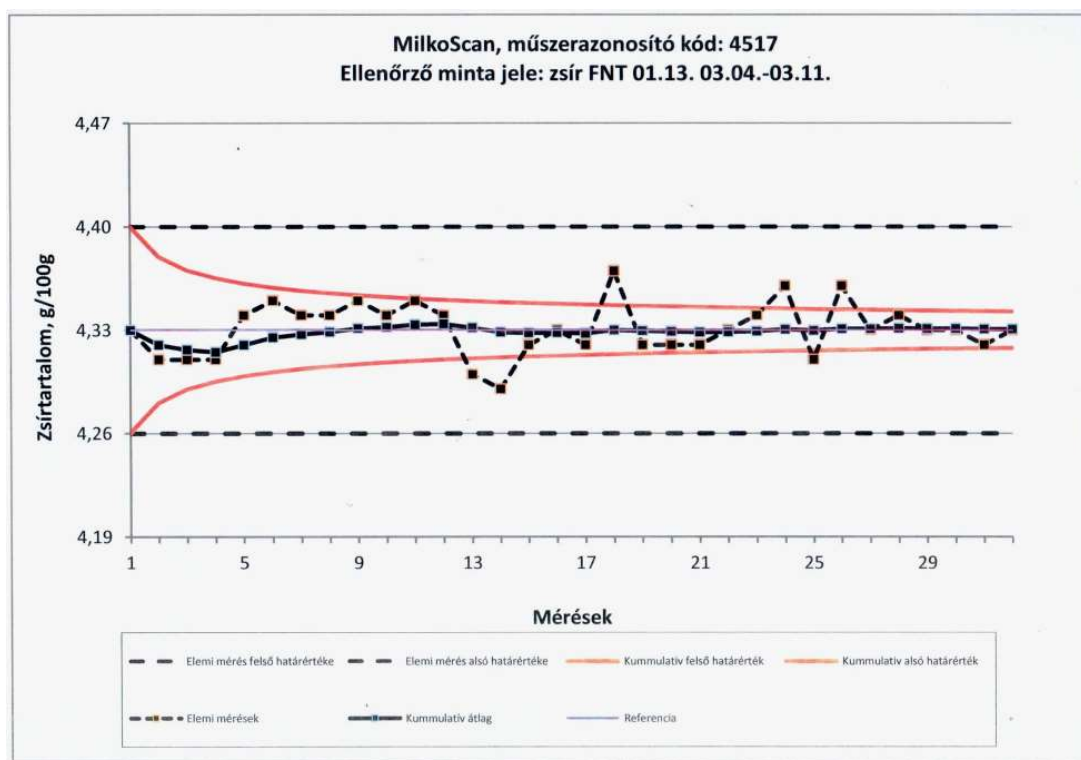
A tejminták hőmérsékletének $40,0 \pm 2,0$ °C-ra történő beállítása vízfürdőben.

A műszer mérési pontosságának ellenőrzése:

„Zéró-pont” ellenőrzése: A vizsgálat megkezdése előtt a műszer automatikusan elvégzi. A készülék 5 mérést végez el, melyek átlag eredménye megegyezik az elvégzendő beállítással. A „Zéro-pont” megengedett eltérése valamennyi paraméter esetében $\pm 0,02$ g/100g. Amennyiben az eltérés ennél nagyobb, meg kell ismétetni a műszer mosását, és újra el kell végezni a „Zéro-pont” ellenőrzését.

A mérési pontosság és a kalibráció ellenőrzése a vizsgálat megkezdése előtt a „Pilot-A” kontrollminta 5 párhuzamos mérésével történik. Ez akkor megfelelő, ha az 5 párhuzamos mérés átlaga és a referenciaérték különbsége zsír, fehérje és laktóz esetében nem haladja meg a 0,07%-ot, zsírmentes szárazanyag tartalom esetében a 0,1%-ot, valamint egyik paraméter esetében sem haladja meg a számított szórás a 0,014%-ot. Ezen kívül hiteles anyagmintával szűrőpróbaszerűen is ellenőrizni kell a mérési pontosságot.

A műszer stabilitásának ellenőrzése (összehasonlíthatóság ellenőrzése) a vizsgálatok megkezdése előtt a „Pilot-B” kontrollminta párhuzamos mérésével, sorozatvizsgálat közben minden 50. mérés után a „Pilot-B” kontrollminta egy mérésével, továbbá a vizsgálatok befejezését követően a „Pilot-B” kontrollminta párhuzamos mérésével történik. A mérés stabilitása akkor megfelelő, ha a mért és a kontrollminta értékének különbsége zsír, fehérje és laktóz esetében nem haladja meg a 0,07%-ot, zsírmentes szárazanyag tartalom esetében a 0,1%-ot. (Az eredmények a „Műszerellenőrzési napló”-ban rögzítésre kerülnek, melynek áttekintése a mérést végző személy feladata, aki azonnal jelzi, ha az eredmények eltolódnak, illetve ha kívül esnek az elfogadási tartományon. Kontrollkártya segítségével is folyamatosan nyomon követjük a műszer stabilitását (17. ábra). Új kontrollkártya készítésére rendszerint kéthetente, illetve kalibráció elvégzése után, új gyártási számú minta esetében, a műszer szervizelése, karbantartása után kerül sor.



17. ábra: Kontrollkártya zsírvizsgálatra

Áthordásvizsgálat: Annak ellenőrzésére kell elvégezni, hogy az egymást követő mérések során megfelelő-e a minta kiürülése a mérőcellából. Ez a csekély átvitel kompenzálására szolgáló eljárás akkor megfelelő, ha ennek értéke egyik vizsgált paraméter esetében sem haladja meg az 1,0%-ot. Az áthordásvizsgálatot hetente egyszer kell elvégezni a gyártó utasításai szerint.

A tejminták vizsgálata:

- Ha a műszer kielégíti a mérési pontosság követelményeit, megkezdődhet a minták vizsgálata;
- Ellenőrizni kell a minták és a vízfürdő hőmérsékletét ($40,0 \pm 2,0$ °C). A vízfürdőbe egyszerre maximum három mintatároló sín helyezhető;
- Egy elektromos keverő segítségével egyenlősíteni kell a tejmintákat, majd a mintatartó sínt a vízfürdőből kiemelve lehet megkezdeni a vizsgálatot;
- A minták vizsgálatát a felmelegítéstől számított 30 percen belül meg kell kezdeni;
- A mérést a vizsgálati előírásnak megfelelően folyamatosan kell végezni, ügyelve arra, hogy a homogenitás fenntartása érdekében a készülék keverője a mérés alatt hatékonyan működjön;
- A mérés stabilitását a nap folyamán a sorozatvizsgálat közben 50 mintánként ellenőrizni kell az ismert beltartalmú „Pilot-B” kontrollminta egy mérésével. A kapott értéket a műszer automatikusan összehasonlítja a számítógépben tárolt referencia értékkel. Ha ennek eredménye nem megfelelő, akkor a program megállítja a mérést és jelzi, hogy a kontrollminta mérését meg kell ismételni. Ha az eredmény ismét nem megfelelő, akkor új kontrollmintát kell elővenni. Ha az eredmény megfelelő, akkor a mérés folytatható, ha nem, akkor a készülék szakszerviz általi ellenőrzése szükséges. Ilyen esetben be kell üzemelni a Laboratóriumban rendelkezésre álló másik (tartalék) készüléket és a tejminták mérését azon kell elvégezni.

A mérés befejezése:

A vizsgálat befejezése után az eredmények – mind elektronikusan, mind kinyomtatva – tárolásra kerülnek. Az ellenőrzési pontok mérési eredményeit és a számított értékeket az erre a célra szolgáló „Műszerellenőrzési napló”-ban kell rögzíteni.

Az eredmények megadása:

A nyerstej beltartalom eredmények g/100g egységben kerülnek megadásra.

5.1.3.2. A nyerstej összes mikroorganizmus (összcsíra) számának vizsgálata

A vizsgálat tárgya: A vizsgált nyerstej minta összes mikroorganizmus (összcsíra) számának meghatározása abból a célból, hogy az – a Magyar Élelmiszerkönyv 3-2-1/2004 III. melléklet 4. fejezete alapján – az állati eredetű élelmiszerek különleges higiéniai szabályainak megállapításáról szóló 853/2004/EK rendelet (2004. április 29.) III. melléklet, IX. szakasz előírása szerinti követelménynek, azaz a mértani átlag szerinti határértéknek megfeleljen, avagy nem.

Fogalom meghatározás:

Mikroorganizmusok (összes mikroorganizmus): baktériumok, élesztő- és penészgombák, amelyek telepeket növesztenek az ISO 4833 szabványban előírt körülmények között.

Baktériumszám: Áramlási citometria mérés során meghatározott impulzusszám (egyedi baktériumszám), melyből – konverziós tábla alapján – átkonvertálással képződik a baktériumterheltséget kifejező összes mikroorganizmus (telepképző egység, CFU) szám.

Baktériumszámláló műszer: Olyan sorozatvizsgálatra alkalmas automata készülék, amely 1000 CFU/ cm³ mértékegységben határozza meg a nyerstej baktériumszámát. A vizsgált időszakban a nyerstej minősítő laboratóriumban a mérések a FOSS Analytical A/S által gyártott BactoScan FC készülékkel történtek (18. ábra).



18. ábra: BactoScan FC készülék (a szerző felvétele)

Áramlási citometria: Az áramlási citometria egy olyan laboratóriumi vizsgáló eljárás, mely rövid idő alatt nagyszámú sejt fényelnyelési, fényszórási és fluoreszcencia tulajdonságait képes detektálni.

A vizsgálati módszer elve: A nyerstejbe kerülő baktériumok emelkedett száma nemkívánatos, mely elsősorban a fejési higiénia be nem tartására, a nyerstej fertőzöttségére utal. Az összes baktériumszám mérése teljesen automatizált. A műszer a baktériumsejtek genetikai DNS/RNS anyagát lézertény hatására fluoreszkáló festékanyaggal festi meg, míg az egyéb tejalkotórészeket – úm. zsírgolyócskák, fehérjemicellák, szomatikus sejtek – fizikai-kémiai és enzimes kezeléssel távolítja el a mérendő mintából. A megfestett baktériumokat folyadékáram viszi keresztül egy lézertény által megvilágított kapillárison, az ún. áramlási cellán. A baktériumsejtekből kiinduló, a lézertény által keltett fényimpulzusokat elektromos jellé alakítva történik a számlálás. A műszer az impulzusszám (egyedi baktériumszám) telepképző egységekre (CFU) való átszámítását és az eredményközlést egy konverziós táblázat alapján automatikusan végzi el.

Működési oldatok:

Vivő folyadék (Sheat Liquid):

Elkészítése: 8 liter ($\pm 10\%$) vízhez hozzá kell adni 2 liter vivő folyadék törzsoldatot, majd az oldatot alaposan össze kell keverni.

Tárolási idő: - szobahőmérsékleten ($< 25\text{ °C}$) maximum 1 hét
- $25\text{-}35\text{ °C}$ -on maximum 2 nap

„Vak-oldat” (Blank Solution):

Elkészítése: 1 liter ($\pm 10\%$) vízhez hozzá kell adni 50 ml ($\pm 10\%$) vivő folyadék törzsoldatot, majd az oldatot alaposan össze kell rázni.

Tárolási idő: A vak-oldat a tárolás napján felhasználandó.

Inkubációs reagens (Incubation Reagent):

Elkészítése: 550 ml ($\pm 2\%$) Festék törzsoldathoz hozzá kell adni 1 gyártói standard flakon Enzim 50 készítményt, majd az oldatot alaposan össze kell keverni. (Felhasználás előtt az Enzim 50 készítmény flakonját legalább tízszer át kell buktatni.)

Tárolási idő: Az inkubációs reagens a készítés napján felhasználandó.

Öblítő folyadék (Rinse liquid):

Elkészítése: 50 liter ($\pm 10\%$) vízhez hozzá kell adni 100 ml Rinse Concentrate készítményt, majd az oldatot alaposan össze kell rázni.

Tárolási idő: szobahőmérsékleten ($< 25\text{ °C}$) maximum 1 hét

Baktérium kontrollminta (Bacterium Control Sample, BCS):

Elkészítése: 100 ml ($\pm 2\%$) Rehidratáló törzsoldatban fel kell oldani 1 BCS tablettát, majd az oldatot alaposan össze kell keverni.

Tárolási idő: 2-5 °C-on maximum 10 óra

Részecske kontrollminta (Particle Control Sample, PCS):

Elkészítése: 100 ml Vivő folyadékhoz hozzá kell adni 1,4 ml vagy 10 csepp PCS koncentrátumot, majd az oldatot néhányszor át kell buktatni. A PCS koncentrátumot felhasználás előtt alaposan össze kell keverni (mágneses keverővel kb. 10 percig).

Tárolási idő: 1 órán belül felhasználandó

„Napvégi mosó oldat” (End of day cleaning solution):

Elkészítése: 10 liter ($\pm 10\%$) vízhez hozzá kell adni 50 ml ($\pm 10\%$) 25%-os Ammónia oldatot, majd az így keletkezett oldatot alaposan össze kell keverni.

Tárolási idő: szobahőmérsékleten ($< 25\text{ °C}$) maximum 1 hét

Felhasznált víz: ioncserélt (vezetőképesség $< 5\ \mu\text{S/cm}$) és baktérium szűrt ($0,2\ \mu\text{m}$ pórusméret) víz

A mérés végrehajtása:

Standard (referencia) anyagok:

- Igazolt minőségű ellenőrző minta: „Hüfner A” és „Hüfner B” kontrollminta (gyártó: Milk/Dairy Institute DR. Hüfner, Németország);
- Igazolt minőségű liofilizált baktérium kontrollminta (gyártó: FOSS Analytical A/S, Dánia)

Minőségbiztosítás elemei:

- Jártasság vizsgálatok (szervező: AFEMA Agrarmarkt, Ausztria)
- Laboratóriumok közötti nemzetközi jártassági vizsgálat (szervező: Milk/Dairy Institute DR. Hüfner, Németország)

A tejminták mérés előtti előkészítése:

A tejminták hőmérsékletének $< 10\text{ °C}$ -ra történő beállítása vízfürdőben (19. ábra).



19. ábra: Nyerstej minták hőmérsékeltének beállítása összcsíraszám vizsgálathoz (a szerző felvétele)

A műszer mérési pontosságának ellenőrzése:

Vakpróba: A műszer áramlási rendszerének tisztaságát a vizsgálat megkezdése előtt és a vizsgálat befejezése után is ellenőrizni kell. Eredménye akkor megfelelő, ha a középérték nem haladja meg a 3000 CFU/cm^3 értéket, illetve egyetlen eredmény sincs 5000 CFU/cm^3 felett.

Az optikai rendszer ellenőrzése: Havonta legalább egy alkalommal, valamint minden karbantartást és javítást követően a műszer optikai rendszerét ellenőrizni kell a vizsgálat napján készített liofilizált baktérium kontroll mérésével, a vizsgálat megkezdése előtt és a vizsgálat befejezése után. A vizsgálat eredménye akkor megfelelő, ha az nem haladja meg a gyártó által megadott határértéket.

Az ismételhetség ellenőrzése a vizsgálat megkezdése előtt a kontrollminta („Hüfner A”) 5 párhuzamos mérésével történik. Akkor megfelelő, ha az 5 párhuzamos mérésből számított relatív szórás nem haladja meg a 8%-ot.

A műszer stabilitásának ellenőrzése (összehasonlíthatóság ellenőrzése) a vizsgálat megkezdése előtt a „Hüfner A” és a „Hüfner B” kontrollminta 5-5 párhuzamos mérésével, sorozatvizsgálat közben minden 50. mérés után a „Hüfner A” kontrollminta egy mérésével, továbbá a vizsgálatok befejezését követően a „Hüfner B” kontrollminta 5 párhuzamos mérésével történik. A mérés összehasonlíthatósága akkor megfelelő, ha a mért és a referencia értékek különbsége nem haladja meg a referenciaérték 10%-át.

Áthordásvizsgálat: A vizsgálat megkezdése előtt a gyártó utasításai szerint kell elvégezni. Értéke nem haladhatja meg a 0,5%-ot.

A tejminták vizsgálata:

- Ha a műszer kielégíti a mérési pontosság követelményeit, megkezdődhet a tejminták vizsgálata;
- A hűtőfürdőből kiemelve a tejmintákat, ezeket először 10-12-szeres buktatással homogenizálni szükséges, majd a mintatároló tégelyeket lezáró dugókat leemelve a műszeres vizsgálatot haladéktalanul meg kell kezdeni;
- A méréseket a vizsgálati előírásnak megfelelően folyamatosan kell végezni;
- A mérés stabilitását a sorozatvizsgálat közben 50 mintánként kell ellenőrizni a kontrollminta („Hüfner A”) egy mérésével. Ha ennek eredménye nem megfelelő, akkor a kontrollminta mérését meg kell ismételni. Ha az eredmény ismét nem megfelelő, akkor új kontrollmintát kell elővenni. Ha az eredmény megfelelő, akkor a mérés folytatható, ha nem, akkor a készülék szakszerviz általi ellenőrzése szükséges. Ilyen esetben be kell üzemelni a Laboratóriumban rendelkezésre álló másik (tartalék) készüléket és a tejminták mérését azon kell elvégezni.

A mérés befejezése:

A vizsgálat befejezése után az eredmények – mind elektronikusan, mind kinyomtatva – tárolásra kerülnek. Az ellenőrzési pontok mérési eredményeit és a számított értékeket az erre a célra szolgáló „Műszerellenőrzési napló”-ban kell rögzíteni.

A konverziós tábla felülvizsgálata:

Az összehasonlító vizsgálatokat és a konverziós tábla felülvizsgálatát a Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet Kft. mosonmagyaróvári laboratóriumi részlegei végzik.

Az eredmények megadása:

Az összes mikroorganizmus szám 1000 baktérium/cm³ egységben kerül megadásra.

5.1.3.3. A nyerstej szomatikus sejtszámának vizsgálata

A vizsgálat tárgya: A vizsgált nyerstej minta szomatikus sejtszámának meghatározása abból a célból, hogy az – a Magyar Élelmiszerkönyv 3-2-1/2004 III. melléklet 3. fejezete alapján – az állati eredetű élelmiszerek különleges higiéniai szabályainak megállapításáról szóló 853/2004/EK rendelet (2004. április 29.) III. melléklet, IX. szakasz előírása szerinti követelménynek, azaz a mértani átlag szerinti határértéknek megfelel, avagy nem.

Fogalom meghatározás:

Szomatikus sejtek: tejidegen vér (fehérvérsejtek) és testi szövetekből származó sejtek (elsősorban hámsejtek).

Sejtszámláló műszer: Olyan sorozatvizsgálatra alkalmas automata készülék, amely 1000 sejt/cm³ mértékegységben határozza meg a nyerstej szomatikus sejt számát. A vizsgált időszakban a nyerstej minősítő laboratóriumban a mérések a FOSS Analytical A/S által gyártott, CombiFoss (15. ábra) készülékbe integrált Fossomatic készülékkel történtek.

Áramlási citometria: Az áramlási citometria egy olyan laboratóriumi vizsgáló eljárás, mely rövid idő alatt nagyszámú sejt fényelnyelési, fényszórási és fluoreszcencia tulajdonságait képes detektálni.

A vizsgálati módszer elve:

A szomatikus sejt szám mind humán- és állategészségügyi, mind a termékgyártás technológiáját befolyásoló hatása miatt fontos paraméter. Mérése áramlási citometria elven működő műszerrel történik. A szomatikus sejtek DNS/RNS anyagát ultraibolya fény hatására fluoreszkáló festékanyaggal festi meg. A megfestett sejteket folyadékáram viszi keresztül egy UV fényel megvilágított kapillárison, ún. áramlási cellán. Az UV fény a szomatikus sejtekben koncentráltan jelenlévő festékanyagot gerjeszti, mely ennek következtében fényt bocsájti ki. A fényimpulzusokat elektromos jellé alakítva történik a számlálás.

Működési oldatok:**Clean 5000 törzsoldat (Clean 5000 Stock Solution):**

Elkészítés: 100 ml Clean 5000 készítményt 800 ml 40-60 °C-os vízben kell feloldani, majd 1000 ml-re felönteni.

Tárolási idő: szobahőmérsékleten (< 25 °C) maximum 16 hét

Puffer oldat (Buffer/Diluent Solution):

Elkészítés: 1 gyártói standard tasak (171 g) Buffer 5000 készítményt 1 liter 40-60 °C-os vízben kell feloldani, melyhez először 0,5 l Clean 5000 törzsoldatot kell hozzáadni, majd vízzel 5 literre felönteni.

Tárolási idő: szobahőmérsékleten (< 25 °C) maximum 6 hét

Öblítő/Vivő folyadék (Rinsing/Sheath Liquid):

Elkészítése: 100 ml Clean 5000 törzsoldatot 20 l vízzel kell elegyíteni.

Tárolási idő: szobahőmérsékleten (< 25 °C) maximum 3 hét

Null-pont ellenőrző folyadék (Blind Liquid):

Elkészítése: 1 liter mosó folyadékban 4 g KCl-ot kell feloldani.

Tárolási idő: szobahőmérsékleten (< 25 °C) maximum 2 hét

Felhasznált víz: ioncserélt víz (vezetőképesség < 5 µS/cm)

A mérés végrehajtása:**Standard (referencia) minták:**

- Igazolt minőségű ellenőrző referencia minta: QSE long-term standards (gyártó: QSE GmbH, Németország)
- Igazolt minőségű FMA-standard (gyártó: FOSS Analytical A/S, Dánia)
- Hiteles anyagminta a mérési pontosság szűrőpróbaszerű ellenőrzésére (gyártó: Milk/Dairy Institute DR. Hüfner, Németország)

Minőségbiztosítás elemei:

- Jártasság vizsgálatok (szervező: AFEMA Agrarmarkt, Ausztria)
- Hiteles anyagminta a mérési pontosság ellenőrzésére (gyártó: Milk/Dairy Institute DR. Hüfner, Németország)

A laboratórium által készített igazolt minőségű „napi ellenőrző minták”:

- Nyers elegyitejből kettő különböző sejtszámú kontrollminta készítése („Pilot-A” kb. 300.000 sejt/ml és „Pilot-B” kb. 500.000 sejt/ml);
- A minták kálium-dikromáttal történő konzerválása, és 2 napig hűtőszekrényben történő tárolása („állni hagyjuk”);
- A műszer pontosságának ellenőrzése 1 db FMA-standard és 2 db (egy alacsonyabb és egy magasabb sejtszámú) QSE long-term standards referencia minta mérésével történik;
- A tartósított kontrollmintákból („Pilot-A”, „Pilot-B”) kétszer 5-5 párhuzamos mérés végzése, melyek átlaga lesz a hozzá tartozó „Pilot” kontrollminta referencia értéke.

A műszer mérési pontosságának ellenőrzése:

Vakpróba: A műszer áramlási rendszerének tisztaságát a vizsgálat megkezdése előtt és a vizsgálat befejezése után is ellenőrizni kell. Eredménye akkor megfelelő, ha a középértékek nem haladják meg a 3000 sejt/cm³ értéket, illetve egyetlen eredmény sincs 5000 sejt/cm³ felett.

Az optikai rendszer ellenőrzése a vizsgálat megkezdése előtt FMA (mesterséges részecskeminta) segítségével történik. A vizsgálat eredménye akkor megfelelő, ha a

3 párhuzamos mérés középértéke és a referenciaérték különbsége nem haladja meg a gyártó által megadott referenciaérték 10%-át.

Az ismételhetőség ellenőrzése a vizsgálat megkezdése előtt a magasabb sejtszámú „Pilot-A” kontrollminta 5 párhuzamos mérésével történik. Akkor megfelelő, ha az 5 párhuzamos mérés átlaga és a referenciaérték különbsége nem haladja meg a referenciaérték 10%-át, valamint a számított relatív szórás nem haladja meg a 4%-ot.

A műszer stabilitásának ellenőrzése (összehasonlíthatóság ellenőrzése) a vizsgálatok megkezdése előtt a „Pilot-B” kontrollminta párhuzamos mérésével, sorozatvizsgálat közben minden 50. mérés után a „Pilot-B” kontrollminta egy mérésével, továbbá a vizsgálatok befejezését követően a „Pilot-B” kontrollminta párhuzamos mérésével történik. A mérés összehasonlíthatósága akkor megfelelő, ha a mért és a referencia értékek különbsége nem haladja meg a referenciaérték 10%-át.

Áthordásvizsgálat: Annak ellenőrzésére kell elvégezni, hogy az egymást követő mérések során megfelelő-e a minta kiürülése a mérőcellából. Az áthordásvizsgálatot hetente egyszer, a gyártó utasításai szerint kell elvégezni. Értéke nem haladhatja meg az 1%-ot.

A tejminták mérés előtti előkészítése:

A tejminták hőmérsékletének $40,0 \pm 2,0$ °C-ra történő beállítása vízfürdőben.

A tejminták vizsgálata:

- Ha a műszer kielégíti a mérési pontosság követelményeit, megkezdődhet a minták vizsgálata;
- Ellenőrizni kell a minták és a vízfürdő hőmérsékletét ($40,0 \pm 2,0$ °C). A vízfürdőbe egyszerre maximum három mintatároló sín helyezhető;
- Egy elektromos keverő segítségével egyenlősíteni kell a tejmintákat, majd a mintatartó sínt a vízfürdőből kiemelve lehet megkezdeni a vizsgálatot;
- A vizsgálatokat a felmelegítéstől számított 30 percen belül meg kell kezdeni;
- A mérést a vizsgálati előírásnak megfelelően folyamatosan kell végezni, ügyelve arra, hogy a szomatikus sejtek mintában való legegyszerűsebb eloszlása érdekében a készülék keverője a mérés alatt hatékonyan működjön;
- A mérés stabilitását a mérési nap folyamán a sorozatvizsgálat közben 50 mintánként ellenőrizni kell az ismert szomatikus sejtszámú „Pilot-B” kontrollminta egy mérésével. A kapott értéket a műszer automatikusan összehasonlíttja a számítógépben tárolt referencia értékkel. Ha ennek eredménye nem megfelelő, akkor a program megállítja a mérést és jelzi, hogy a kontrollminta mérését meg kell ismételni. Ha az eredmény ismét

nem megfelelő, akkor új kontrollmintát kell elővenni. Ha az eredmény megfelelő, akkor a mérés folytatható, ha nem, akkor a készülék szakszerviz általi ellenőrzése szükséges. Ilyen esetben be kell üzemelni a Laboratóriumban rendelkezésre álló másik (tartalék) készüléket és a tejminták mérését azon kell elvégezni.

A mérés befejezése:

A vizsgálat befejezése után az eredmények – mind elektronikusan, mind kinyomtatva – tárolásra kerülnek. Az ellenőrzési pontok mérési eredményeit és a számított értékeket az erre a célra szolgáló „Műszerellenőrzési napló”-ban kell rögzíteni.

Az eredmények megadása:

A szomatikus sejtszám 1000 sejt/cm³ egységben kerül megadásra.

5.1.4. Vizsgálati eredmények rögzítése, tárolása és elemzése

A laboratóriumi mérőműszerek méréseik eredményeit a közvetlenül hozzájuk kapcsolt számítógépeken rögzítették. A mérési eredmények ezekről a számítógépekről kerültek továbbításra a nyerstej minősítő laboratórium szerverére. A vizsgálati eredmények tárolása, feldolgozása, a laboratóriumi vizsgálati jegyzőkönyvek kiállítása és a tejtermelők/megrendelők részére történő továbbítása a külön erre a célra egyedileg fejlesztett program segítségével történt. Minden vizsgálati eredmény nyomtatott formában is tárolásra került.

Az eredmények elemzése a Microsoft Corporation (Redmond, Washington, Egyesült Államok) Excel táblázatkezelő és Access adatbázis kezelő programjaival történt.

5.2. Anyag és módszer a tevetej vizsgálat esetében

A vizsgálat a nyers tevetej tejsír-, tejfehérje-, laktóz- és zsírintes szárazanyag tartalmának, valamint a napi tejhozamnak egy laktáción keresztül történő nyomon követésére irányult tavasszal és ősszel ellett dromedárok esetében. A nyerstej összetevőinek meghatározása hasonló – FT-MIR spektroszkópián alapuló – technológiával történt, mint amelyet a magyarországi szarvasmarha tejösszetétel meghatározására alkalmaztunk (Nagy és mtsai, 2019).

A tevetej minták összcsíraszámának és szomatikus sejtszámának meghatározására ebben a vizsgálatban nem volt lehetőség.

5.2.1. A vizsgálat helyszíne

A tevetej vizsgálatokat az Egyesült Arab Emírségeken belül, a Dubaitól 25 km-re fekvő Emirates Industry for Camel Milk & Products (EICMP) cég állattartó telepén végeztük. A cég a világ első integrált, nagyüzemi tevetej termelő és feldolgozó vállalata, melynek felépítésében

– a folyamatosan kiváló minőségű tevetej előállításának igényét végig szem előtt tartva – magyar szakemberek vettek részt.

5.2.2. Nyers tevetej mintavétele

Mintázott állatok:

A vizsgálatban az egypúpú teve vagy dromedár (*Camelus dromedarius*) fajhoz tartozó egyedek vettek részt. A dromedár fajhoz számos, küllemre jelentősen eltérő ún. tevetípus tartozik (Abdallah és Faye, 2012), melyek genetikai alapon történő fajta-elkülönítésére már történtek vizsgálatok például Al-Swailem és munkatársai (2007) által Szaúd-Arábiában, Mahrous és munkatársai (2011) által Egyiptomban. Jelen vizsgálatban *Emirátusi, Emirátusi keresztezett, Szaúdi, Szaúdi keresztezett, Fekete, Fekete keresztezett, Szudáni és Szudáni verseny* dromedár típusok mintázására került sor.

Az első csoportba 18 állat tartozott, melyek 2009. május 17. és június 27. között ellettek (I. csoport), a második csoportba 23 állat tartozott, melyek 2009. november 17. és december 1. között ellettek (II. csoport).

Mintavétel:

A tejminta vételek a reggeli fejés alkalmával az ellés napjától kezdődően az első csoportban 122 héten át, a második csoportban 112 héten át történtek. Az első csoportban összesen 6711 minta, a második csoportban összesen 9775 minta gyűjtésére került sor.

A mintavételt az állattartó telepen dolgozó szakszemélyzet végezte. A tevék tejének mintázása az ellést követő 6. hétig az egyedi karámban történt. Ekkor még a teljes tejmennyiséget a borjú kapta, külön fejés nem történt. A 6. héttől kezdődött meg a gépi fejés az állattartó telephez tartozó halszálkás elrendezésű 2 x 12 állásos fejőházban. A fejés során rögzítésre került a lefejt tej mennyisége is. A tejmintavétel a reggeli fejés idején a fejőberendezéshez csatlakoztatott, speciális mintavevő eszköz segítségével történt, mely az átfolyó tejjel arányos mennyiségű, reprezentatív tejminta gyűjtését tette lehetővé. Az egyedi azonosítóval ellátott mintavételi tégelyek a vizsgálatig 4 °C-on voltak tárolva (Nagy és mtsai, 2017).

5.2.3. Nyers tevetej vizsgálata

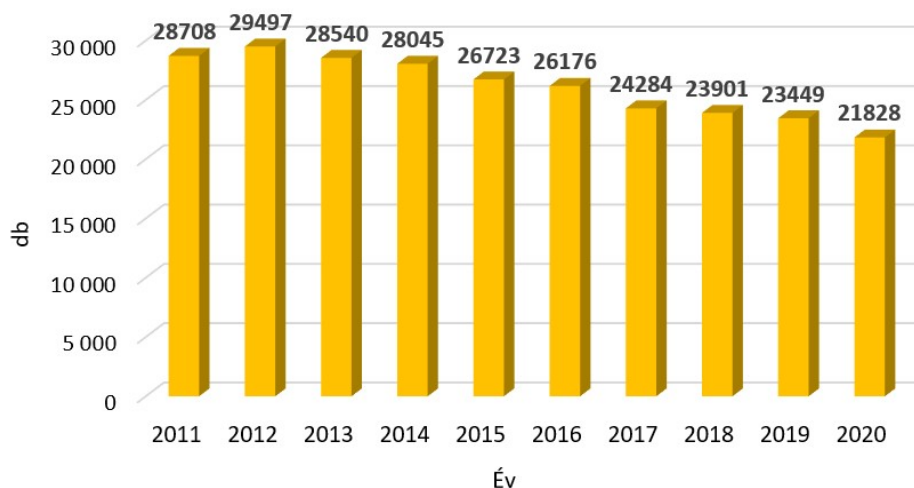
A tevetej minták vizsgálatára a vállalat saját laboratóriumában került sor. A tevetej minták tejsír-, tejfehérje-, laktóz-, összes szárazanyag- és zsírintes szárazanyag tartalma FT-MIR spektroszkópia elvén működő MilkoScan FT120 készülékkel történt (gyártó: FOSS Analytical A/S, Dánia). A MilkoScan FT120 készülék nyers tevetejre történő kalibrációját a Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet munkatársai végezték el (Nagy és mtsai, 2019).

VI. Eredmények

6.1. Nyerstej vizsgálat eredményei

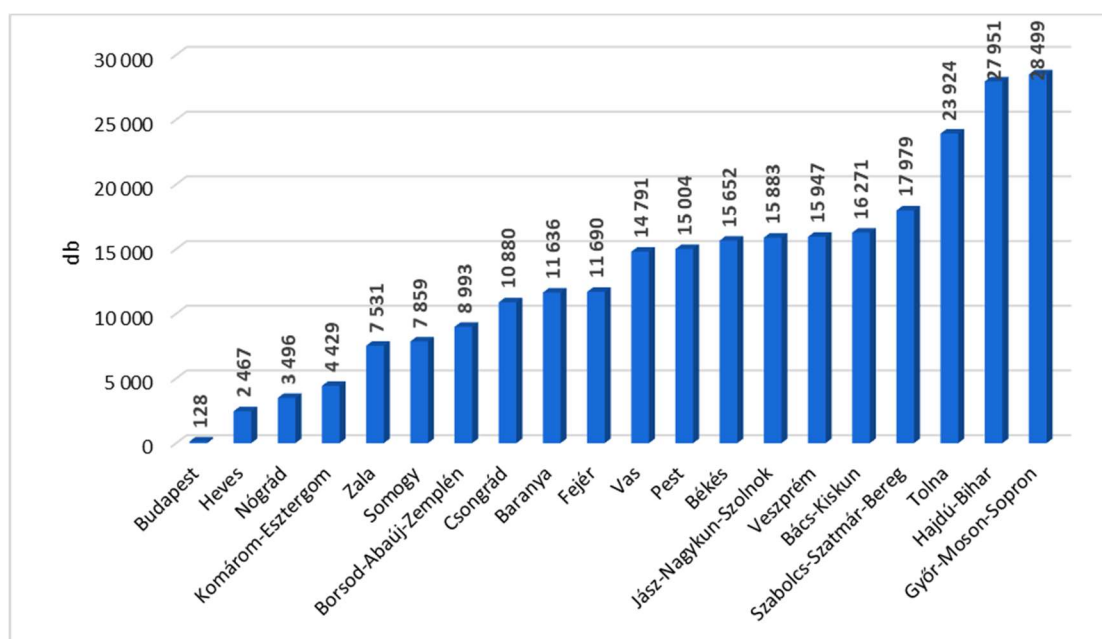
6.1.1. Mintaszám

A 2011-2020 időszakban a nyerstej minősítő laboratóriumban mindösszesen 261151 termelői nyerstej minta vizsgálatára került sor. A minták számának évenkénti megoszlását a 20. ábra mutatja be.



20. ábra: Termelői nyerstej minták száma évenkénti bontásban 2011-2020 között

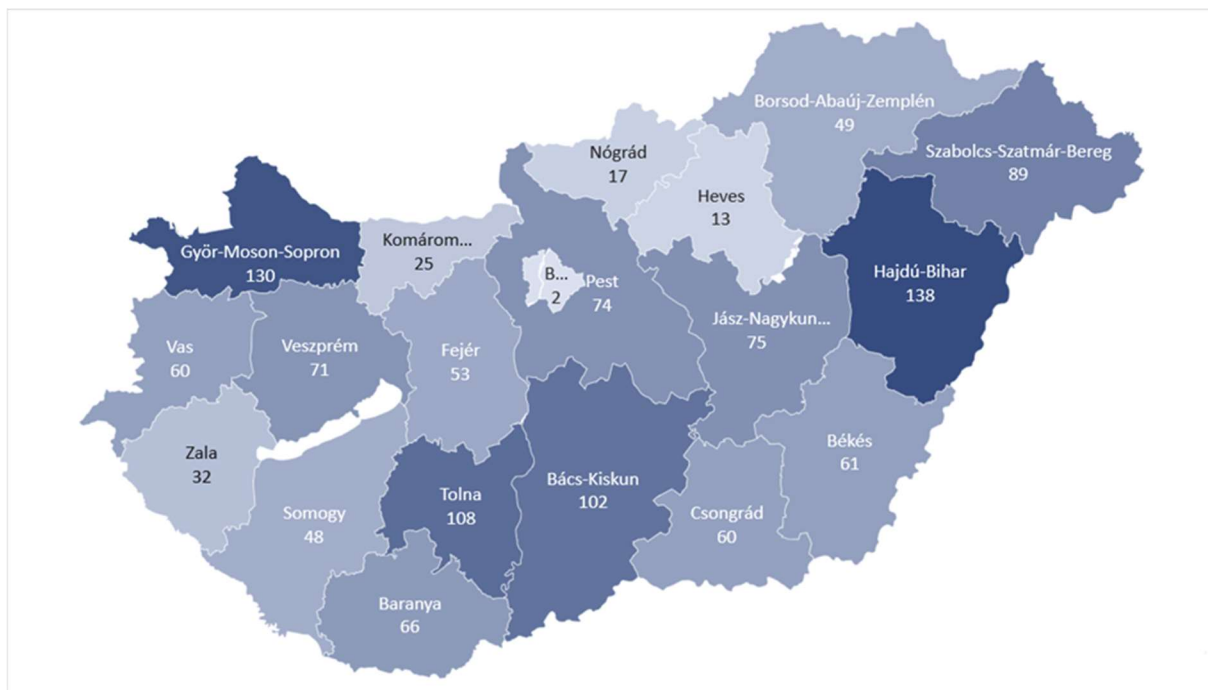
A 2011-2020 között megyénként összesen megvizsgált nyerstej minősítő minták számát a 21. ábra szemlélteti. (Megjegyzés: Csongrád megye neve a vizsgált időszak utolsó évében, 2020. június 4-én változott meg Csongrád-Csanád megyére, ezért jelen dolgozatban még a Csongrád megye elnevezés került feltüntetésre.)



21. ábra: 2011-2020 időszakban vizsgált nyerstej minták száma megyei bontásban

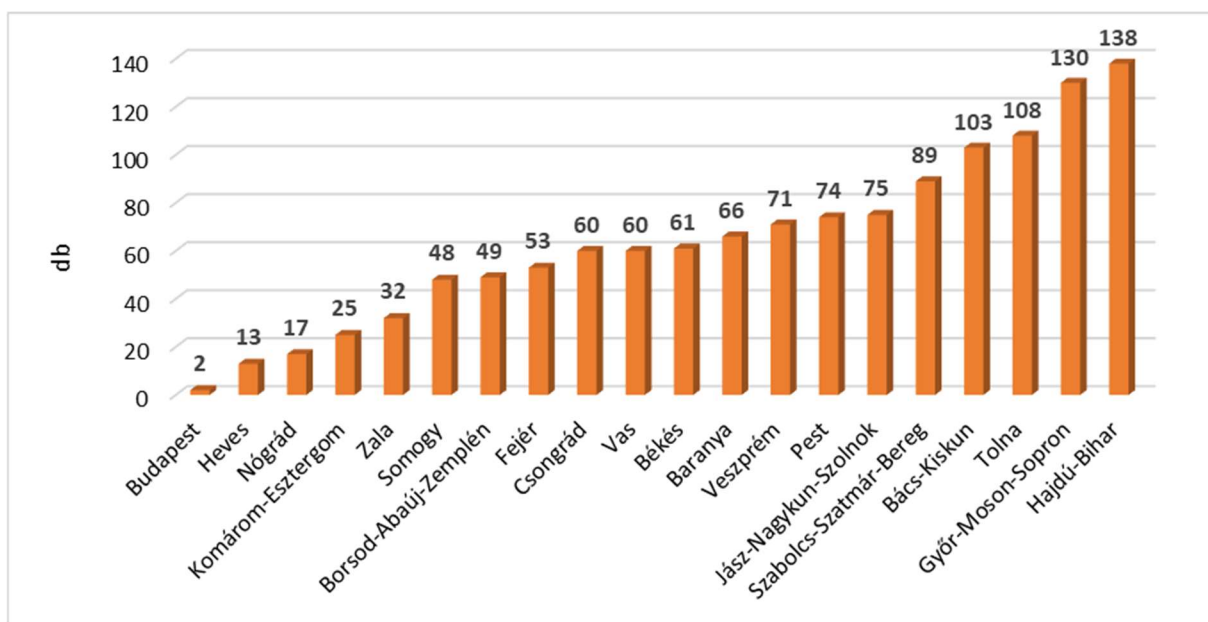
6.1.2. Tejtermelő telepek száma

A 2011-2020 időszakban nyerstej minősítésre mintát beküldő tejtermelő telepek megyénkénti számát a 22. ábra szemlélteti.



22. ábra: 2011-2020 között nyerstejet minősített tejtermelő telepek száma megyénként

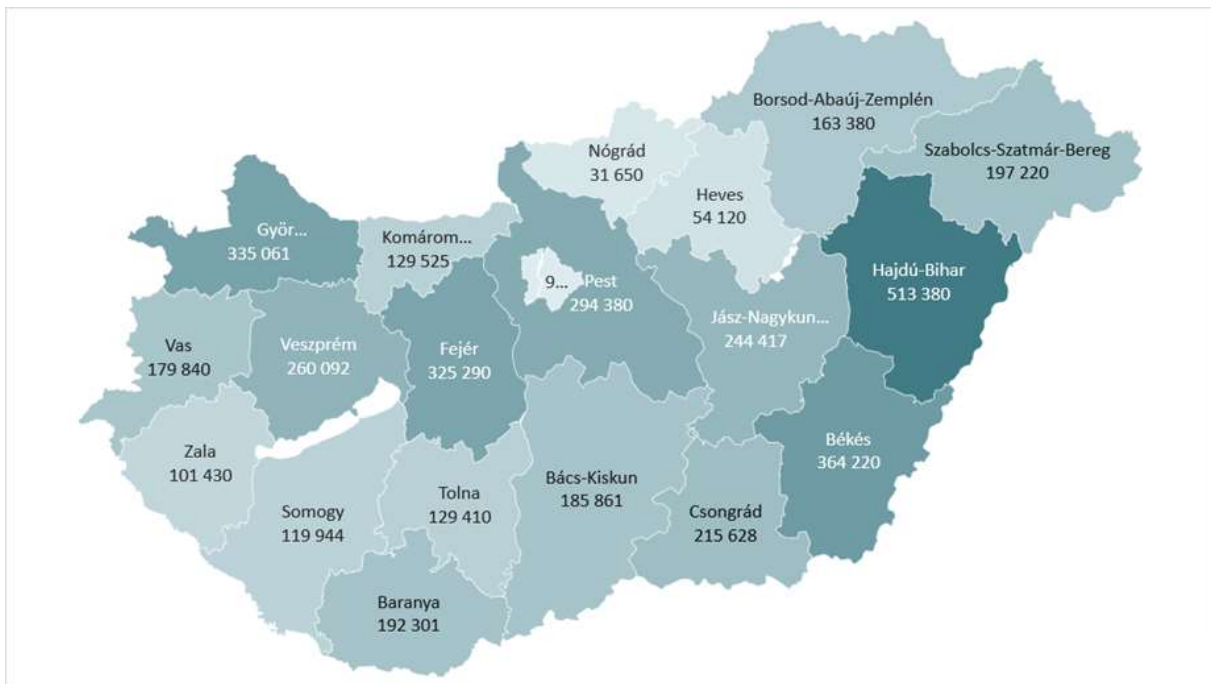
A megyéket a tejtermelő telepek száma alapján sorrendbe állítva a 23. ábra mutatja be.



23. ábra: Tejtermelő telepek száma Magyarországon megyénkénti bontásban

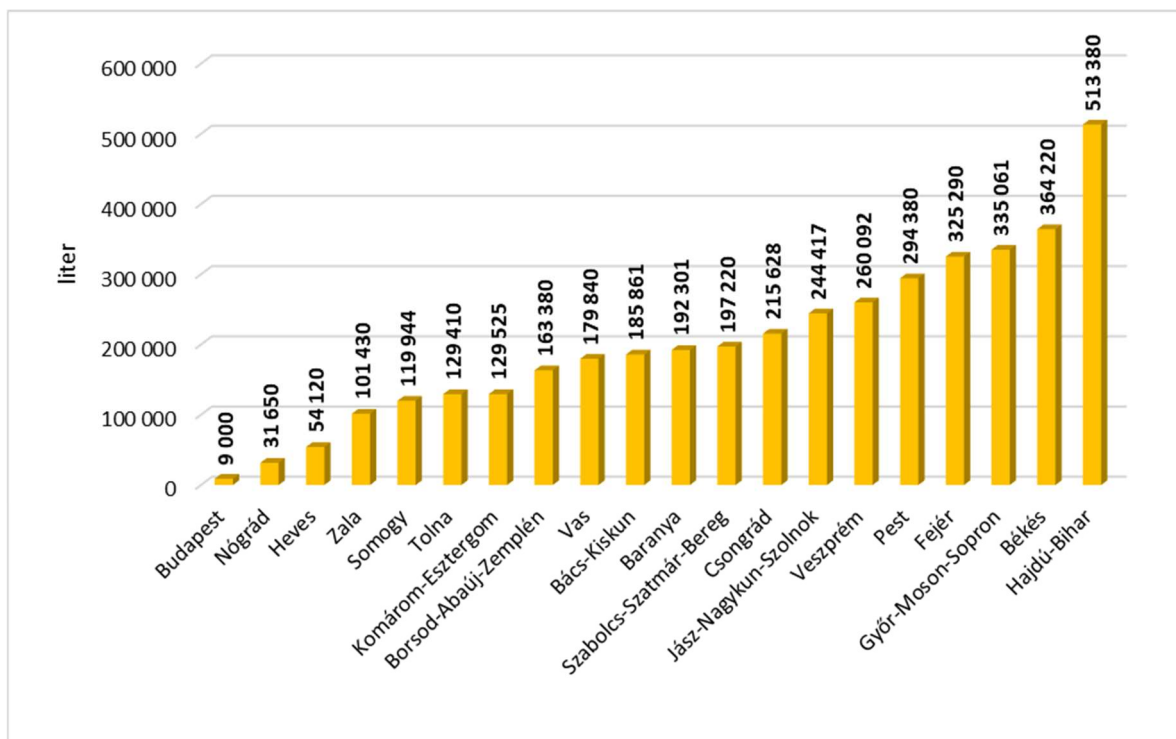
6.1.3. Megtermelt tej mennyisége

A 2011-2020 időszak megyénkénti átlagos napi tejmennyiségét a 24. ábra szemlélteti.



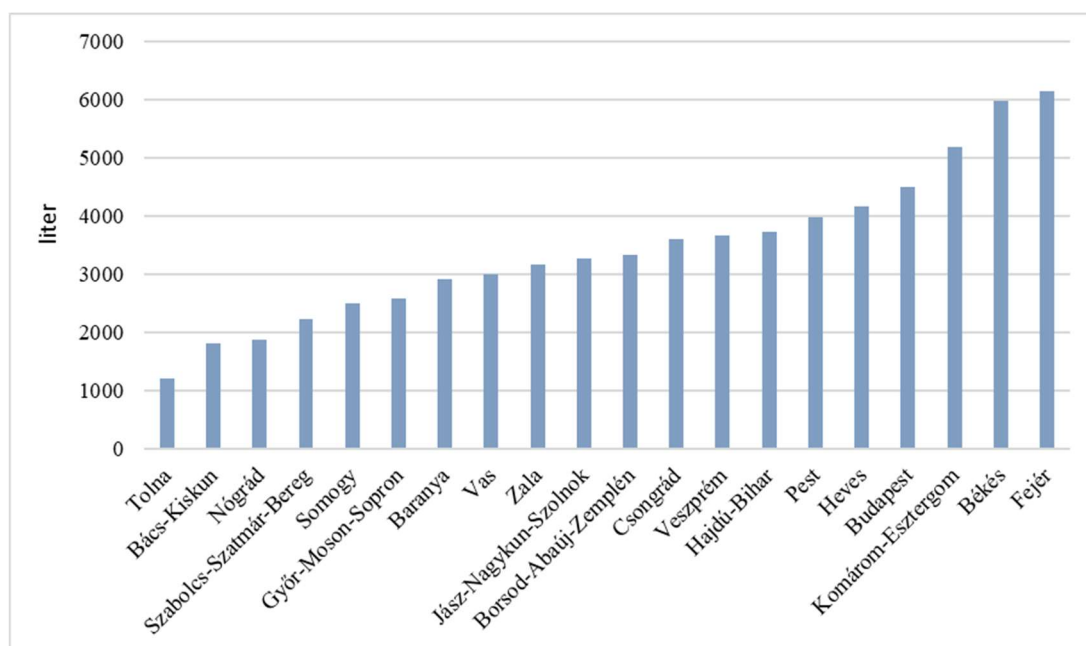
24. ábra: Megyénkénti átlagos napi tejmennyiség (liter) a 2011-2020 időszakban

A megyéket az átlagos napi tejmennyiség alapján sorrendbe állítva a 25. ábra mutatja be.



25. ábra: Termelt átlagos napi tejmennyiség (liter) megyénkénti bontásban

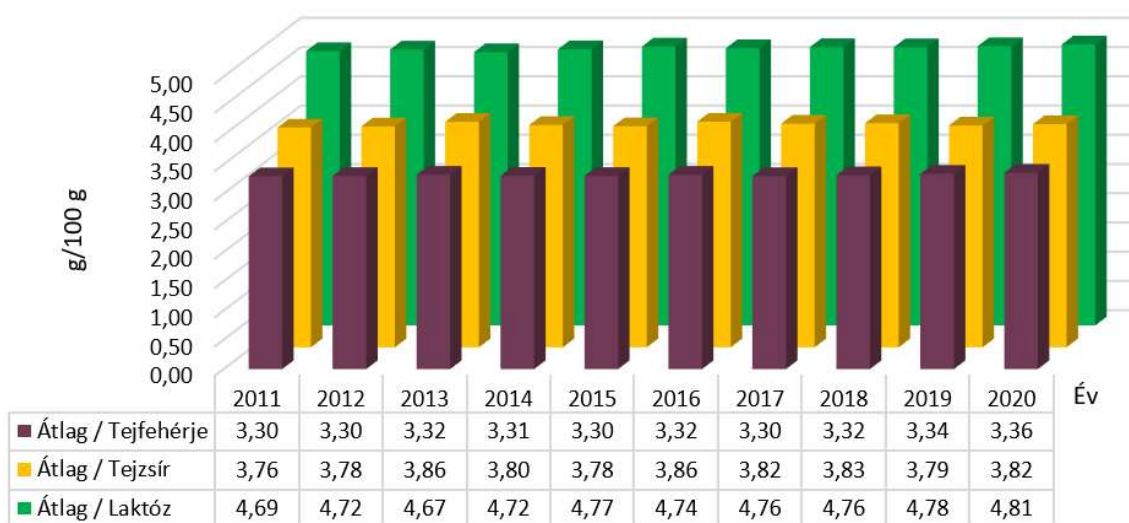
A megyék átlagos állomány tejtermelési mennyiségét (a megyénkénti átlagos napi tejmennyiség és a megyénkénti tejtermelők száma alapján) sorrendbe állítva a 26. ábra mutatja be (származtatott adatok).



26. ábra: A megyék átlagos állomány tejtermelési mennyisége (liter)

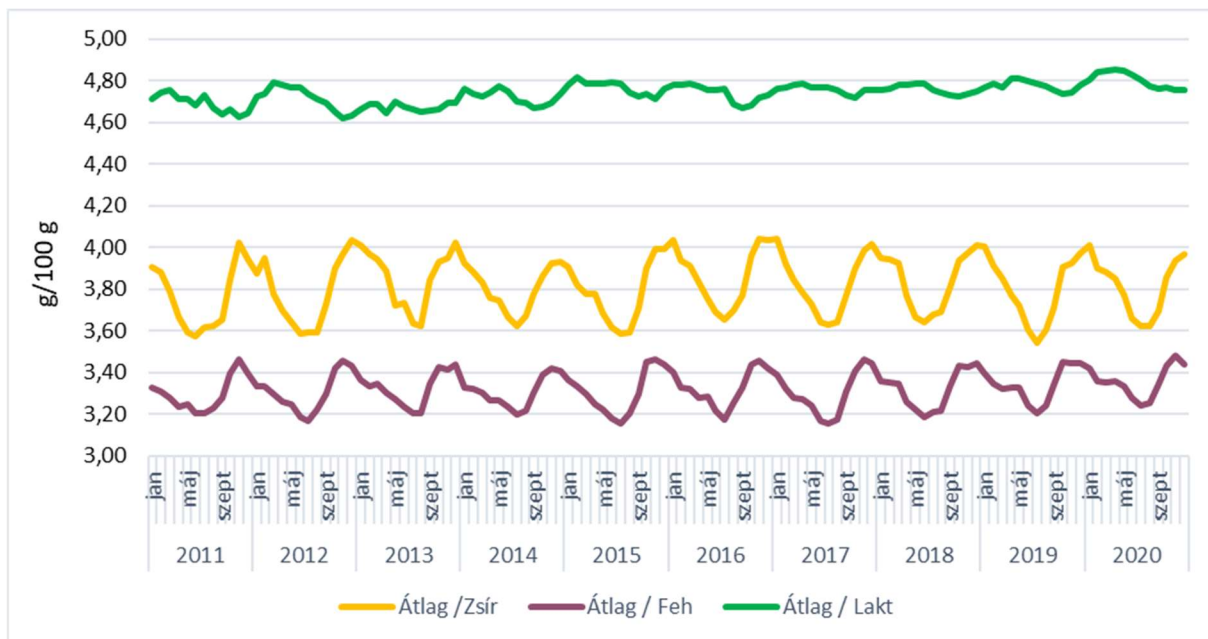
6.1.4. Nyerstej beltartalmi jellemzői

A 2011-2020 között Magyarországon megtermelt tejek elegytej mintáinak évenkénti átlagos tejfehérje-, tejszír- és laktóztartalmát a 27. ábra mutatja be.



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

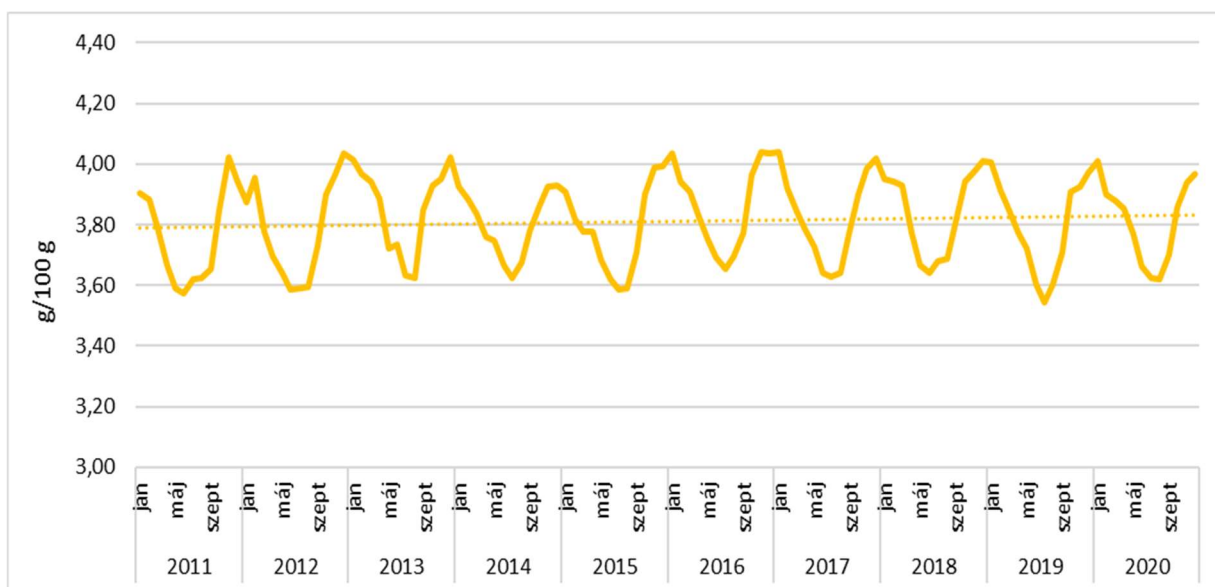
A 2011-2020 között Magyarországon megtermelt tejek elegytej mintáinak hónapokra lebontott átlagos tejszár-, tejszár- és laktóztartalmát a 28. ábra mutatja be.



28. ábra: Országos átlagos tejszár-, tejszár- és laktóztartalom (g/100g) havi bontásban

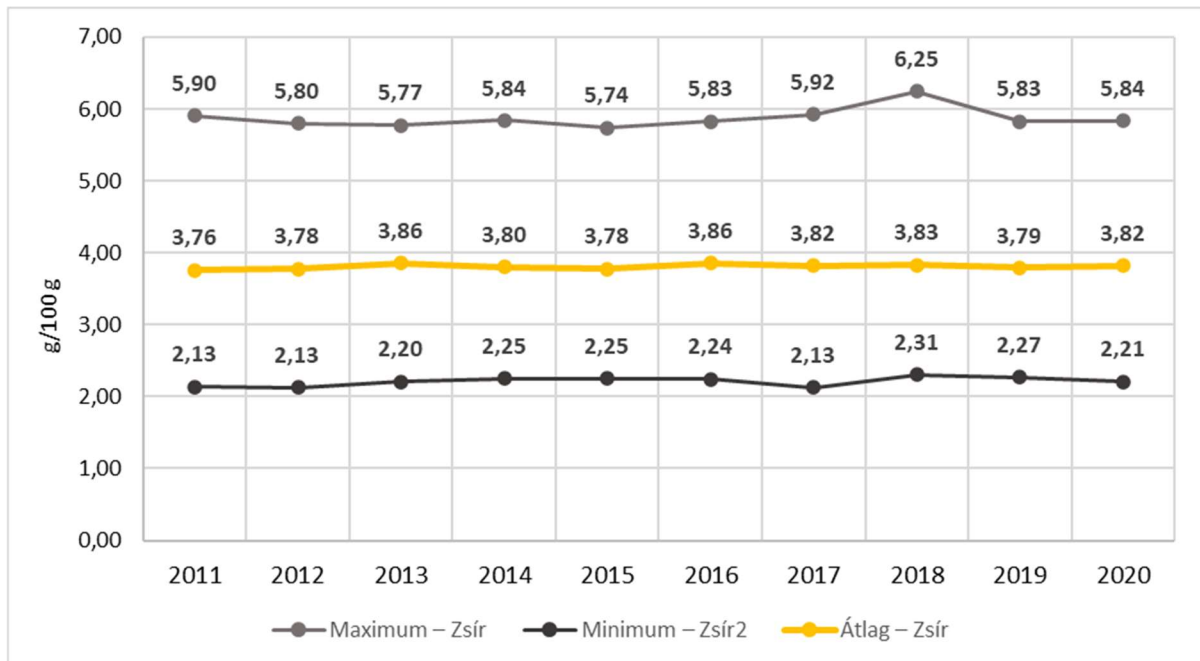
6.1.4.1. Tejszírtartalom

A 2011-2020 időszak országos átlagos tejszírtartalmát havi bontásban a 29. ábra mutatja be.



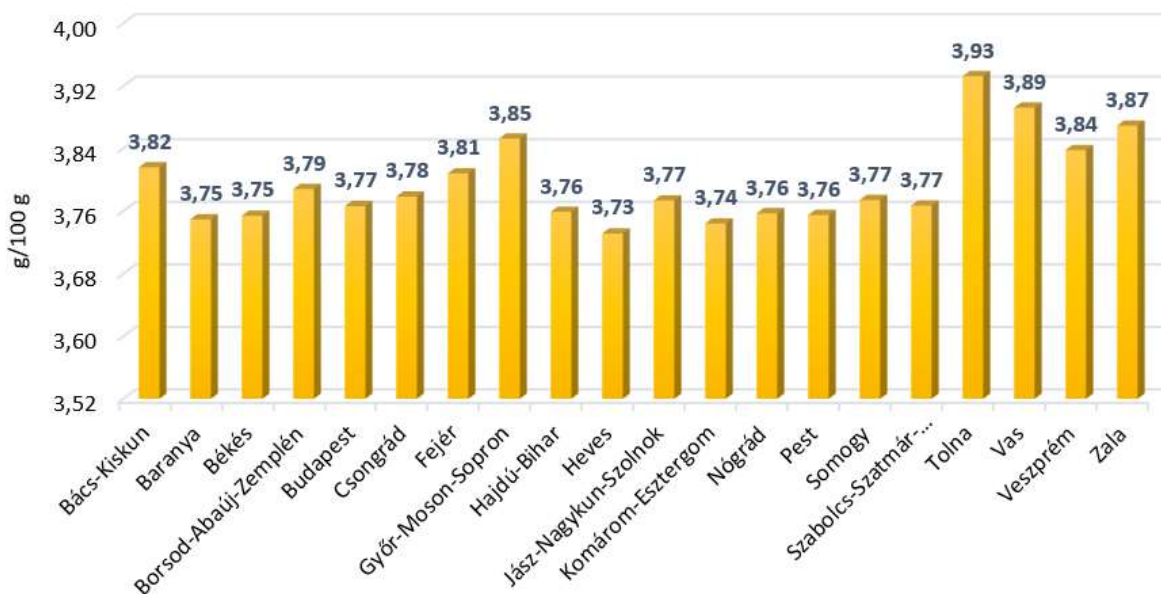
29. ábra: Országos átlagos tejszírtartalom (g/100 g) alakulása 2011-2020 között, havi bontásban

A 2011-2020 időszakban mért tejszírtartalom legkisebb, legnagyobb és átlagos értékeinek éves alakulását a 30. ábra mutatja be.



30. ábra: Tejszírtartalom (g/100 g) éves legkisebb, legnagyobb és átlagos értékei 2011-2020 között

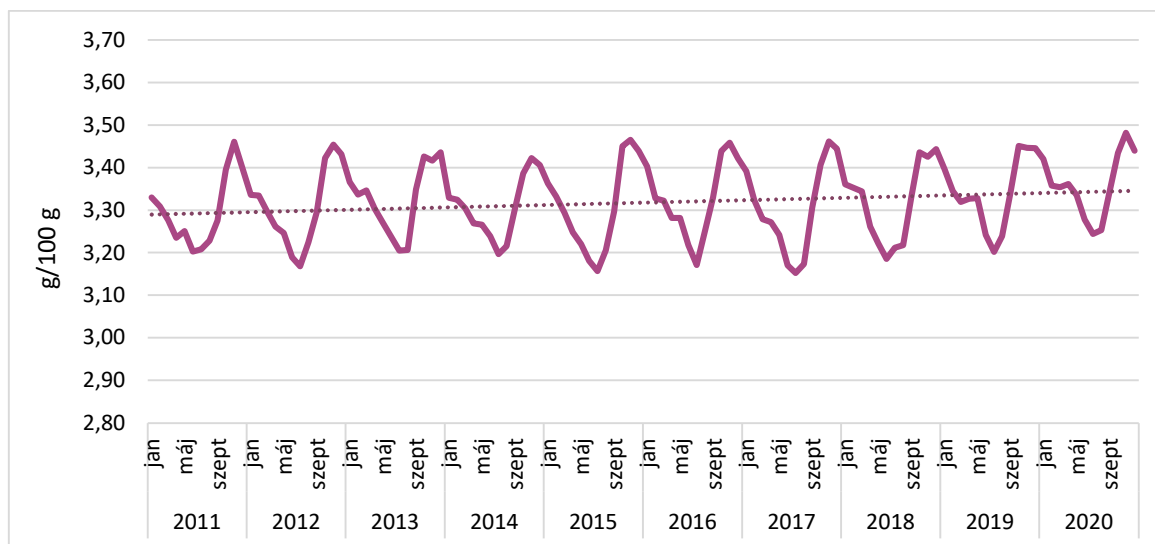
A 2011-2020 időszakban mért tejszírtartalom megyénkénti átlagos értékét a 31. ábra mutatja be (10 éves átlag).



31. ábra: 10 év (2011-2020) átlagos tejszírtartalom (g/100 g) értékei megyénkénti bontásban

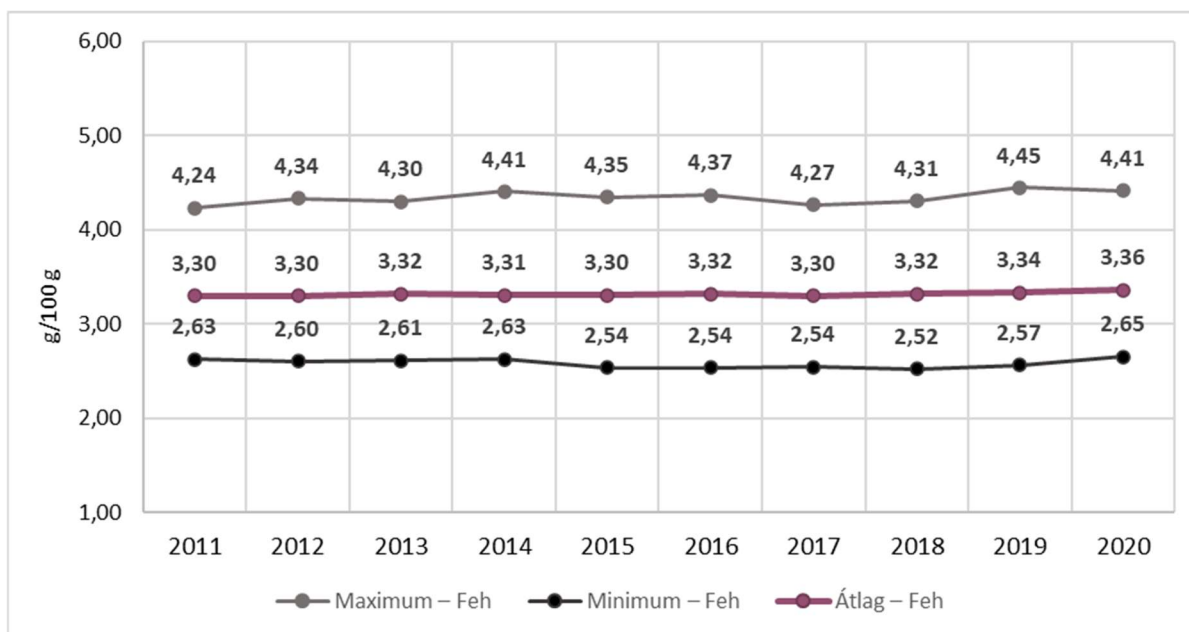
6.1.4.2. Tejfehérje-tartalom

A 2011-2020 időszak átlagos tejfehérje-tartalmát havi bontásban a 32. ábra mutatja be.



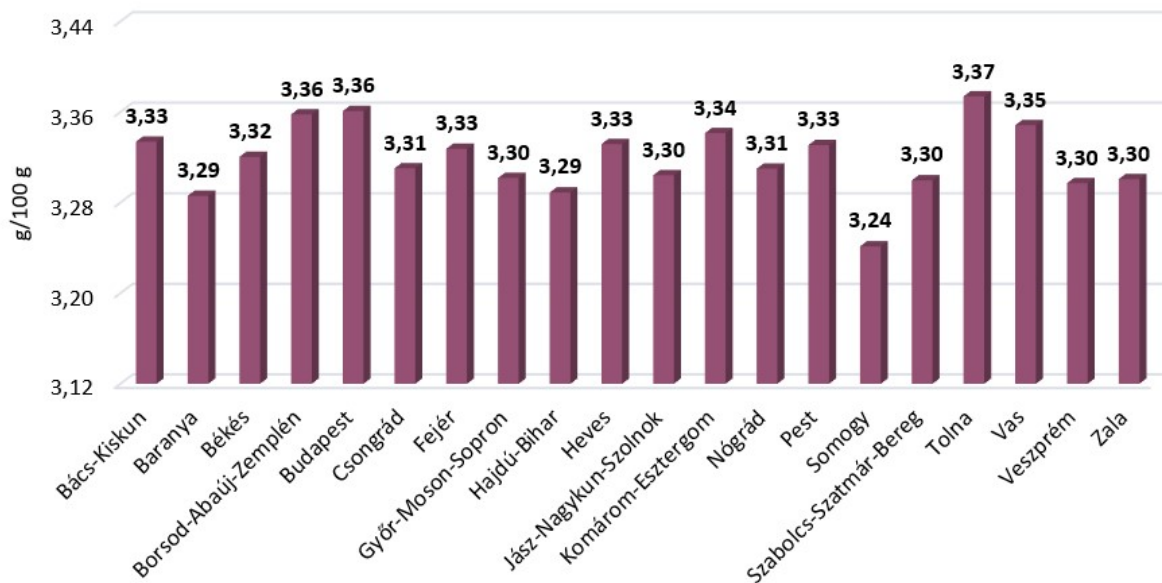
32. ábra: Országos átlagos tejfehérje-tartalom (g/100 g) alakulása 2011-2020 között, havi bontásban

A 2011-2020 időszakban mért tejfehérje-tartalom legkisebb, legnagyobb és átlagos értékeinek éves alakulását a 33. ábra mutatja be.



33. ábra: Tejfehérje-tartalom (g/100 g) éves legkisebb, legnagyobb és átlagos értékei 2011-2020 között

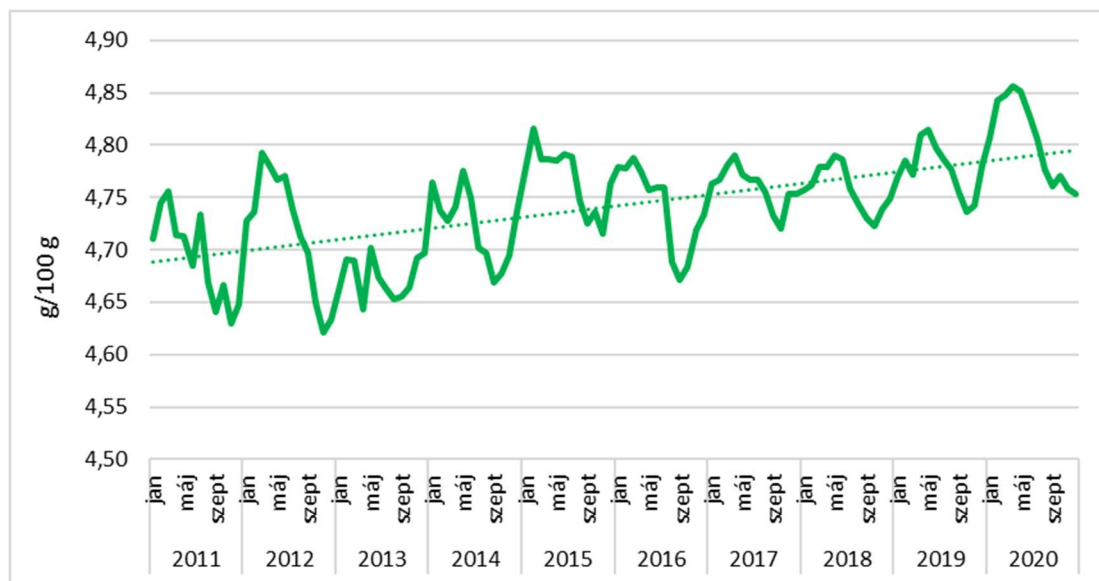
A 2011-2020 időszakban mért tejfehérje-tartalom megyénkénti átlagos értékét a 34. ábra mutatja be (10 éves átlag).



34. ábra: 10 év (2011-2020) átlagos tejfehérje-tartalom (g/100 g) értékei megyénkénti bontásban

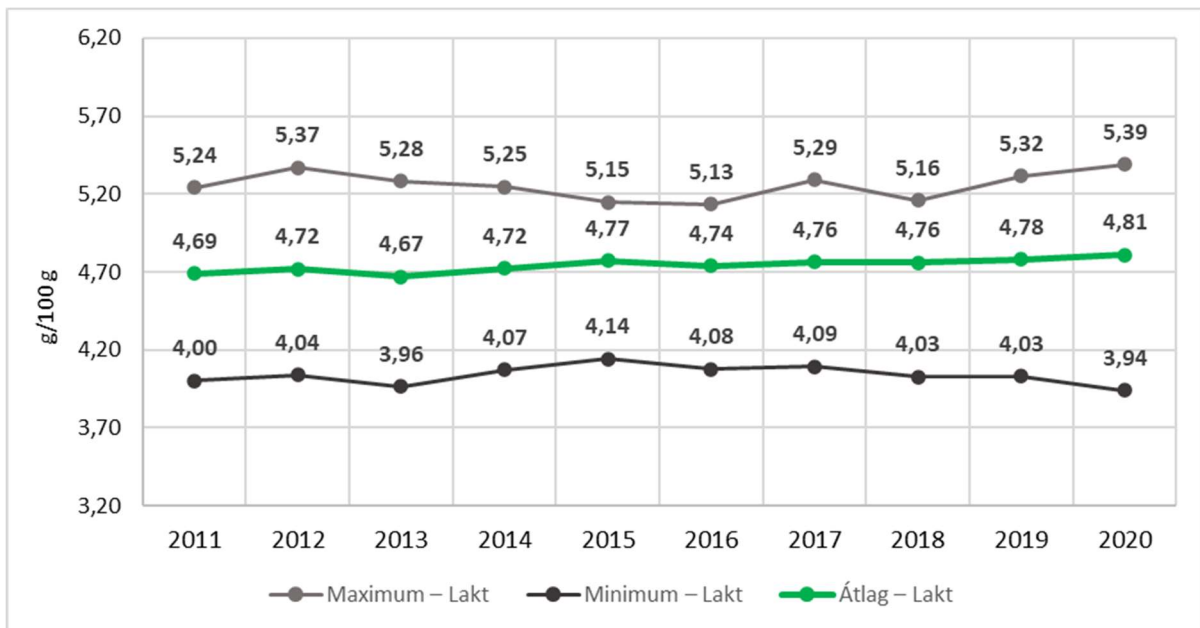
6.1.4.3. Laktóztartalom

A 2011-2020 időszak átlagos laktóztartalmát havi bontásban a 35. ábra mutatja be.



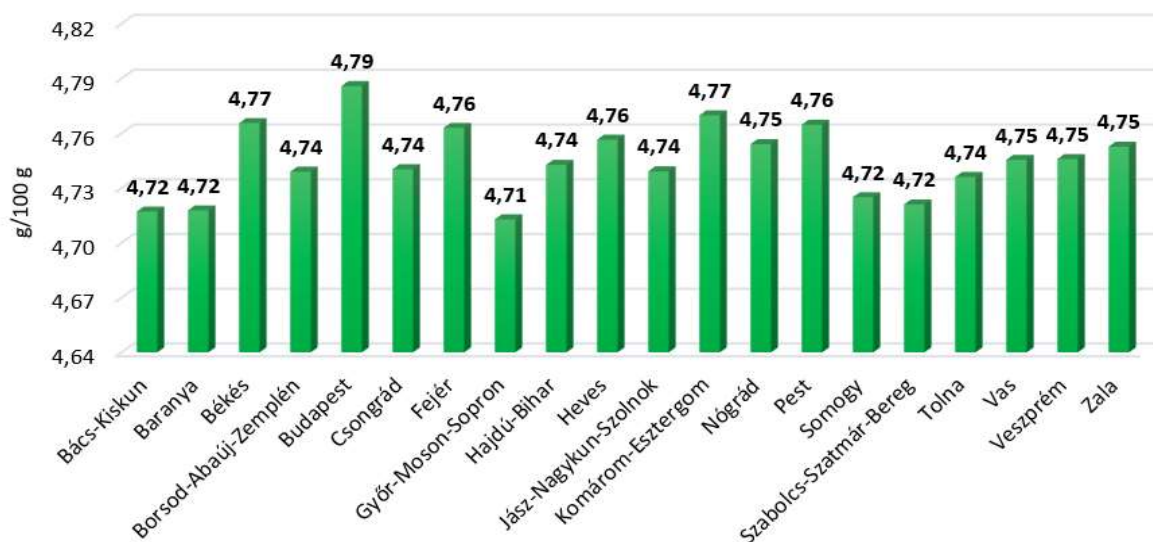
35. ábra: Országos átlagos laktóztartalom (g/100 g) alakulása 2011-2020 között, havi bontásban

A 2011-2020 időszakban mért laktóztartalom legkisebb, legnagyobb és átlagos értékeinek éves alakulását a 36. ábra mutatja be.



36. ábra: Laktóztartalom (g/100 g) éves legkisebb, legnagyobb és átlagos értékei 2011-2020 között

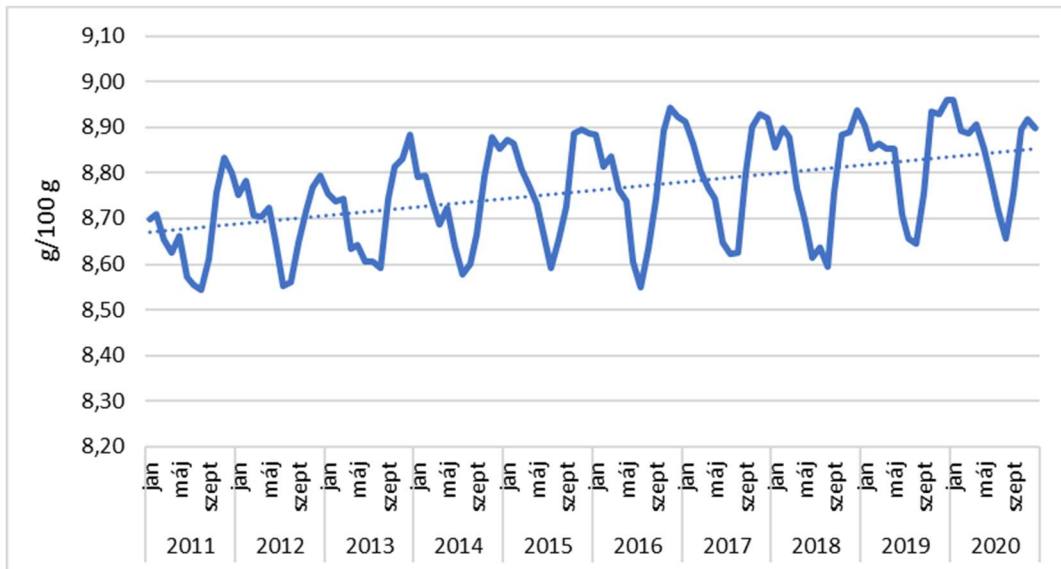
A 2011-2020 időszakban mért laktóztartalom megyénkénti átlagos értékét a 37. ábra mutatja be (10 éves átlag).



37. ábra: 10 év (2011-2020) átlagos laktóztartalom (g/100 g) értékei megyénkénti bontásban

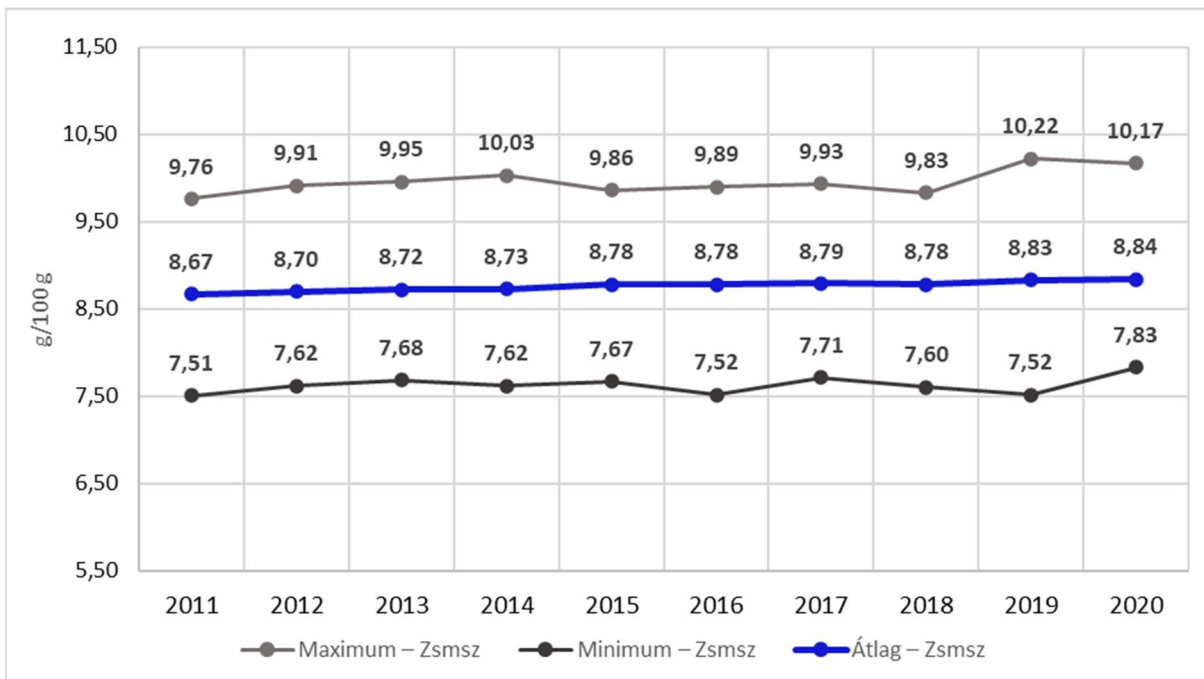
6.1.4.4. Zsírintes szárazanyag tartalom

A 2011-2020 időszak átlagos zsírintes szárazanyag tartalmát havi bontásban a 38. ábra mutatja be.



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

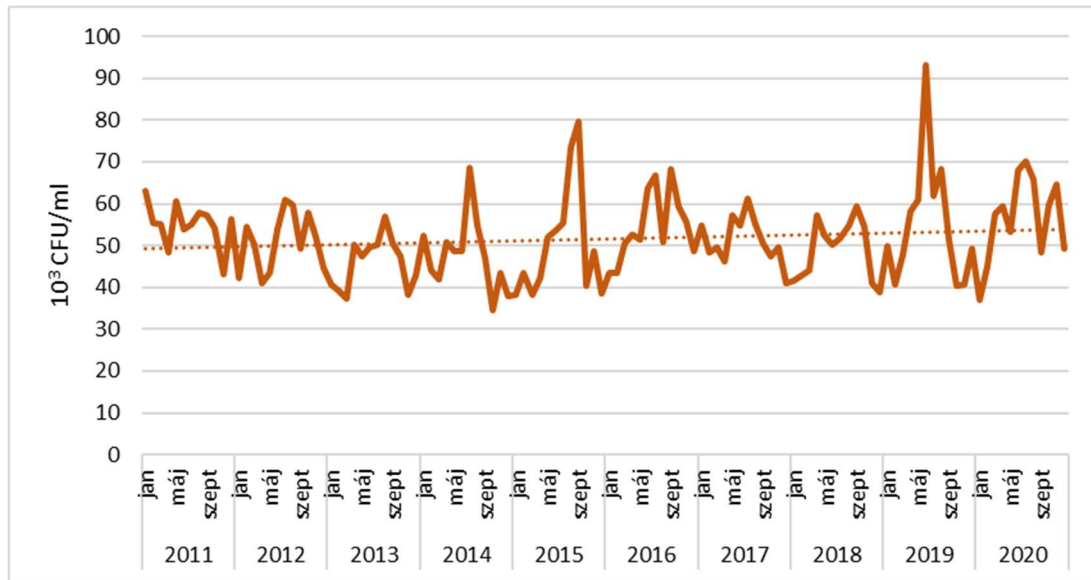
A 2011-2020 időszakban mért zsírintes szárazanyag tartalom legkisebb, legnagyobb és átlagos értékeinek éves alakulását a 39. ábra mutatja be.



39. ábra: Zsírintes szárazanyag tartalom (g/100 g) éves legkisebb, legnagyobb és átlagos értékei 2011-2020 között

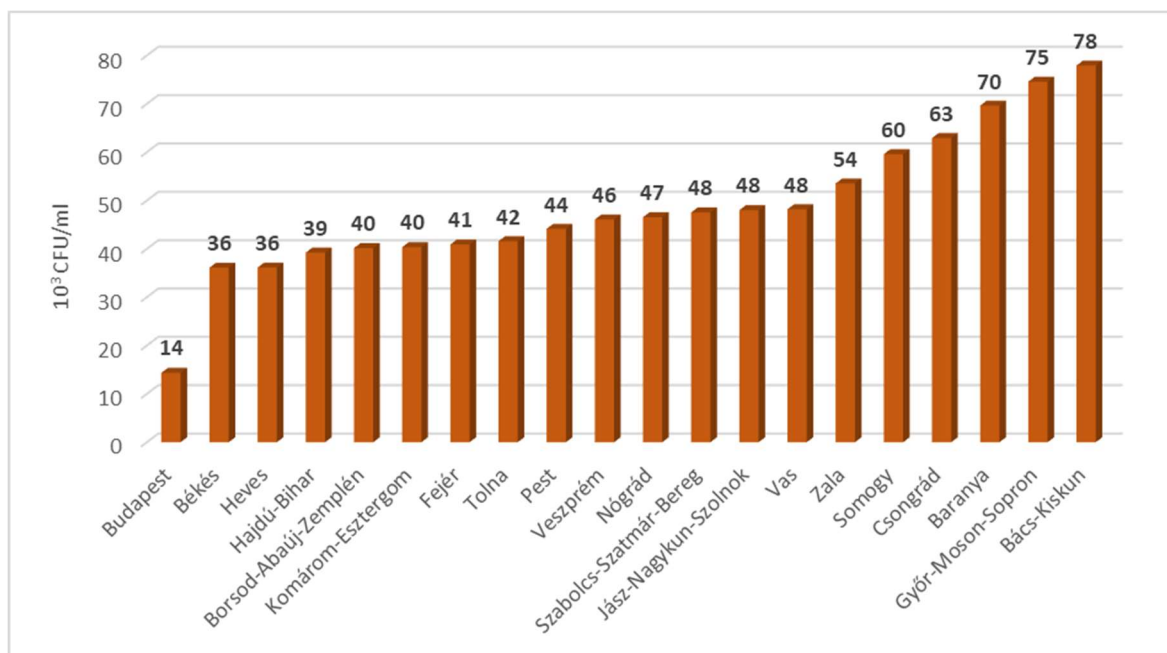
6.1.4.5. Összcsíraszám

A 2011-2020 időszak összcsíraszám átlagértékeit havi bontásban a 40. ábra mutatja be.



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

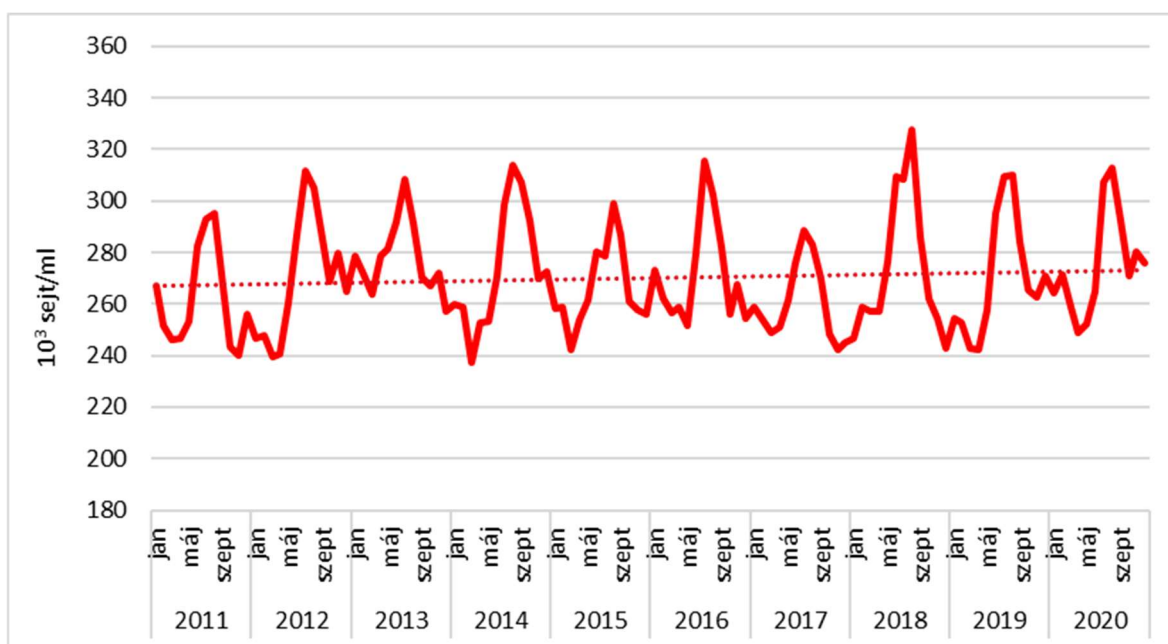
A 2011-2020 időszakban mért összcsíraszám megyénkénti átlagos értékét a 41. ábra mutatja be (10 éves átlag).



41. ábra: 10 év (2011-2020) átlagos összcsíraszám értékei (10^3 CFU/ml) megyénkénti bontásban

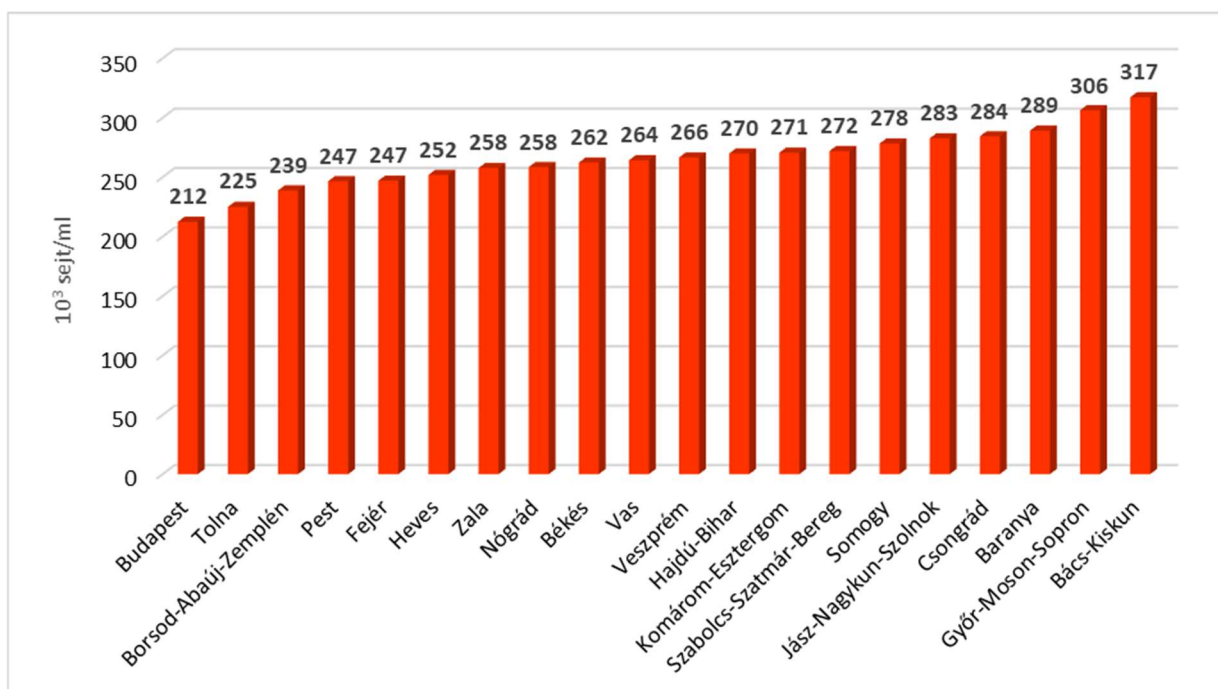
6.1.4.6. Szomatikus sejtszám

A 2011-2020 időszak szomatikus sejtszám átlagértékeit havi bontásban a 42. ábra mutatja be.



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

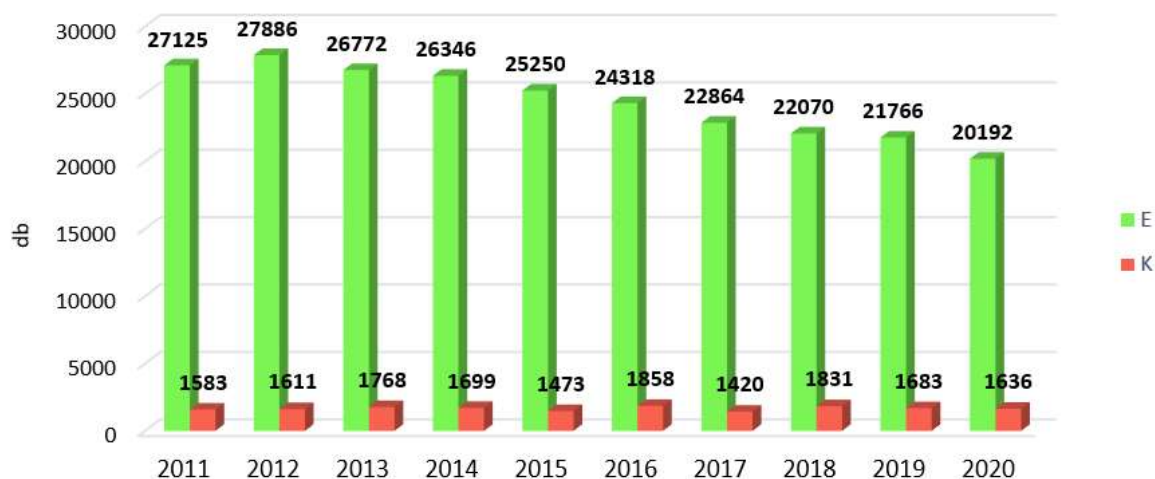
A 2011-2020 időszakban mért szomatikus sejtszám megyénkénti átlagos értékét a 43. ábra mutatja be (10 éves átlag).



43. ábra: 10 év (2011-2020) átlagos szomatikus sejtszám értékei (10^3 sejt/ml) megyénkénti bontásban

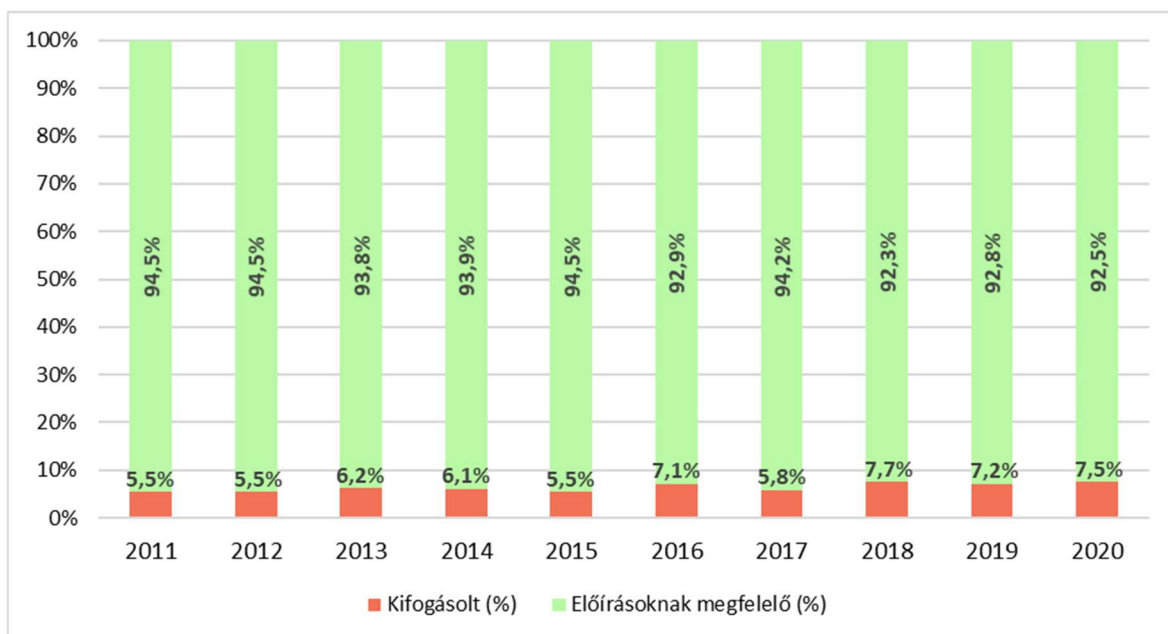
6.1.4.7. Minősítés szerinti értékelés

A vonatkozó jogszabályok alapján történt tejminősítés szerint, az előírásoknak megfelelő (E) és a kifogásolt (K) tejminták számának 2011-2020 közötti évenkénti alakulását a 44. ábra mutatja be.



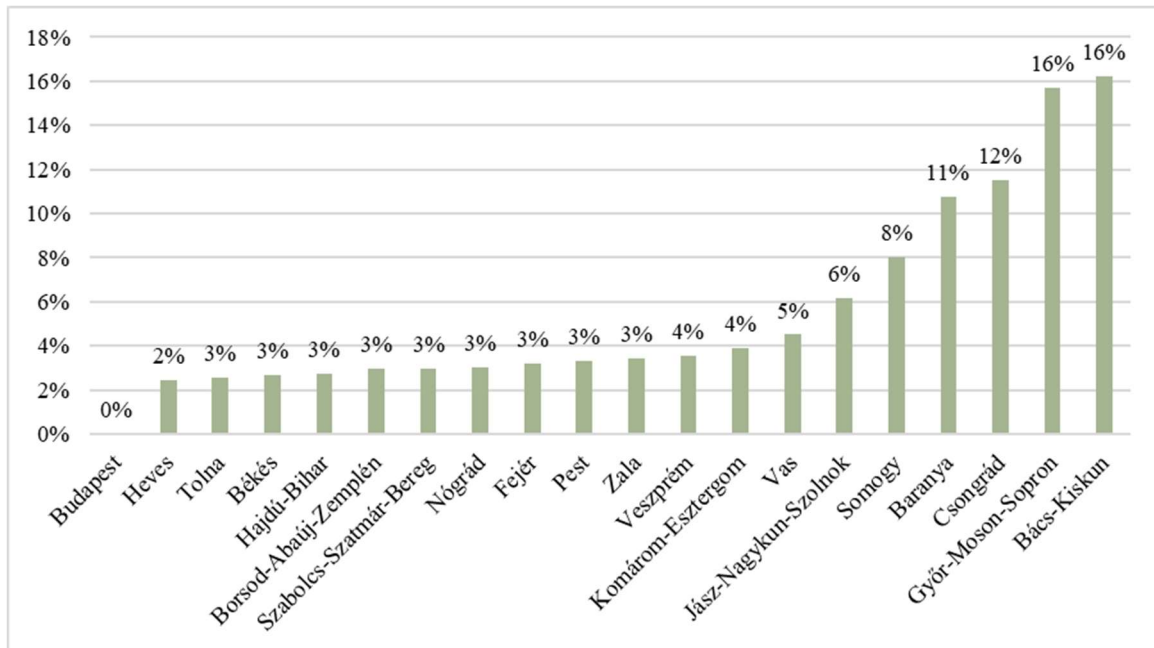
44. ábra: Az előírásoknak megfelelő (E), valamint a kifogásolt (K) tejminták évenkénti száma (2011-2020)

A 2011-2020 időszakban a tejminősítés szerint az előírásoknak megfelelő (E) és a kifogásolt (K) tejminták összes mintaszámhoz viszonyított arányát évenkénti bontásban a 45. ábra mutatja be.



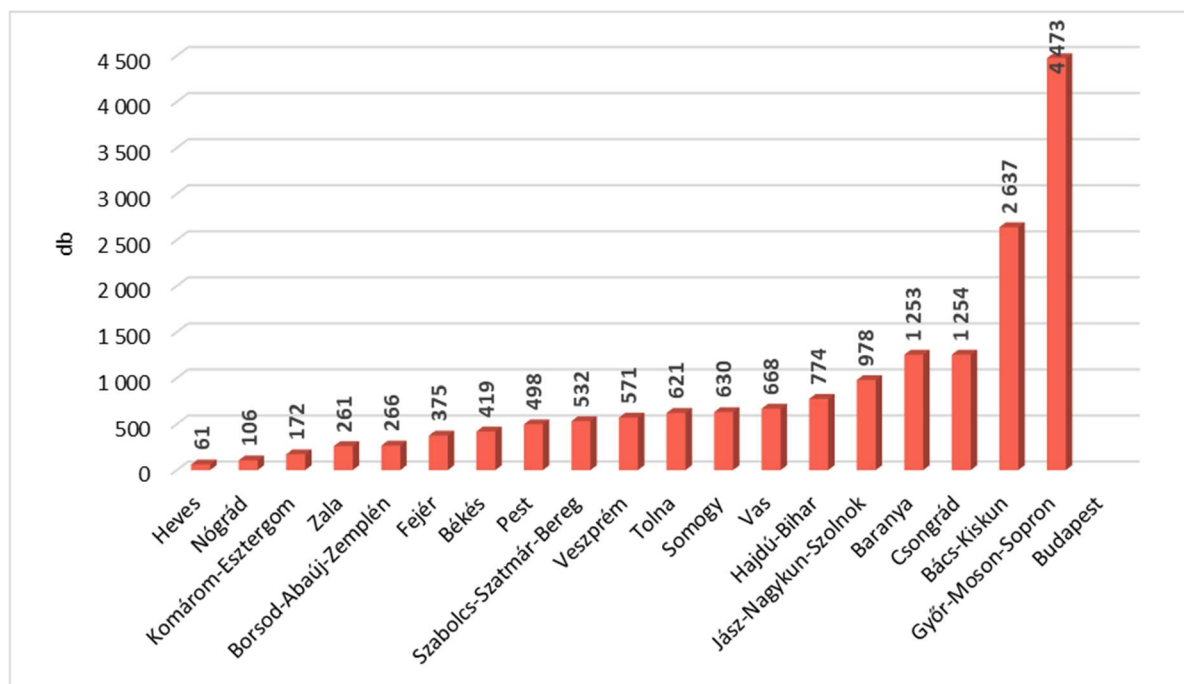
45. ábra: Az előírásoknak megfelelő (E), valamint a kifogásolt (K) tejminták összes mintaszámhoz viszonyított aránya (%) a 2011-2020 időszak éveiben

A 2011-2020 időszakban a tejminősítés szerint az előírásoknak nem megfelelő (kifogásolt) tejminták arányának (%) megyénkénti alakulását a 46. ábra mutatja be.



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

A 2011-2020 időszakban a tejminősítés szerint kifogásolt tejminták számának megyénkénti alakulását a 47. ábra mutatja be.

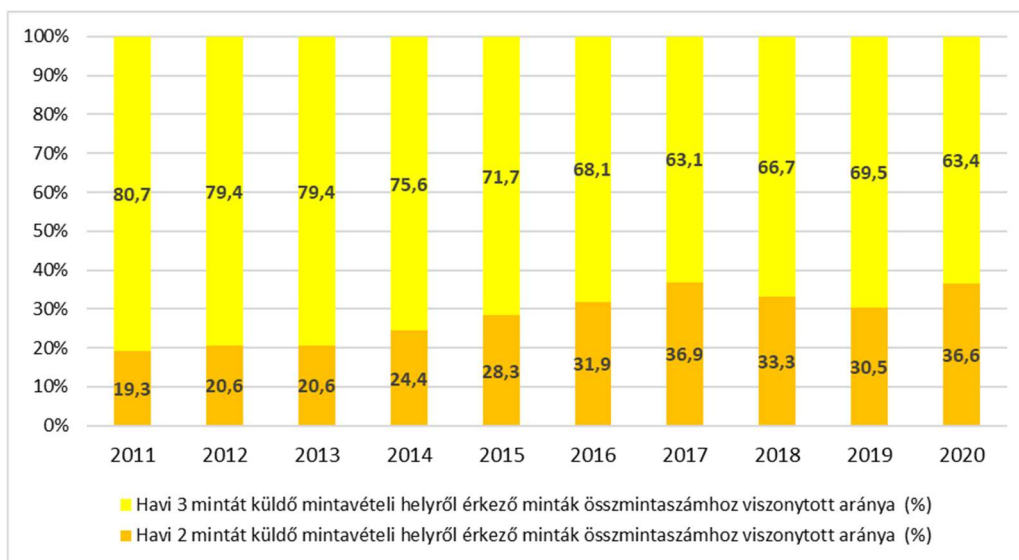


47. ábra: A 2011-2020 időszakban kifogásolt tejminták száma megyénként

6.1.5. A mintaszámok elemzése

A 2011 és 2020 közötti időszakban 261151 db magyarországi termelői nyers elegytej minta vizsgálatát végeztük el a tejszír-, tejfehérje-, laktóz-, zsírmentes szárazanyag tartalom, valamint az összcsíraszám és a szomatikus sejtszám értékek meghatározása céljából.

A termelői nyerstej minták éves száma 2012-től kezdődően folyamatosan csökkenő tendenciát mutatott (a 2012-es mintaszámhoz viszonyítva 2020-ra 26%-kal csökkent a mintaszám). E mintaszám csökkenést a tejtermelői ágazatra országos szinten jellemző kettő lényeges jelenség okozta, melyek közül az egyik a havonta beküldésre kerülő komplex minősítő minták számával függ össze. Annak ellenére, hogy a mintaküldés gyakoriságára vonatkozó jogszabályi előírás a vizsgált időszakban a minimum 2 minta/hónap, a tejtermelő gazdák többsége még mindig – a hagyományosan megszokott módon – havi 3 mintát küldött a nyerstej minősítő laboratóriumba (dekádvizsgálatok – ld. 5.1.1. fejezet). Azonban a vizsgált időszak éveiben a tejtermelőket érintő egyre magasabb kiadási oldalt a tejágazatra jellemző piaci helyzet nem engedte a bevételi oldalon megfelelőképpen ellensúlyozni. Így költségcsökkentési okból döntött úgy a tejtermelők egy része, hogy a havi háromszori mintaküldés helyett, már csak a jogszabályi minimum 2 mintát minősíttetik havonta. A havi háromszori mintaküldés egyéb előnyei miatt a havi minták számának kettőre való csökkentése lassan zajlik, de a tendencia évről-évre változatlanul a mintaszám további csökkenésének irányába mutat. A 48. ábrán látható, hogy míg 2011-ben az összes termelő 19,3%-a küldött havi 2 mintát, addig 2020-ra ez az arány már 36,6%-ra emelkedett.

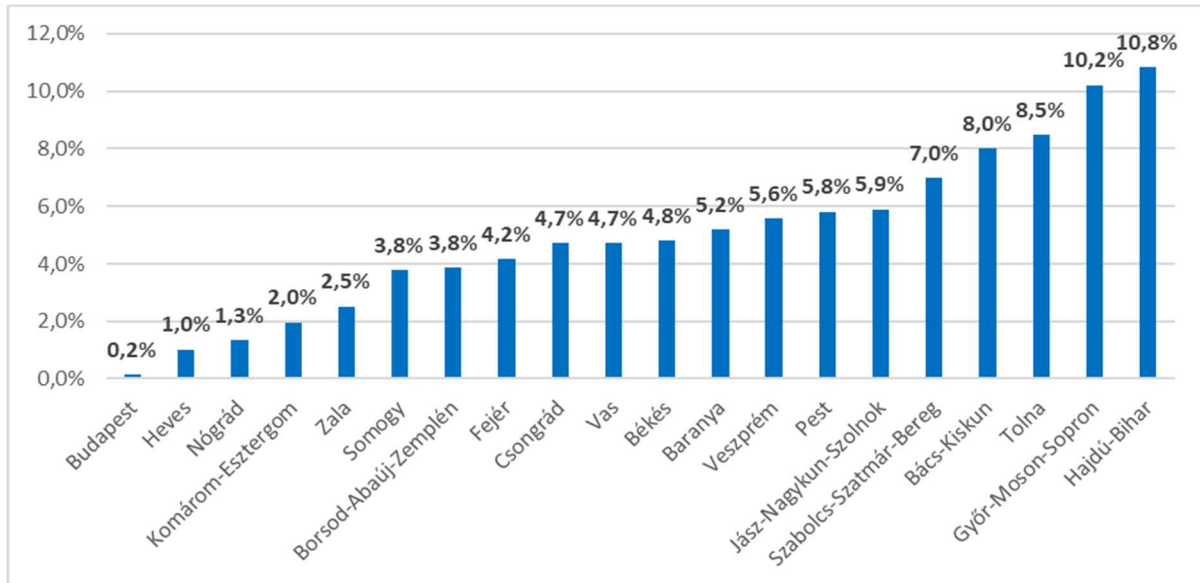


48. ábra: A nyerstej minősítő laboratóriumba havi 3 mintát és havi 2 mintát beküldő mintavételi helyről érkező minták számának összmintaszámhoz viszonyított aránya (%) (2011-2020)

Az éves nyerstej mintaszám csökkenésének másik oka a hazai állattartó telepek számának csökkenése (ld. 6.1.6. fejezet).

6.1.6. A tejtermelők száma és az átlagos megtermelt napi tejmennyiség elemzése

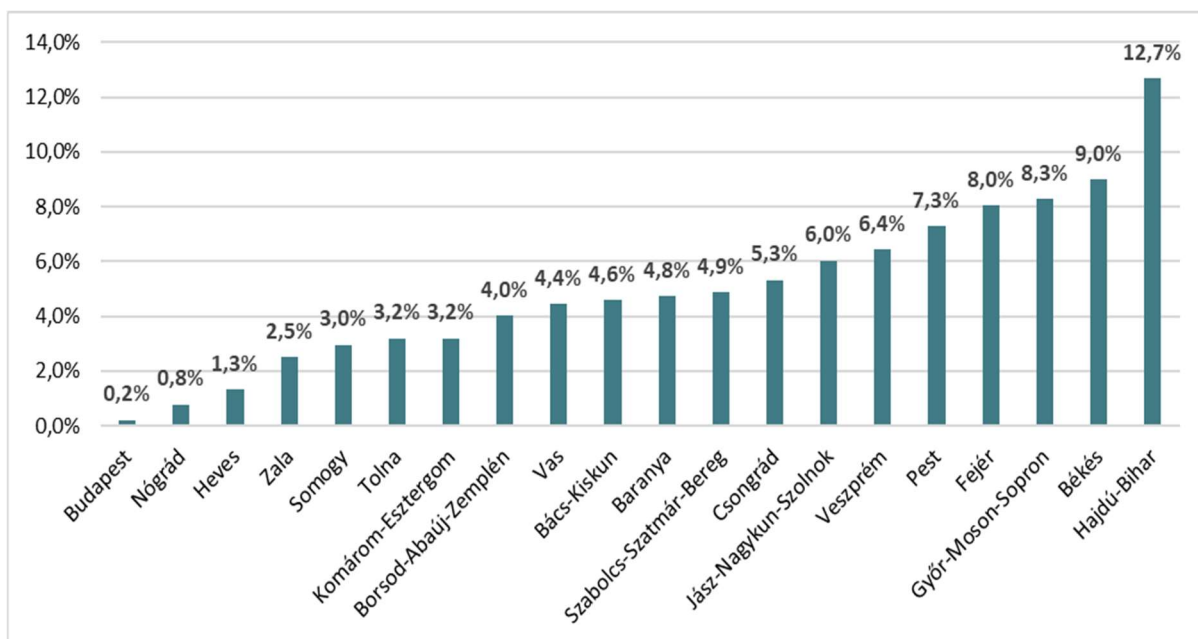
A 2011-2020 közötti időszakban mindösszesen 1273 tejtermelő telepről érkezett minta a nyerstej minősítő laboratóriumba. A megyénkénti telepszámok (ld. 22. és 23. ábra) Magyarország összes tejtermelő telepének számához viszonyított arányát a 49. ábra mutatja be. E szerint megállapítható, hogy az összes hazai tejtermelő telep 50%-a hat megyében koncentrálódik.



49. ábra: Megyénkénti tejtermelő telepszám aránya az országos telepszámhoz viszonyítva (%)

A tejtermelő telepek száma Magyarországon folyamatosan csökken annak ellenére, hogy az országosan megtermelt tej mennyisége folyamatosan növekszik. Míg 2011-ben az országos tehéntej termelés 1,668 milliárd liter volt, addig ez a mennyiség 2020-ra 1,961 milliárd literre emelkedett (17,6%-os növekedés). Az emelkedő tejtermeléssel párhuzamos tejtermelő telepszám csökkenés hátterében a magasabb műszaki színvonalú, gazdaságilag hatékonyabban működtethető, centralizáltabb szarvasmarha telepek térhódítása áll. A nyerstej minősítés jelenlegi rendszere a mintavételi helyek számának és a mintavétel sűrűségének meghatározásakor nem veszi figyelembe sem az állománylétszámot, sem a megtermelt tej mennyiségét. A jelenlegi szabályozás szerint minden egyes tejtermelő telep egy mintavételi helynek minősül, annak méretétől függetlenül. Így fordulhat elő, hogy a növekvő tejtermelés ellenére csökken a nyerstej minősítő minták száma Magyarországon.

A megyénkénti megtermelt napi átlagos tejmennyiség (ld. 24. és 25. ábra) országos napi átlagos tejmennyiséghez viszonyított arányát az 50. ábra mutatja be.



50. ábra: Megyéenkénti megtermelt napi átlagos tejmennyiség aránya az országos napi átlagos tejmennyiséghez viszonyítva (%)

Összehasonlítva az egyes megyéket a megtermelt napi átlagos tejmennyiség, valamint a telepszám alapján, látható, hogy pl. Fejér megyében és Békés megyében nagyobb állománylétszámú telepeken történik a tejtermelés.

6.1.7. A tejminták beltartalmi jellemzőinek statisztikai elemzése

A hazai nyerstejek átlagos tejszír-, tejfehérje-, laktóz- és zsírintes szárazanyag tartalmának grafikus ábrázolásakor évszakos ciklusosság látható, mely a 2011-2020 időszakban minden évben hasonló tendenciát követ. A tejszír-, tejfehérje- és zsírintes szárazanyag tartalom esetében a legmagasabb beltartalmi értékek a téli hónapokra, míg a legalacsonyabb beltartalmi értékek a nyári hónapokra esnek. A laktóz ettől eltérő periodicitást mutat. Mind a négy beltartalmi paraméter esetében statisztikai számításokat (Hewitt's teszt) végeztünk annak érdekében, hogy e szezonális változás szignifikáns-e (Walter, 1981, Rogerson, 1996). A nullhipotézis szerint 10 év legalacsonyabb átlagos tejszír-, tejfehérje-, laktóz- és zsírintes szárazanyag tartalmú hónapjainak értékei és legmagasabb átlagos tejszír-, tejfehérje-, laktóz- és zsírintes szárazanyag tartalmú hónapjainak értékei nem térnek el szignifikáns mértékben. Az alternatív hipotézis szerint ezen értékek eltérnek egymástól.

6.1.7.1. A tejsírtartalom statisztikai elemzése

10 év (2011-2020) három legalacsonyabb és három legmagasabb átlagos tejsírtartalmú hónapjait és ezen hónapok átlagos tejsír értékeit (g/100 g) a 2. táblázat tartalmazza.

Év	Hónap	Legalacsonyabb tejsír értékek (g/100 g)	Hónap	Legmagasabb tejsír értékek (g/100 g)
2011	jún	3,57	jan	3,91
	máj	3,59	dec	3,95
	júl	3,62	nov	4,02
2012	jún	3,59	febr	3,95
	júl	3,59	nov	3,97
	aug	3,59	dec	4,04
2013	aug	3,63	febr	3,97
	júl	3,63	jan	4,01
	máj	3,72	dec	4,02
2014	júl	3,62	jan	3,93
	jún	3,67	nov	3,93
	aug	3,67	dec	3,93
2015	júl	3,59	jan	3,91
	aug	3,59	nov	3,99
	jún	3,62	dec	3,99
2016	júl	3,65	jan	4,03
	jún	3,69	dec	4,03
	aug	3,70	nov	4,04
2017	júl	3,63	nov	3,99
	aug	3,64	dec	4,02
	jún	3,64	jan	4,04
2018	jún	3,64	jan	3,95
	máj	3,67	nov	3,97
	júl	3,68	dec	4,01
2019	júl	3,54	nov	3,92
	jún	3,60	dec	3,97
	aug	3,60	jan	4,01
2020	aug	3,62	nov	3,94
	júl	3,62	dec	3,97
	jún	3,66	jan	4,01

2. táblázat: 2011-2020 három legalacsonyabb és három legmagasabb átlagos tejsírtartalmú hónapjai és ezen hónapok átlagos tejsír értékei (g/100 g). Az év legalacsonyabb és legmagasabb értékét és a hónap nevét félkövér betűtípus jelzi.

Az éves átlagos tejsírtartalom 3,76 és 3,86 g/100 g között mozgott (átlag: $3,81 \pm 0,14$ SD, SE=0,013). A statisztikai számítások alapján a hazai tehéntej tejsírtartalmának éven belüli periodikus változása igazolásra került. A legalacsonyabb tejsír átlagértékeket 2011-2020 időszakban júniusban (3 évben), júliusban (5 évben) és augusztusban (2 évben) tapasztaltuk. A legmagasabb tejsír átlagértékeket novemberben (2 évben), decemberben (5 évben) és januárban (3 évben) tapasztaltuk. A legalacsonyabb értékeket 2011-ben, a legmagasabbakat 2013-ban és 2016-ban észleltük. Az éves átlagos tejsírtartalom alakulása a vizsgált 10 évben egyenletes trendet követett ($R^2=0,007$).

6.1.7.2. A tejfehérje-tartalom statisztikai elemzése

10 év (2011-2020) három legalacsonyabb és három legmagasabb átlagos tejfehérje-tartalmú hónapjait és ezen hónapok átlagos tejfehérje értékeit (g/100 g) a 3. táblázat tartalmazza.

Év	Hónap	Legalacsonyabb tejfehérje értékek (g/100 g)	Hónap	Legmagasabb tejfehérje értékek (g/100 g)
2011	jún	3,20	okt	3,39
	júl	3,21	dec	3,40
	aug	3,23	nov	3,46
2012	júl	3,17	okt	3,42
	jún	3,19	dec	3,43
	aug	3,22	nov	3,45
2013	júl	3,20	nov	3,42
	aug	3,21	okt	3,43
	jún	3,24	dec	3,44
2014	júl	3,20	okt	3,39
	aug	3,22	dec	3,41
	jún	3,24	nov	3,42
2015	júl	3,16	dec	3,44
	jún	3,18	okt	3,45
	aug	3,21	nov	3,47
2016	júl	3,17	dec	3,42
	jún	3,22	okt	3,44
	aug	3,25	nov	3,46
2017	júl	3,15	okt	3,41
	jún	3,17	dec	3,44
	aug	3,17	nov	3,46
2018	jún	3,19	nov	3,43
	júl	3,21	okt	3,44
	aug	3,22	dec	3,44
2019	júl	3,20	dec	3,45
	aug	3,24	nov	3,45
	jún	3,24	okt	3,45
2020	júl	3,24	okt	3,43
	aug	3,25	dec	3,44
	jún	3,28	nov	3,48

3. táblázat: 2011-2020 három legalacsonyabb és három legmagasabb átlagos tejfehérje-tartalmú hónapjai és ezen hónapok átlagos tejfehérje értékei (g/100 g). Az év legalacsonyabb és legmagasabb értékét és a hónap nevét félkövér betűtípus jelzi.

Az éves átlagos tejfehérje-tartalom 3,30 és 3,36 g/100 g között mozgott (átlag: $3,32 \pm 0,09$ SD, SE=0,008). A statisztikai számítások alapján a hazai tehéntej tejfehérje-tartalmának éven belüli periodikus változása igazolásra került. A legalacsonyabb tejfehérje átlagértékeket 2011-2020 időszakban júniusban (2 évben) és júliusban (8 évben) tapasztaltuk. A legmagasabb tejfehérje átlagértékeket októberben (1 évben), novemberben (7 évben) és decemberben (2 évben) tapasztaltuk. A legalacsonyabb értékeket 2017-ben, a legmagasabbakat 2020-ban észleltük. Az éves átlagos tejfehérje-tartalom alakulása a vizsgált 10 évben egyenletes trendet követett ($R^2=0,012$).

6.1.7.3. A laktóztartalom statisztikai elemzése

10 év (2011-2020) három legalacsonyabb és három legmagasabb átlagos laktóztartalmú hónapjait és ezen hónapok átlagos laktóz értékeit (g/100 g) a 4. táblázat tartalmazza.

Év	Hónap	Legalacsonyabb laktóz értékek (g/100 g)	Hónap	Legmagasabb laktóz értékek (g/100 g)
2011	nov	4,63	júl	4,73
	szept	4,64	febr	4,75
	dec	4,65	márc	4,76
2012	nov	4,62	jún	4,77
	dec	4,63	ápr	4,78
	okt	4,65	márc	4,79
2013	ápr	4,64	nov	4,69
	aug	4,65	dec	4,70
	szept	4,66	máj	4,70
2014	szept	4,67	jún	4,75
	okt	4,68	jan	4,76
	nov	4,70	máj	4,77
2015	nov	4,72	júl	4,79
	szept	4,72	jún	4,79
	okt	4,74	febr	4,82
2016	szept	4,67	febr	4,78
	okt	4,68	jan	4,78
	aug	4,69	márc	4,79
2017	okt	4,72	máj	4,77
	szept	4,73	márc	4,78
	nov	4,75	ápr	4,79
2018	okt	4,72	márc	4,78
	szept	4,73	jún	4,79
	nov	4,74	máj	4,79
2019	okt	4,74	jún	4,80
	nov	4,74	ápr	4,81
	szept	4,75	máj	4,81
2020	dec	4,75	márc	4,85
	nov	4,76	máj	4,85
	szept	4,76	ápr	4,86

4. táblázat: 2011-2020 három legalacsonyabb és három legmagasabb átlagos laktóztartalmú hónapjai és ezen hónapok átlagos laktóz értékei (g/100 g). Az év legalacsonyabb és legmagasabb értékét és a hónap nevét félkövér betűtípus jelzi.

A minták éves laktóztartalma átlagosan 4,70 és 4,81 g/100 g között mozgott (átlag: 4,74 ± 0,05 SD, SE=0,005). A statisztikai számítások alapján a hazai tehéntej laktóztartalmának éven belüli periodikus változása igazolásra került, de ez sokkal kisebb mértékű, mint a tejszír és a tejfehérje esetében. További eltérés a tejszír és a tejfehérje éves periodikus változásától, hogy a laktóz esetében a havi minimum átlagértékek nem nyáron, hanem ősszel (szeptember, október, november) tapasztalhatók, míg a havi maximum átlagértékek tavasszal (március, április, május) tapasztalhatók. A legalacsonyabb értékeket 2012-ben, a legmagasabbakat 2020-ban észleltük. Az átlagos laktóztartalom növekvő trendet mutatott a vizsgált 10 éves időszakban ($R^2=0,487$).

6.1.7.4. A zsírmentes szárazanyag tartalom statisztikai elemzése

10 év (2011-2020) három legalacsonyabb és három legmagasabb átlagos zsírmentes szárazanyag tartalmú hónapjait és ezen hónapok átlagos zsírmentes szárazanyag tartalom értékeit (g/100 g) az 5. táblázat tartalmazza.

Év	Hónap	Legalacsonyabb zsírmentes szárazanyag tartalom értékek (g/100 g)	Hónap	Legmagasabb zsírmentes szárazanyag tartalom értékek (g/100 g)
2011	aug	8,54	okt	8,76
	júl	8,56	dec	8,80
	jún	8,57	nov	8,83
2012	júl	8,55	nov	8,77
	aug	8,56	febr	8,78
	szept	8,65	dec	8,79
2013	aug	8,59	okt	8,81
	jún	8,61	nov	8,83
	júl	8,61	dec	8,88
2014	júl	8,58	febr	8,79
	aug	8,60	dec	8,85
	jún	8,64	nov	8,88
2015	júl	8,59	okt	8,89
	aug	8,65	dec	8,89
	jún	8,65	nov	8,90
2016	júl	8,55	okt	8,89
	jún	8,60	dec	8,92
	aug	8,63	nov	8,94
2017	júl	8,62	jan	8,91
	aug	8,63	dec	8,92
	jún	8,65	nov	8,93
2018	aug	8,59	nov	8,89
	jún	8,61	febr	8,90
	júl	8,64	dec	8,94
2019	aug	8,65	nov	8,93
	júl	8,66	okt	8,93
	jún	8,71	dec	8,96
2020	aug	8,66	ápr	8,91
	júl	8,72	nov	8,92
	szept	8,76	jan	8,96

5. táblázat: 2011-2020 három legalacsonyabb és három legmagasabb átlagos zsírmentes szárazanyag tartalmú hónapjai és ezen hónapok átlagos zsírmentes szárazanyag tartalom értékei (g/100 g). Az év legalacsonyabb és legmagasabb értékét és a hónap nevét félkövér betűtípus jelzi.

Az éves átlagos zsírmentes szárazanyag tartalom a havi mintákon belül 8,68 és 8,84 g/100 g között mozgott (átlag: $8,76 \pm 0,10$ SD, SE=0,009). A statisztikai számítások alapján a hazai tehéntej zsírmentes szárazanyag tartalmának éven belüli periodikus változása igazolásra került. A legalacsonyabb zsírmentes szárazanyag tartalom átlagértékeket 2011-2020 időszakban júliusban (5 évben) és augusztusban (5 évben) tapasztaltuk. A legmagasabb zsírmentes szárazanyag tartalom átlagértékeket novemberben (5 évben), decemberben (4 évben) és januárban (1 évben) tapasztaltuk. A legalacsonyabb értékeket 2011-ben, a legmagasabbat pedig 2019-ben észleltük. A 2011-2020 közötti időszakban az átlagértékek emelkedő trendet mutattak ($R^2=0,2$).

6.1.8. A tejminták tejhigiéniai jellemzőinek statisztikai elemzése

6.1.8.1. Az összcsíraszám statisztikai elemzése

10 év (2011-2020) három legalacsonyabb és három legmagasabb átlagos összcsíraszámú hónapjait és ezen hónapok átlagos összcsíraszám értékeit (10^3 CFU/ml) a 6. táblázat tartalmazza.

Év	Hónap	Legalacsonyabb összcsíraszám értékek (10^3 CFU/ml)	Hónap	Legmagasabb összcsíraszám értékek (10^3 CFU/ml)
2011	nov	43	aug	58
	ápr	48	máj	61
	jún	54	jan	63
2012	ápr	41	okt	58
	jan	42	aug	60
	máj	43	júl	61
2013	márc	37	júl	50
	nov	38	szept	50
	febr	39	aug	57
2014	okt	35	jan	52
	dec	38	aug	55
	márc	42	júl	69
2015	márc	38	júl	56
	jan	38	aug	74
	dec	39	szept	80
2016	febr	43	jún	64
	jan	43	júl	67
	dec	49	szept	68
2017	dec	41	aug	55
	ápr	46	máj	57
	okt	47	júl	61
2018	dec	39	aug	55
	nov	41	ápr	57
	jan	41	szept	60
2019	okt	41	júl	62
	febr	41	aug	68
	nov	41	jún	93
2020	jan	37	aug	66
	febr	45	jún	68
	szept	48	júl	70

6. táblázat: 2011-2020 három legalacsonyabb és három legmagasabb átlagos összcsíraszámú hónapjai és ezen hónapok átlagos összcsíraszám értékei (10^3 CFU/ml). Az év legalacsonyabb és legmagasabb értékét és a hónap nevét félkövér betűtípus jelzi.

A havi átlagértékek 35 és 93×10^3 CFU/ml között mozogtak (átlag: $51,65 \pm 9,56 \times 10^3$ SD, SE=873), a legalacsonyabb értékeket 2014-ben, a legmagasabbakat 2019-ben észleltük. Annak ellenére, hogy az összcsíraszám havi átlagértékei is mutattak jelentős eltéréseket, évente ismétlődő ciklikus mintázat nem volt felfedezhető. A megfigyelt 10 éves periódusban az átlagos összcsíraszám egyenletes trendet követett ($R^2=0,007$).

6.1.8.2. A szomatikus sejtszám statisztikai elemzése

10 év (2011-2020) három legalacsonyabb és három legmagasabb átlagos szomatikus sejtszámú hónapjait és ezen hónapok átlagos szomatikus sejtszám értékeit (10^3 sejt/ml) a 7. táblázat tartalmazza.

Év	Hónap	Legalacsonyabb szomatikus sejtszám értékek (10^3 sejt/ml)	Hónap	Legmagasabb szomatikus sejtszám értékek (10^3 sejt/ml)
2011	nov	240	jún	283
	okt	243	júl	293
	márc	246	aug	295
2012	márc	239	jún	287
	ápr	241	aug	305
	jan	247	júl	312
2013	dec	257	aug	291
	márc	264	jún	292
	okt	267	júl	309
2014	márc	238	júl	298
	ápr	253	szept	307
	máj	253	aug	314
2015	márc	242	jún	281
	ápr	254	szept	287
	dec	256	aug	299
2016	máj	252	szept	282
	dec	254	aug	302
	okt	256	júl	315
2017	nov	242	jún	276
	dec	245	aug	283
	okt	248	júl	289
2018	dec	243	júl	309
	jan	247	jún	310
	nov	255	aug	328
2019	ápr	242	jún	295
	márc	243	júl	309
	febr	253	aug	310
2020	ápr	249	szept	292
	máj	252	júl	307
	márc	259	aug	313

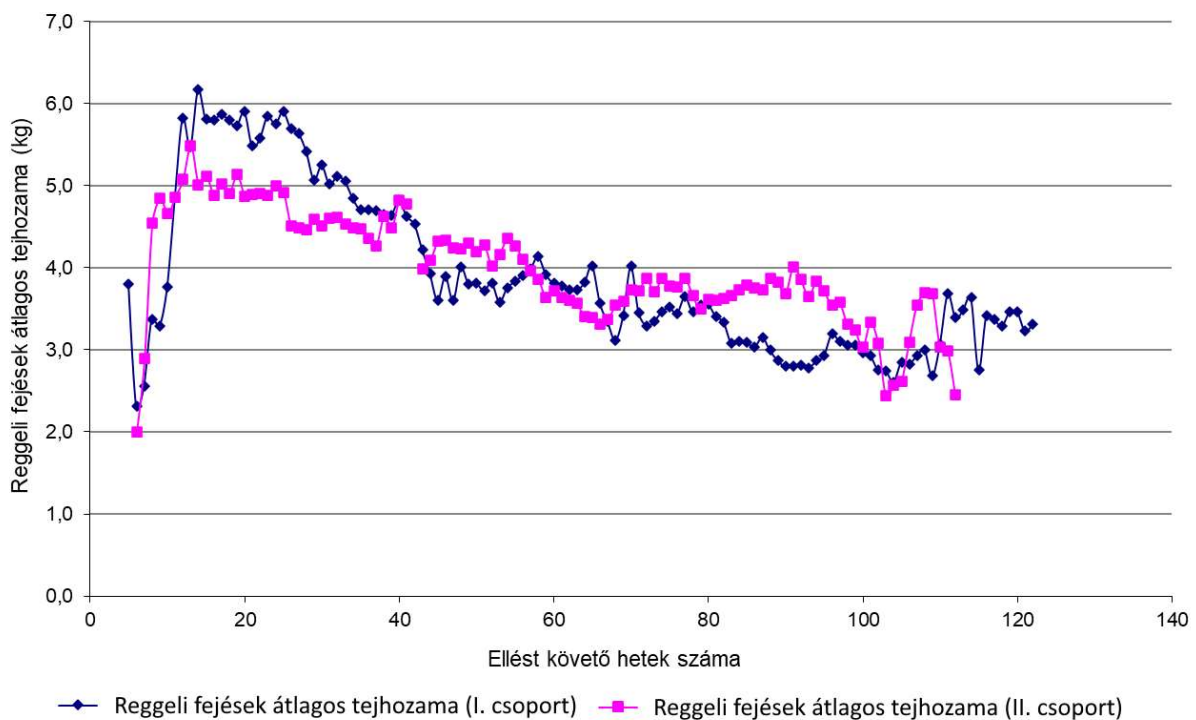
7. táblázat: 2011-2020 három legalacsonyabb és három legmagasabb átlagos szomatikus sejtszámú hónapjai és ezen hónapok átlagos szomatikus sejtszám értékei (10^3 sejt/ml). Az év legalacsonyabb és legmagasabb értékét és a hónap nevét félkövér betűtípus jelzi.

A havi átlagos szomatikus sejtszám értékek 238 és 328×10^3 sejt/ml között mozogtak (átlag: $270,22 \pm 20,9 \times 10^3$ SD, SE= 2×10^3). A szomatikus sejtszám esetében a minimum értékeket tavasszal (március és április) vagy késő ősszel (november és december) mértük, a maximum értékek nyáron (július és augusztus) koncentráálódtak a vizsgált 10 éves periódusban. A legalacsonyabb értékeket 2014-ben, a legmagasabbakat pedig 2018-ban észleltük. A 10 éves időtartam alatt az átlagos szomatikus sejtszám enyhén emelkedő trendet mutatott ($R^2=0,06$).

6.2. Tevetej vizsgálat eredményei

6.2.1. Tevetej mennyiség

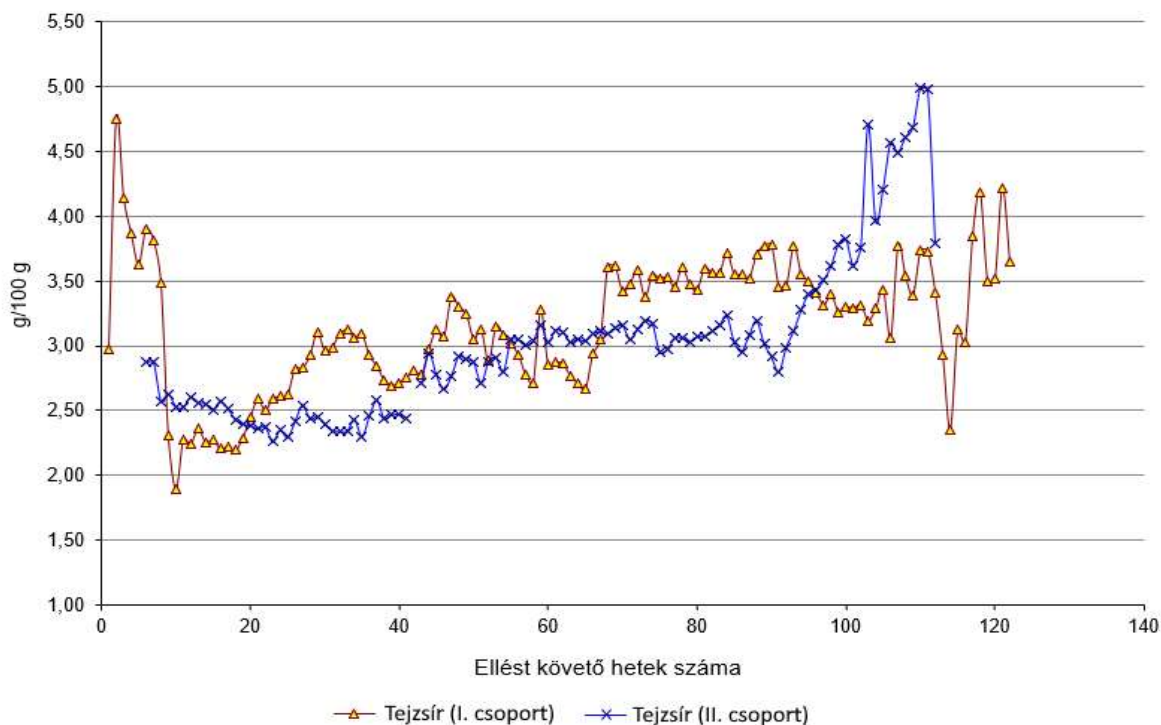
A tavasszal ellett 18 teve (I. csoport) és ősszel ellett 23 teve (II. csoport) reggeli fejésének jellemző tejmennyiségét az 51. ábra mutatja be. Az első csoport reggeli tejmennyiségeinek átlaga a teljes laktáció idejére számítva 4,21 liter. A második csoport reggeli tejmennyiségeinek átlaga a teljes laktáció idejére számítva 4,15 liter.



51. ábra: A tavasszal ellett (I. csoport) és ősszel ellett (II. csoport) tevék reggeli fejésének átlagos tejhozama (kg) a laktáció alatt

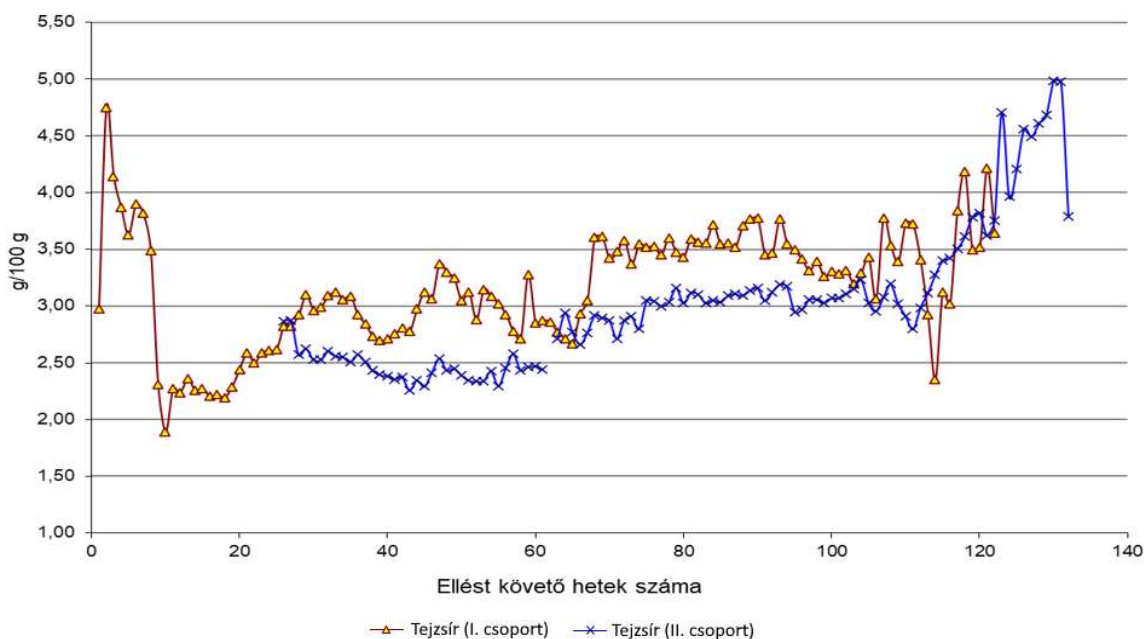
6.2.2. Tejzsírtartalom

A vizsgált tevetej tejzsírtartalmának laktáció alatti alakulását az 52. ábra mutatja be. Az első csoportba bevont 18 teve tejének teljes laktáció alatti átlagos reggeli tejzsírtartalma 3,12 g/100 g. A második csoportba bevont 23 teve reggeli fejésből származó tejének teljes laktáció alatti átlagos tejzsírtartalma 2,85 g/100 g.



52. ábra: A tavasszal ellett (I. csoport) és ősszel ellett (II. csoport) tevék tejének átlagos tejszírtartalma (g/100 g) a laktáció alatt

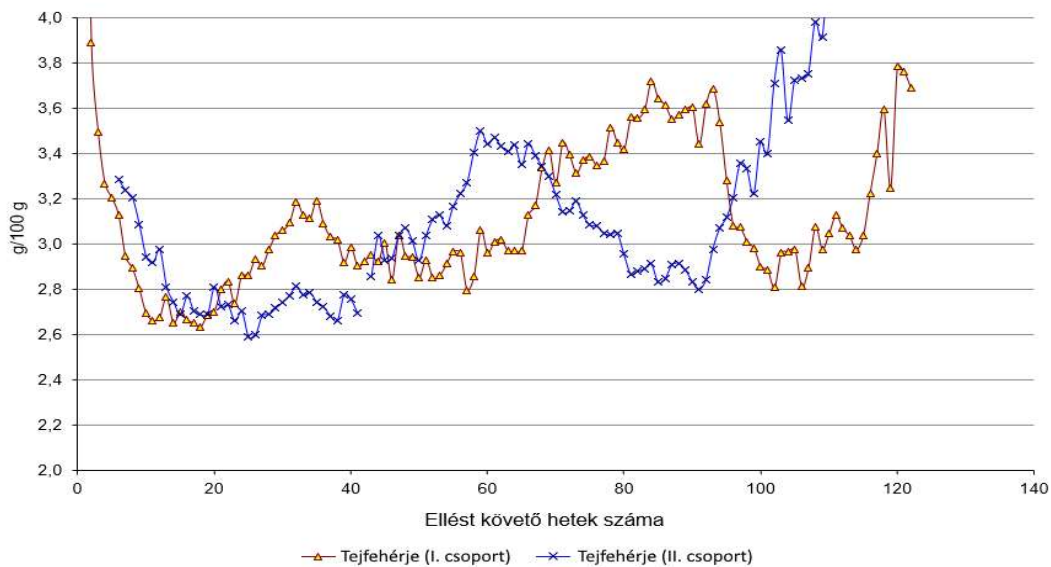
Amennyiben az 52. ábra tejszír értékeit úgy ábrázoljuk, hogy figyelembe vesszük a két csoport ellések közötti időkülönbséget (26 hét), akkor szembetűnik a szezonális hatás és a görbék hasonló lefutást mutatnak, bár a II. csoport értékei alacsonyabbak (53. ábra).



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

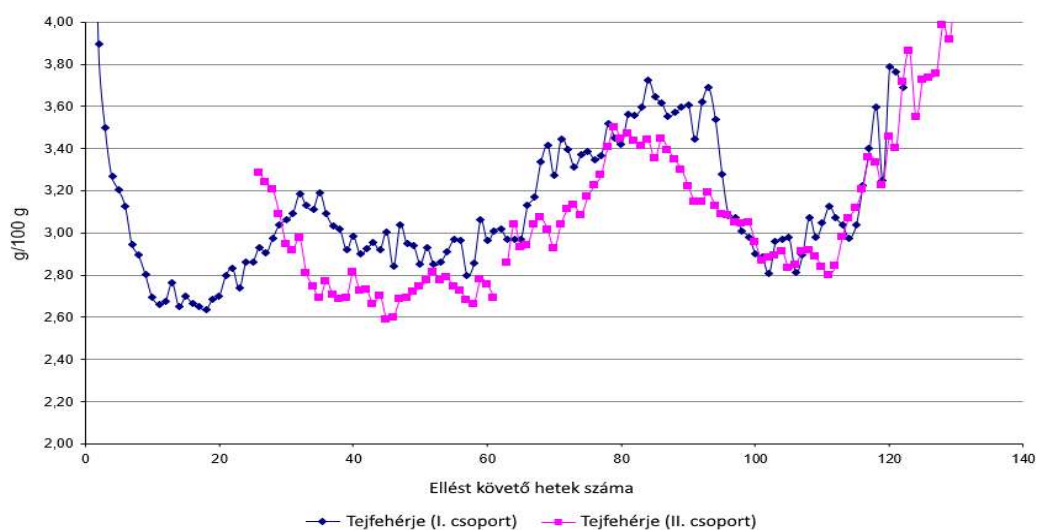
6.2.3. Tejfehérje-tartalom

A vizsgált tevetej tejfehérje-tartalmának laktáció alatti alakulását az 54. ábra mutatja be. Az első csoportba bevont 18 teve tejének teljes laktáció alatti átlagos reggeli tejfehérje-tartalma 3,13 g/100 g. A második csoportba bevont 23 teve reggeli fejből származó tejének teljes laktáció alatti átlagos tejfehérje-tartalma 3,01 g/100 g.



54. ábra: A tavasszal ellett (I. csoport) és ősszel ellett (II. csoport) tevék tejének átlagos tejfehérje-tartalma (g/100 g) a laktáció alatt

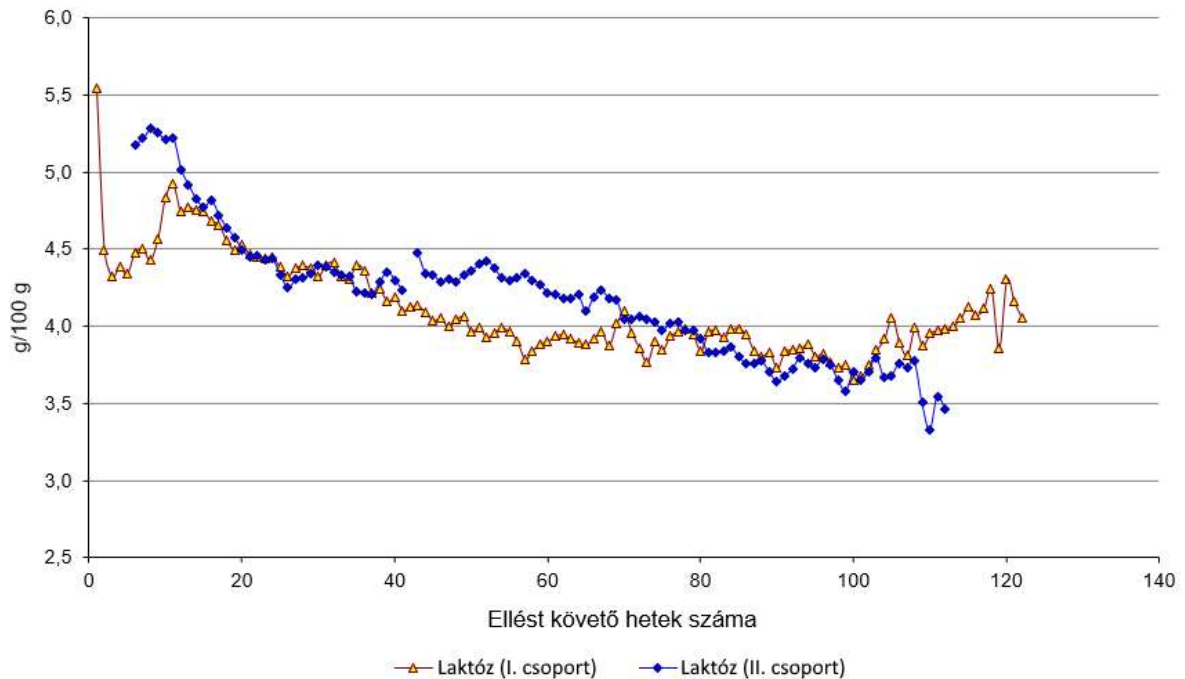
Amennyiben az 54. ábra tejfehérje értékeit úgy ábrázoljuk, hogy figyelembe vesszük a két csoport ellések közötti időkülönbségét (26 hét), akkor szembeűnik a szezonális hatás és a görbék hasonló lefutást mutatnak (55. ábra).



55. ábra: A tavasszal ellett (I. csoport) és ősszel ellett (II. csoport) tevék tejének átlagos tejfehérje-tartalma (g/100 g) a szezonális hatással korigálva. Az ábrán a II. csoport eredményei az I. csoport eredményeihez képest 26 héttel eltolva kerültek ábrázolásra.

6.2.4. Laktóztartalom

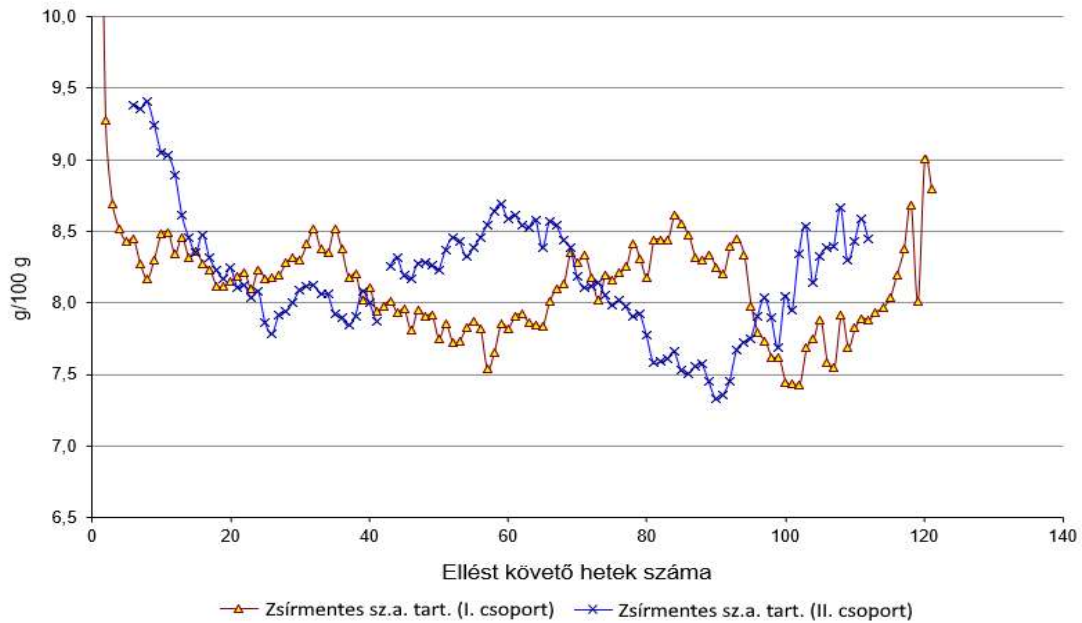
A vizsgált tevetej laktóztartalmának laktáció alatti alakulását az 56. ábra mutatja be. Az első csoportba bevont 18 teve tejének teljes laktáció alatti átlagos reggeli laktóztartalma 4,18 g/100 g. A második csoportba bevont 23 teve reggeli fejésből származó tejének teljes laktáció alatti átlagos laktóztartalma 4,26 g/100 g.



56. ábra: A tavasszal ellett (I. csoport) és ősszel ellett (II. csoport) tevék tejének átlagos laktóztartalma (g/100 g) a laktáció alatt

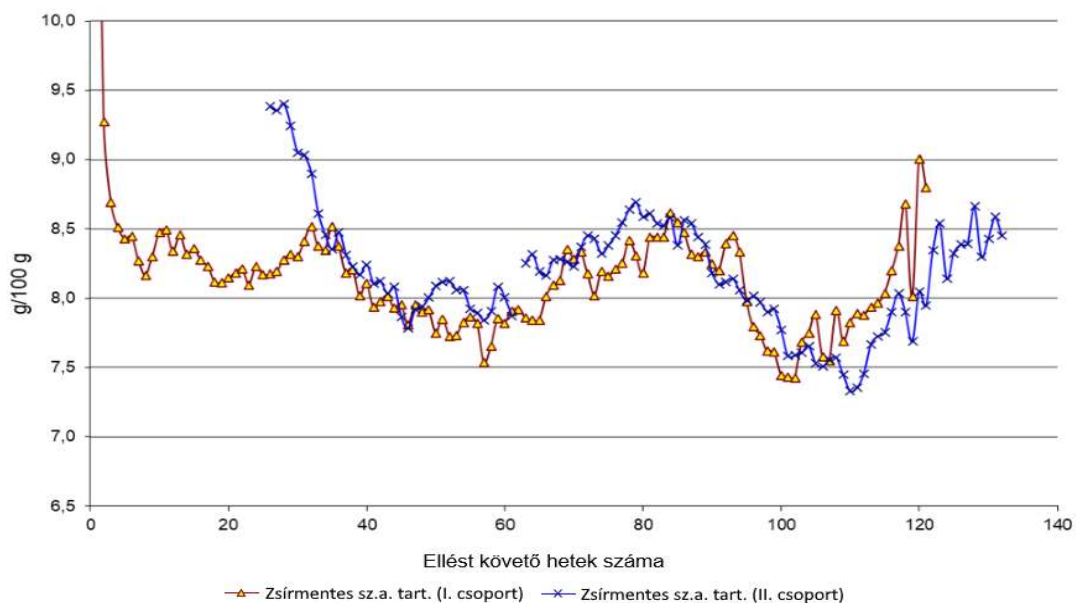
6.2.5. Zsírmentes szárazanyag tartalom

A vizsgált tevetej zsírmentes szárazanyag tartalmának laktáció alatti alakulását az 57. ábra mutatja be. Az első csoportba bevont 18 teve tejének teljes laktáció alatti átlagos reggeli zsírmentes szárazanyag tartalma 8,24 g/100 g. A második csoportba bevont 23 teve tejének reggeli fejésből származó teljes laktáció alatti átlagos zsírmentes szárazanyag tartalma 8,18 g/100 g.



57. ábra: A tavasszal ellett (I. csoport) és ősszel ellett (II. csoport) tevék tejének átlagos zsírmentes szárazanyag tartalma (g/100 g) a laktáció alatt

Amennyiben az 57. ábra zsírmentes szárazanyag tartalom értékeit úgy ábrázoljuk, hogy figyelembe vesszük a két csoport ellések közötti időkülönbségét (26 hét), akkor szembetűnik a szezonális hatás és a görbék hasonló lefutást mutatnak (58. ábra).



58. ábra: A tavasszal ellett (I. csoport) és ősszel ellett (II. csoport) tevék tejének átlagos zsírmentes szárazanyag tartalma (g/100 g) a szezonális hatással korrigálva. Az ábrán a II. csoport eredményei az I. csoport eredményeihez képest 26 héttel eltolva kerültek ábrázolásra.

6.2.6. Minimum, maximum és átlagértékek összefoglalása

A tavasszal és ősszel ellett tevecsoportok reggeli fejéséből vizsgált tejparaméterek teljes laktációra vetített minimum, maximum és átlagértékeit a 8. táblázat mutatja be.

	Mértékegység		I. csoport	II. csoport
Tejmennyiség	liter	Maximum	6,17	5,49
		Átlag	4,21	4,15
		Minimum	2,31	2,01
Zsír	g/100 g	Maximum	4,75	4,99
		Átlag	3,17	3,01
		Minimum	1,89	2,26
Fehérje	g/100 g	Maximum	5,74	4,19
		Átlag	3,13	3,01
		Minimum	2,63	2,59
Laktóz	g/100 g	Maximum	5,55	5,28
		Átlag	4,18	4,26
		Minimum	3,65	3,32
Zsírintes szárazanyag	g/100 g	Maximum	12,47	9,40
		Átlag	8,17	8,19
		Minimum	7,43	7,33
Zsír	gramm	Maximum	157,16	169,52
		Átlag	121,70	115,30
		Minimum	54,21	56,58
Fehérje	gramm	Maximum	167,54	153,97
		Átlag	125,20	122,00
		Minimum	72,88	64,62

8. táblázat: Az I. és a II. tevecsoport reggeli fejéséből vizsgált tejparaméterek teljes laktációra vonatkoztatott minimum, maximum és átlagértékei

VII. Megbeszélés

7.1. Nyerstej vizsgálat

7.1.1. Nyerstej eredmények értékelése

7.1.1.1. Szezonális változások elemzése

A jelen kutatás egyik fő célkitűzéseként (ld. 4.1. pont) 10 éves időtartamban, országos szinten elvégzett nagy mintaszámú nyerstej vizsgálat átfogó képet ad a Magyarországon megtermelt nyerstej egyes beltartalmi paramétereiről és tejhigiéniai jellemzőiről a 2011-2020 közötti időszakra vonatkozóan. Az országos nyerstej átlagos zsír-, fehérje-, laktóz- és zsírmentes szárazanyag tartalmának elemzése (célkitűzés 4.3.) e paraméterek szezonális ciklikusságát mutatja, 2011-től 2020-ig minden évben hasonló tendenciát követve. A legmagasabb zsír-, fehérje- és zsírmentes szárazanyag tartalom a téli hónapokban volt mérhető, míg a legalacsonyabb értékeket a nyári hónapokban észleltük. Érdekes módon a laktóztartalom a zsír-, a fehérje- és a zsírmentes szárazanyag tartalomhoz képest eltérő éves ciklikusságot mutat. Bár egyes szakirodalmi hivatkozások téli maximumot és nyári minimumot találtak a laktóz értékekben, például Horvátországban (Dobranic és mtsai, 2008) és Pakisztánban (Yasmin és mtsai, 2012), nagymintás vizsgálatunk egyértelműen egy őszi minimumot és egy tavaszi maximumot mutatott ki az átlagértékekben. Hozzánk hasonlóan Özlem és munkatársai (2020) is tavasszal mérték a legmagasabb laktóztartalmat nyers elegytej vizsgálatuk során.

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.

Kukovics és munkatársai (2009) leírták, hogy az azonos takarmányozási feltételek mellett tartott eltérő fajták esetében különbségek tapasztalhatók az egyes beltartalmi jellemzők átlagértékeiben. Példaként a tejszírtartalmat vizsgálva hat különböző fajta és ezek keresztezései esetében az átlagos tejszírtartalom 3,58% és 5,43% között változhat. A Magyarországon leggyakoribb holstein-fríz fajta az alacsonyabb kategóriába tartozik (átlagos tejszírtartalom: 3,73 +/- 0,32%), míg a jersey fajta az 5,42 +/- 0,53% átlagos tejszírtartalmával e tekintetben az első. Magyarország tejelő tehenészeti telepein elsősorban a holstein-fríz szarvasmarha fajta terjedt el, csak kis arányban tartanak jersey fajtát (Béri 2013), ezért az országos adatok értékeléséhez a hazai tehenállomány homogénnek tekinthető.

A tejelő tehenek takarmányozása jelentősen befolyásolja a megtermelt tej minőségi jellemzőit és beltartalmi összetételét. Magyarországon a tejtermelő gazdaságokban

jellemzően három féle takarmányozási rendszert alkalmaznak: *évszakhoz kötött (szezónális), monodiétás és kombinált takarmányozást* (Gál és mtsai, 2016). Magyarországon a legeltetéses tejelő szarvasmarha tartás nem jellemző, így a tejtermelés egész évben folyamatos és tervezhető. Jelen munkánk során nem vizsgáltuk a hazai takarmányozási rendszerek hatását a beltartalmi paraméterek éven belüli ciklikusságára.

A hazánkban alkalmazott fejési rendszereket tekintve, a rendszerváltást megelőzően még nagyobb arányban fejtek kézzel. Korábbi vizsgálatok kimutatták (Unger, 1996), hogy a kézi fejés és a zárt fejés között a tejhigiéniai jellemzőkben, ezen belül is különösen a szennyező baktériumok összetételében és mennyiségében jelentős különbség volt, a zárt fejési rendszer előnyeit igazolva. A XXI. században a hazai tejfeldolgozóba beszállító tejtermelő telepeken már kizárólag géppel, fejőházban, zárt rendszerben fejk a teheneket. Miután jelen vizsgálatba a kistermelők által eseti jelleggel beküldött nyerstej mintákat nem vontuk be, így az eltérő fejési rendszerekből eredő esetleges eltéréseket nem vizsgáltuk.

A tej beltartalmi paraméterek szezonális változásai nagy valószínűséggel az éghajlati hatásokhoz kapcsolódnak. Nagy és munkatársai (2019) kísérletileg igazolták azt a hipotézist, miszerint a környezeti tényezők (pl. fotoperiódus) jelentősen befolyásolhatják a dromedár elegytej összetételét (ld. 7.2. fejezet). A fotoperiódus állatokra gyakorolt hatásának neuroendokrin hátterét Wood és Loudon (2014) tárták fel részletesen. A fotoperiódus tehenek tejtermelésére gyakorolt hatásait Dahl és mtsai (2012) írták le.

Magyarország éghajlata mérsékelt kontinentális. Hazánk legnagyobb területén (az Alföld túlnyomó részén és a Kisalföldön), ahol a tejelő állományok koncentrálódnak, a mérsékelt meleg, száraz klímata tartomány jellemző. Az éghajlati adottságok és a tej beltartalmi paraméterek szezonális változása közötti kapcsolat kérdése további vizsgálatot igényel. Varga (2021) Mosonmagyaróvár agroklimatológiai viszonyait vizsgálta az 1991-2020 közötti időszakban. Megállapította, hogy 2011-2020 között a 25 °C és 30 °C közötti napi maximum hőmérsékletű nyári napok (57,2), a 30 °C és 35 °C közötti maximum hőmérsékletű hőségnapok (33,2) és a 35 °C-ot meghaladó forró napok (4,1) száma emelkedett ezen a területen. 2011-2020 időszakban a 25 °C feletti nyári napok gyakorisága 15%-kal volt magasabb az 1961-1990 között tapasztaltakhoz képest, és 7%-kal az 1991-2000 közötti időszakhoz képest. A 30 °C-ot meghaladó napi maximumok gyakorisága ennél sokkal nagyobb mértékben nőtt: a 2011-2020 közötti 10 éves időszakban már háromszor több ilyen extrém magas hőmérsékletű nap fordult elő a megelőző 30 év átlagához viszonyítva (Varga, 2021). A fenti példából kiindulva érdemes lenne összehasonlító vizsgálatokat végezni az egyes helyi agrometeorológiai jellemzők változása és a regionális tejminőségi paraméterek változása közötti összefüggések feltárására. (És e regionális vizsgálatok során már a régióban tartott különböző szarvasmarha fajták fajtára jellemző eltéréseinek a tejtermelés arányában történő vizsgálatára is sor kerülhet.)

Bár az összcsíraszám havi átlagértékei között különbségek vannak az év különböző időszakában, egyértelmű szezonális ciklikusság nem mutatható ki.

A szomatikus sejtszám esetében megállapítható, hogy a minimum értékek egy sokkal szélesebb időszakra, novembertől ápriliséig jellemzőek. Ez a megfigyelés hasonló a horvátországi (Dobranic és mtsai, 2008) és a törökországi (Özlem és mtsai, 2020) eredményekhez, és ellentmond annak, amit korábban az Egyesült Államokban leírtak (Coleman 1989).

7.1.1.2. Trendek elemzése

A beltartalmi jellemzők éves átlagértékeinek 10 éves viszonylatban meghatározott trendvonalai alapján megállapításra került, hogy a tejsír 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 zsírmentes szárazanyag tartalom részét képezi a laktóz, így az emelkedő tendencia mögött álló lehetséges okokat a laktóz esetében keressük.

A laktóz tartalom emelkedő tendenciájának több oka lehet, melyek igazolására/cáfolására további vizsgálatokra van szükség. Lehetséges okok, hogy országos szinten:

- az állománybővítések miatt növekedett az első ellésű állatok aránya;
- a tehénállományokban csökkent a tehének átlagos össz-ellésszáma, és ezért növekedett meg az első laktációban lévő állatok aránya;
- genetikai váltás eredménye (olyan apaállománnyal történik a tenyésztés, amely ezt a tulajdonságot örökíti).

7.1.1.3. Kifogásolt tejminták elemzése

A nyerstej minősítés során ún. kifogásolt tejminták aránya országos szinten a 2011-ben tapasztalt 5,5%-ról 2020-ra 7,5%-ra emelkedett az adott év összes mintaszámához viszonyítva. Amennyiben kizárólag a kifogásolt minták számát hasonlítjuk össze, úgy a 2011-ben észlelt 1583 db, és a 2020-ban észlelt 1636 db közötti 53 minta különbség „csak” 0,1%-os emelkedést jelentett volna (5,5%-ról 5,6%-ra), ha 2020-ban is ugyanannyi lett volna az összes mintaszám, mint 2011-ben. A 10 év alatt bekövetkezett 24%-os mintaszám csökkenés melletti közel azonos kifogásolt mintaszámnak több magyarázata lehet:

- 2011-ben a minták 19,3%-a érkezett havi 2 mintát küldő termelőtől, 2020-ban ez az arány már 36,6% volt (ld. 7.1.1. fejezet). Ez azt mutatja, hogy a tejtermelő telepek részéről egyre inkább háttérbe szorult a minőségjavítást is szolgáló, a tejminőséget jobban reprezentáló nagyobb számú minta vizsgálata. (A 2 mintás minősítés statisztikailag kevésbé

reprezentálja a tényleges minőséget, mint a 3 vagy többmintás minősítés. Egyúttal alacsonyabb mintaszámnál kapott egységnyi kifogásolt eredmény statisztikailag nagyobb súllyal rontja a megfelelő minősítésű eredmények arányát.)

- A gazdasági szempontok mögött kissé háttérbe szorult a tejminőség kérdése. Pontos információink erről nincsenek, de feltételezhető, hogy a tej felvásárlási ár hangsúlyosabb meghatározói a beltartalmi értékek (zsír, fehérje), mint a higiéniai paraméterek szerinti minősítés.
- 2020-ban már jelen voltak a COVID-19 járvány okozta negatív működési/gazdasági hatások (pl. a fertőzöttség/betegség okozta munkaerőhiány, és ennek ellensúlyozásaként gyakorlatlan emberek kényszerűségből való alkalmazása ténylegesen befolyásolták az állatok körüli munkafolyamatok szakszerű ellátását, így következményesen a tejminőséget/kifogásolást.

Vizsgálataink szerint a tehenek tőgyegészségügyi állapota a vizsgált időszak végén rosszabb volt, mint 2011-ben. Alakulása ugyan hullámzó volt, de javulásról nem tudunk beszámolni. 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 megállapítható, hogy a 19 megyéből 13 megyében 2-5% közötti volt a kifogásolt minták aránya. Jász-Nagykun-Szolnok megyében 6%, Somogy megyében 8%, Baranya megyében 11%, Csongrád megyében (2020. június 4-től: Csongrád-Csanád megye) 12%, Győr-Moson-Sopron megyében és Bács-Kiskun megyében 16-16% volt a kifogásolt minták aránya. 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.

7.1.2. Eredmények összehasonlítása korábbi hazai eredményekkel

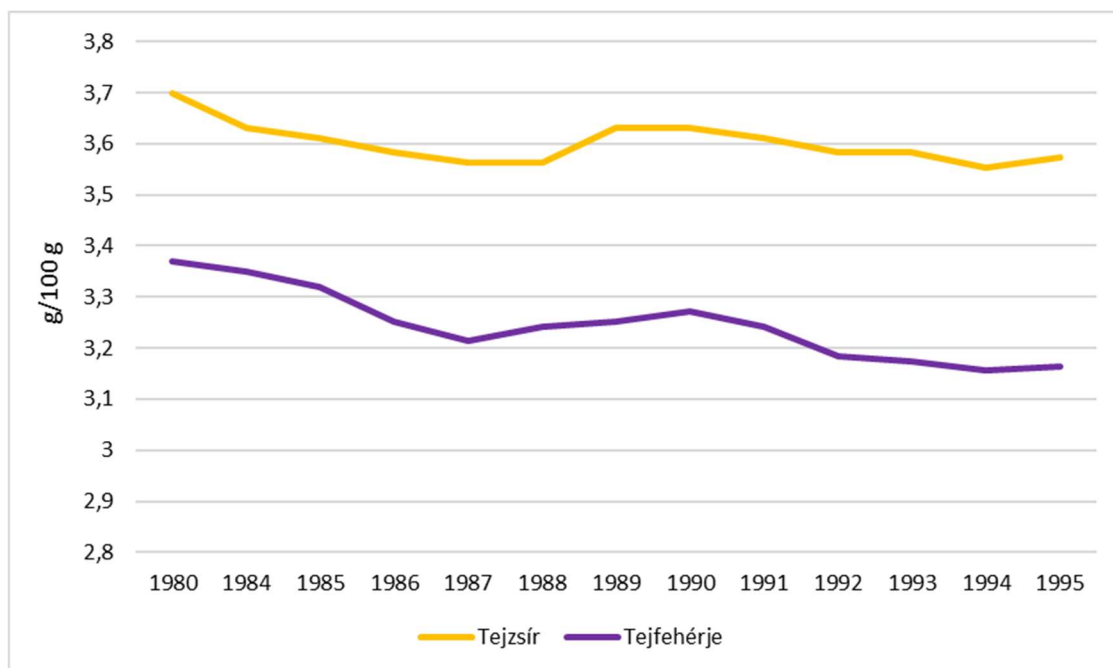
Jelen kutatás eredményeit a 4.2. célkitűzésünknek megfelelően összehasonlítottuk a korábbi hazai eredményekkel. Magyarországon 1984-től kezdődően állnak rendelkezésre évenkénti országos szintű adatok, melyek elemzése a hazai tej minőségének javítása érdekében elsősorban a tejhigiéniai jellemzőkre koncentráltak (ld. 3.5. fejezet). A 9. és a 10. ábrán bemutatott nyerstej minősítési adatsorokat kiegészítve a jelen vizsgálatban kapott összcsíraszám és szomatikus sejtszám éves átlagértékekkel, megállapítható, hogy 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.

A tej legfontosabb beltartalmi jellemzőit illetően (tejzsír-, tejfehérje-, zsírimentes szárazanyag tartalom) az 1980-1995 közötti időszakot emelem ki. (Megjegyzés: 1981-1983 évekre nem áll rendelkezésre adat.) Ebben az időszakban a tej beltartalmi jellemzőinek értékét még g/100 cm³ mértékegységben határozták meg, szemben a ma alkalmazott g/100 g mértékegységgel. Annak érdekében, hogy a korábbi adatsorokat össze tudjuk hasonlítani jelenlegi eredményeinkkel, így a g/100 cm³-ben megadott adatokat a tej átlagos 1,03 g/cm³ sűrűségét alapul véve átszámoltuk g/100 g-ban kifejezett értékekre (ld. 9. táblázat és 59. ábra).

Magyarországon 1972-ben szarvasmarha program indult, melynek keretében megkezdték a kettős hasznosítású magyar-tarka fajta átkeresztelését az amerikai és kanadai eredetű holstein-fríz fajtával (Unger, 1996, Surányi, 2015). Unger (1996) megállapította, hogy e keresztelések hatására – a holstein-fríz vérvonal erősödésével – a tej százalékpontban kifejezett beltartalma csökkent (9. táblázat). A főbb beltartalmi paraméterek csökkenése – kisebb ingadozást követően – az 1990-es évek közepére stabilizálódott (59. ábra), mely a fajtaátalakítás befejezésével áll összefüggésben (Unger, 1996).

Év	1980	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Zsír (g/100 g)	3,70	3,63	3,61	3,58	3,56	3,56	3,63	3,63	3,61	3,58	3,58	3,55	3,57
Fehérje (g/100 g)	3,37	3,35	3,32	3,25	3,21	3,24	3,25	3,27	3,24	3,18	3,17	3,16	3,17
Zs. m. sza. (g/100 g)	8,82	8,83	8,81	8,80	8,72	8,73	8,76	8,78	8,72	8,70	8,67	8,70	8,73

9. táblázat: A tejzsír-, tejfehérje- és zsírimentes szárazanyag tartalom éves átlagértékei az 1980-1995 időszakban, g/100 g mértékegységben kifejezve (Unger, 1996. nyomán)



59. ábra: A tejzsír és tejfehérje éves átlagértékei az 1980-1995 időszakban, g/100 g mértékegységben kifejezve (Unger, 1996. nyomán)

A 2011-2020 időszakban kapott éves átlagos tejsír, tejfehérje és zsírmentes szárazanyag értékeket összehasonlítva az 1990-es évek átlagértékeivel megállapítható, hogy míg a zsírmentes szárazanyag tartalom hasonló átlagértékeket mutat, addig 2011-2020 között magasabb tejsír és tejfehérje átlagértékeket kaptunk. Ennek magyarázatát elsődlegesen az azóta eltelt negyedszázados holstein-fríz fajtanemesítési és tudatos genetikai állományfejlesztési munka eredményében látjuk.

7.1.3. Eredmények összehasonlítása külföldi vizsgálatok eredményeivel

A jelen kutatás során kapott eredményeket – célkitűzésünknek megfelelően (ld. 4.4. pont) – összehasonlítottuk más európai-, és a világ tejtermelésében meghatározó Európán kívüli országok szakirodalomban fellelhető eredményeivel. A Magyarországon megtermelt nyerstej egyes beltartalmi paramétereiről és tejhigiéniai jellemzőiről 10 éves időszakra vonatkozóan végzett vizsgálatokhoz hasonló tanulmányokat több országban készítettek, de ezekben rendszerint rövidebb időszakra összpontosítottak (Auldist és mtsai, 1998 és 2007, Jensen 2002, Lindmark-Mansson és mtsai, 2003, Heck és mtsai, 2009, More 2009, O'Brien és mtsai, 1999, O'Connell és mtsai 2015). Hosszabb időtartamot lefedő (2000-2015), nagy mintaszámú elemzést Salfer és munkatársai (2019) végeztek a tejhozam, a tejsír- és a tejfehérje-tartalom éves ciklusosságának vizsgálatára irányulóan az Egyesült Államok nemzeti tejpiaci- és tehen szintű (egyedi) adatainak felhasználásával. Eredményeik szerint a tejsírtartalom januárban érte el a maximális értékét, decemberben pedig tejfehérje csúcsot figyeltek meg. A tej összetevőiben (tejsír és tejfehérje) és a tejhozamban éves változásokat tapasztaltak regionális és egyed szinten egyaránt, mely változások függetlenek voltak a környezeti tényezőktől (pl. hőstressz). A laktóz, az összcsíraszám, és a szomatikus sejtszám vizsgálatára e tanulmány nem tér ki. A holland, svéd és új-zélandi nyerstej vizsgálatok eredményeit a 7.1.7.1. – 7.1.7.3. fejezetekben tárgyaljuk részletesen.

Schönfeldt és munkatársai (2012) Dél-Afrika, Egyesült Államok, Egyesült Királyság, Dánia, Ausztrália és Új-Zéland esetében hasonlították össze a tej beltartalmi paramétereinek, zsírsav profiljának, vitamin-, ásványi anyag- és aminosav összetételének az országos átlagértékeit. Azonban az éven belüli változásokról nem tesznek említést.

A nyerstej összetételében bekövetkezett változások nagy hatással vannak közvetlenül a tejjarra és a tejtermékek minőségére is (Li et al. 2019, Yener et al. 2021, Jensen 2022). Chen és munkatársai (2014) az Egyesült Királyságban egy éven át vizsgálták egy 550 holstein-fríz tehenet tartó gazdaság tejét azzal a céllal, hogy megismervén a nyerstej beltartalmi jellemzőinek és fizikai-kémiai tulajdonságainak az éven belüli szezonális változását, ezen paraméterek eltérő szezonális változásából eredő egymáshoz való viszonyának/aránybeli eltéréseinek lehet-e olyan hatása, amely érdemben befolyásolja az egyes tejtermékek év

különböző szakaszában történő előállítás esetén azok gyártási és/vagy minőségi tulajdonságait. A tejure jellemző paraméterek számos kölcsönhatását mutatták ki, így megállapították, hogy a jövőben e tudományterület további vizsgálata indokolt.

7.1.3.1. Nyerstej vizsgálatok Hollandiában

A nyugat-európai táplálkozásban is kiemelt szerepük van a tejnek és a tejtermékeknek. A tejipar számára fontos a nyerstej összetevők mennyiségének állandó ellenőrzése és az egyes komponensekben bekövetkező változások nyomon követése, az ok-okozati tényezők feltárása. A tejösszetevők változása függ a tehén egészségi állapotától, a laktációs stádiumtól, a takarmányozástól és az egyed a genetikai adottságaitól. A tejhasznú fajta, a tenyésztési program (mely magában foglalja az ellések szinkronizálását), valamint a takarmányozás hatása az egyes országokban eltérő lehet, ennek köszönhetően a nyerstej összetétele is országonként változó. Hollandiában az uralkodó tejelő fajta a holstein-fríz (NRS, 2008). Amennyiben a nyerstej összetételére vonatkozó szakirodalmi adatokat hasonlítjuk a saját eredményeinkhez, érdemes figyelembe venni, hogy a mintavétel melyik évben történt. Heck és mtsai (2009) rávilágítottak arra, hogy a holland nyerstej összetevőiben 1999 óta változás következett be a takarmányozási- és tenyésztési programoknak köszönhetően. Az Eurostat (2008) statisztikai adatai szerint a holland nyerstej zsírtartalma növekedett, ugyanis 1960-ban 3,8% volt, míg 2005-ben elérte a 4,4%-ot. 2020-ban az éves statisztikai adatok szerint Hollandia 4,42% zsírtartalmú tejet termelt (Eurostat, 2020). Heck és mtsai (2009) felméréseik során meghatározták a holland nyerstej minták részletes összetételét és szezonális változásait. Kutatásaik során 2005 februárjától 2006 februárjáig heti rendszerességgel gyűjtötték és vizsgálták 17 hollandiai székhelyű tejüzem tanktejből a nyerstej mintákat. A tanktej mintákat 0,03% nátrium-aziddal tartósították. Így 52 nyerstej minta reprezentálta a hollandiai tanktejek minőségi- és összetételi változásait. A tanktej minták fő összetevőinek koncentrációja nagy szezonális eltéréseket mutatott. A tej laktózkoncentrációja meglehetősen állandó volt az év során. A tej fehérjetartalma az évszakhatásnak megfelelően változott, ugyanis júniusban érte el a legalacsonyabb (3,21 g/100 g), míg decemberben a legmagasabb (3,38 g/100 g) értéket. A tejszírkoncentráció a júniusi minimum 4,10 g/100 g értékről januárban a maximum 4,57 g/100 g-ra növekedett.

Elgersma és mtsai (2004) megállapították, hogy legeltetési takarmányozás esetén a tehének tejeinek összetétele akár hétről hétre is jelentősen megváltozhat, ha nagyon változékony az időjárás (pl. az eső tekintetében). Egyúttal kimutatták, hogy a nyerstej összetétele akkor is megváltozik, amikor a tehének áttérnek a legeltetésről a silózott takarmányokon alapuló takarmányozásra (a friss fűről szilázs alapú étrendre történő átállást követően az átlagos tejszírtartalom két héten belül megemelkedik).

7.1.3.2. Nyerstej vizsgálatok Svédországban

Svédországban 1937-ben vizsgálták először a tanktej összetételét. A tejmintákat 59 telepről gyűjtötték télen, nyáron és ősszel. A mintákból 14 paramétert (szárazanyag-, tejszór-, tejszír-, laktóz-, kazein-, savófehérje-tartalmat, kazeinszámot, klór-, foszfor-, citromsav-, kalcium-, magnézium-, nátrium- és káliumtartalmat) vizsgáltak. Értékelték, hogy az évszaknak, a földrajzi elhelyezkedésnek és a fajthatásnak milyen szerepe van a nyerstej összetevőire (Platon és Sjöström, 1940).

A svéd nyerstej második széleskörű vizsgálatára 1966 és 1971 között került sor. Svédország különböző földrajzi elhelyezkedésű 15 tejüzeméből gyűjtötték össze a tejmintákat. Az 1937-es nyerstej vizsgálati paramétereket (14 db) ellenőrizték, valamint a vizsgálati listát kiegészítették még hamu-, szabad zsírsav-, jód- és A-vitamin tartalom meghatározással is. Az egyes tejüzemi mintákat havonta kétszer vizsgálták három éven keresztül, így több mint 1000 vizsgálat eredményéből számították az egyes vizsgálati paraméterek számtani középértékét. Ezen kívül bizonyos vitaminok (pl. riboflavin és tiamin), valamint nyomelemek (pl. jód, szelén, vas, réz) mennyiségét is vizsgálták a svéd nyerstej mintákból az 1970-es évek elején (Swedish Dairy Association, 1973).

Lindmark-Månsson és mtsai (2003) vizsgálatának az volt célja, hogy pontos képet kapjanak a svéd nyerstej összetételéről, az értékekben bekövetkezett változásokról, és értékeljék a földrajzi elhelyezkedés és az évszak hatását a nyerstej minőségére. A standard nyerstej vizsgálati módszereket is értékelték. 1995 novemberétől 1996 novemberéig Svédország 9 különböző földrajzi elhelyezkedésű tejüzeméből gyűjtötték a nyerstej mintákat minden második hónapban. Minden egyes tejüzemi tanktejminta levételekor a svéd tehenészeti telepek megközelítőleg 50%-a beszállította a saját nyerstejét. A vizsgálatba bevont tejüzemek képviselték 1996-ban Svédország teljes tejtermelésének körülbelül 42%-át, ami akkor 3258 ezer tonna tejmennyiséget jelentett. Ugyanazon a mintavételi napon gyűjtötték be a mintákat mind a 9 tejüzemből és küldték vizsgálatra a Svéd Tejipari Szövetség lundi laboratóriumába. A svéd tanktejminták súlyozott átlagos fehérjetartalma 3,37%, zsírtartalma 4,34%, laktóztartalma 4,62% volt. Az összetevők többsége, azaz 90 komponens szezonális, míg 27 földrajzi eltérést mutatott. Összehasonlítva a korábbi (1970-es) évek vizsgálataival, a svéd tanktej zsírtartalma jelentősen megnőtt 4,03%-ról 4,34%-ra. A kazeintartalom 2,61%-ról 2,56%-ra csökkent, míg a savófehérje-tartalom 0,73%-ról 0,81%-ra nőtt. A nyerstej minták szelén- és jódtartalma egyidejűleg növekedett 80%-kal illetve 73%-kal. Az összes fehérje- és a kazein mennyiségét illetően Svédország nyugati területein mérték a legalacsonyabb ($3,32 \pm 0,06$ és $2,49 \pm 0,03$ g/100 g), míg a keleti országrészben a legmagasabb ($3,42 \pm 0,06$ és $2,62 \pm 0,05$ g/100g) értékeket. Ezen különbségek a különböző takarmányozási stratégiának és az ország különböző pontjain eltérő minőségű takarmányok etetésének tudható be (Lindmark-Månsson és mtsai, 2003).

7.1.3.3. Nyerstej vizsgálatok Új-Zélandon

Új-Zélandon a tejelő szarvasmarhaállomány legeltetése széleskörben elterjedt, és a legelők maximális kihasználásával a takarmányozás költsége alacsonyan tartható. A legelőre alapozott takarmányozási rendszer a szezonális ellések bevezetését vonzotta magával. A legtöbb tehen közvetlenül a tavasz előtt borjazik, és a laktáció megszüntetésével szárazra állítják a teheneket télen egy 8-10 hetes időszakra. Az új-zélandi tejtermelési rendszert szabálytalanságok jellemzik. A feldolgozók elegendő mennyiségű, megfelelő összetételű és megfelelő minőségű nyerstejjel való ellátása nem folyamatos, miközben a tejtermelést befolyásolják még a szezonális változások is (Auldist és mtsai, 1998).

Különbséget figyeltek meg a tejtermelés késői szakaszaiból származó őszi és téli nyerstej komponensei, valamint a korai- és középszezonban termelt tej összetevői és feldolgozhatósági tulajdonsága között. Bizonyos tejtermékeket a tejtermelés korai- és középszakaszában nem is lehet előállítani. A tejfeldolgozók a szezonális miatt kénytelenek az előállított termékeket raktározni, annak érdekében, hogy a fogyasztók igényeit a tejtermelési szezonon kívül is ki tudják elégíteni.

A tej összetételének szezonális ingadozása a legelő alapú, szezonális elléseken alapuló tejtermelő rendszerekben több tényezővel is összefüggésbe hozható. A takarmányozási változó tényezők között szerepel a legelő elérhetősége és a minősége egész évben (Auldist és mtsai, 2000). A tejösszetétel változásában kulcsfontosságú szerepe van a tehenek laktációs stádiumával kapcsolatos fiziológiai változásoknak, valamint a patológiai tényezők között számotartott tőgygyulladások előfordulási gyakoriságának (Auldist és mtsai, 1998).

Auldist és mtsai (1998) kutatásaik során azt vizsgálták, hogy a legelő alapon takarmányozott tehenek laktációs stádiuma és az évszak milyen hatást gyakorol az új-zélandi nyerstej összetételére. A vizsgálataikba 80 különböző életkorú fríz tehenet vontak be, 20-20 egyed csoportokra osztva az ellések várható hónapja szerint: január, április, július és október. Ez azt jelentette, hogy legalább 60 tejelő egyed legelt egyidőben ugyanazon a legelőn, de mindegyik 20 egyed csorda a laktációjának különböző stádiumában tartott a mintavétel idején. Évente négyszer (szeptember, december, március és június) vettek mintát minden egyes tehéntől hat egymást követő fejés során. A tejminták zsír- és laktóztartalmát a MilkoScan 133 B műszerrel, a szomatikus sejt számát Fossomatic 215 automata sejt számlálóval határozták meg. Auldist és mtsai (1998) eredményei azt igazolták, hogy mind a laktációs stádium, mind az évszak szignifikáns mértékben ($P < 0,01$) befolyásolta a tejhozamot, a tejszír- és a tejfehérje tartalmat. Egyúttal igazolták, hogy a tejhozam, a tejszír és tejfehérje mennyisége a korai laktációs stádiumban érte el a legmagasabb, míg a késői laktációs stádiumban érte el a legalacsonyabb értéket. Összességében a tejhozam, a tej zsír- és fehérjetartalma nagyobb volt nyáron és alacsonyabb volt télen.

7.2. Tevetej vizsgálat értékelése

A tavasszal és ősszel ellett tevék reggeli fejésből származó tejének teljes laktáció alatti folyamatos nyomon követése – mely kutatásunk másik fő célja volt (ld. 4.5. pont) – lehetőséget biztosított mind a tejmennyiség-, mind a tej beltartalmi paraméterek változásának megfigyelésére egyrészt a laktáció előrehaladásának, másrészt a szezonális hatásoknak a függvényében (ld. 51-58. ábra). A tevé akár kettő évet is meghaladó laktációs ciklusa alatt a megtermelt tej mennyisége az első 10 héten át meredeken emelkedik (az I. csoportban 6,17 literig, a II. csoportban 5,12 literig), majd az idő előrehaladásával egyenletesen csökken, mely független minden szezonális hatástól. Viszont a tej beltartalmi paraméterei közül a tejszír-, a tejfehérje- és a zsírintes szárazanyag tartalom tevetejben lévő mennyiségét sokkal nagyobb mértékben határozza meg az évszakos periódus, mint az elléstől eltelt idő. E jelenség annyira meghatározó, hogy ha a tavasszal ellett tevék tejének ezen beltartalmi paraméterekre készített grafikonjain az ősszel ellett tevék értékeit a szezonális hatással korrigálva ábrázoljuk (a konkrét esetben 26 héttel eltolva), akkor a görbék hasonló lefutást mutatnak. Ez alól a kivétel a laktóz, melynek szintje kizárólag a laktáció előrehaladásával arányosan csökken egyenletesen, és esetében szezonális hatás nem figyelhető meg.

A tevetej összetételének szezonális változását már mások is megfigyelték: Zeleke (2007) Etiópiában, valamint Haddadin és munkatársai (2008) Jordániában a tejszír-, tejfehérje- és szárazanyag-koncentráció növekedéséről és a laktózsint csökkenéséről számoltak be a téli hónapokban a nyári hónapokhoz képest. Musaad és munkatársai (2013) Szaúd-Arábiában, Ismaili és munkatársai (2016) Marokkóban, Nagy és munkatársai (2017) az Egyesült Arab Emírségekben a tejszír-, tejfehérje- és laktóz-koncentráció téli maximumát, nyári és őszi minimumát tapasztalták. Ezzel ellentétben Ahmad és munkatársai (2012) 50 különböző nagyságú pakisztáni tevetartó telepen összesen 1137 tevé tejének vizsgálatával a tejszír- és tejfehérje-koncentráció maximumát a forró nyári időszakban, míg a legmagasabb laktóz értékeket a telet megelőző esős évszakban mérték. A tevetej beltartalmi jellemzőinek laktáción belüli változását 4 tevé vizsgálva Konuspayeva és munkatársai (2010) azt tapasztalták, hogy a tejszírtartalom 4,34% és 7,81% között változott, a teljes laktáció során enyhe csökkenést mutatva. A tejszírtartalom a 14. héten volt a legalacsonyabb, ami megfelel a laktációs csúcshoz. A szélsőértékek kevésbé voltak távol egymástól a tejfehérje-tartalom esetében (2,58-3,64%), de a legalacsonyabb érték szintén a 14. héten volt megfigyelhető. A laktóztartalom csak kis mértékben változott a 3,46%-os átlagérték körül. Shuipep és munkatársai (2008) kettő, egymástól 100 km-re elhelyezkedő szudáni tevetartó telep összehasonlításával kerestek eltéréseket a nyers tevetej kémiai összetevőiben (112 állatot vontak be a vizsgálatba). Azt tapasztalták, hogy a tevetartó telep elhelyezkedésével összefüggésben igazolható eltérések elenyészőek, azonban a szezonális változások

jelentősek. Szintén Szudánban, de nomád tartású tevék tejének összetételét vizsgálva Bakheit és munkatársai (2008) – 3 különböző tevecsoportból összesen 44 tevéen – hasonlóan kimutatták a beltartalmi jellemzők szezonális változását.

Méréseink alapján a tevetej beltartalmi jellemzőinek mennyisége a szarvasmarha tej beltartalmi jellemzőinek laktáció alatti változásához képest sokkal szélesebb értékek között alakul a laktáció során. Ez különösen igaz a tejszír- és tejfehérje-tartalomra, de a laktóztartalom is közel a felére csökken a laktáció végére. A tevetej beltartalmi jellemzőinek egy laktáción belüli változását Szaúd-Arábiában Aljumaah és munkatársai (2012) félig nomád tartású tevéken vizsgálták, eredményeik szerint valamennyi beltartalmi jellemző koncentrációja a laktáció első harmadában a legmagasabb. Al-Sultan és Mohammed (2007) viszont a különböző laktációs periódusokat hasonlították össze abban a tekintetben, hogy okoz-e eltérést a tevetej beltartalmi jellemzőinek mennyiségében az, hogy hányadik laktációs ciklusban van az anyaállat. Tapasztalataik szerint nem okoz szignifikáns különbséget a laktációk száma.

Vizsgálatainkból megállapítható, hogy a laktáció első heteinek kivételével nagy különbség van a tavaszi születésű tevecsikó és az őszi születésű tevecsikó táplálását szolgáló tevetej összetételében a születéstől eltelt azonos időtávra vonatkoztatva. Azonban összehasonlítva a beltartalmi paramétereknek a kettő tevecsoport teljes laktációs idejére számított, grammban kifejezett átlagos mennyiségi értékeit, azok nagy hasonlóságot mutatnak (I csoport: 121,7 g tejszír és 125,2 g tejfehérje, II. csoport: 115,3 g tejszír és 122 g tejfehérje), bár az I. csoport esetében a tejszír átlagos mennyisége 5,5%-kal, a tejfehérje átlagos mennyisége 2,6%-kal volt magasabb. Összességében kijelenthetjük, hogy az év különböző szakaszában született tevecsikók hasonló mértékben jutnak hozzá a szükséges mennyiségű tejösszetevőkhöz, csak eltérő ütemben.

Vizsgálatunk eredményét összehasonlítottuk a Nagy és munkatársai (2019) által öt éves időtartamban, állományszinten végzett vizsgálat eredményeivel, amelyben megállapításra került, hogy a tevetej beltartalmi jellemzőinek éven belüli változását nagyságrendileg 50%-ban befolyásolják a külső környezeti hatások, mint például a fotoperiódus. A klimatikus változók tej beltartalmi jellemzőkre gyakorolt hatása annak ellenére meghatározó, hogy a Közel-Keleten (északi szélesség: 25°) a környezeti tényezők sokkal kevésbé változnak, mint a magasabb szélességi fokon lévő kontinentális éghajlaton. Az endogén cirkadián időmérő rendszer, azaz a központi és perifériás cirkadián biológiai óra („a tőgy biológiai órája”) szerepet játszik az emlőmirigyben a tejszintézis szabályozásában, valamint a környezeti jelzések hatására cirkadián ritmusok generálásában (Casey és Plaut, 2012, Allali és mtsai, 2013, Suárez-Trujillo és Casey, 2016, Nagy és mtsai, 2019).

A tavasszal és ősszel ellett tevecsoportok tej beltartalmi jellemzőinek teljes laktáció alatt történő nyomon követésével kapott eredmények – melyek szerint a tejszír-, a tejfehérje- és a

zsírmentes szárazanyag tartalom koncentrációja a laktáció ugyanazon fázisában a két csoport esetében más-más értéket mutat – igazolják, hogy e tekintetben sokkal erősebben érvényesülnek a környezeti hatások, mint az elléstől eltelt idő. Ez a megállapítás megerősíti az állomány szintű vizsgálatok azon feltételezését, hogy a tevetej egyes beltartalmi jellemzőiben tapasztalt eltérések jelentős mértékben függetlenek az állomány egyedeinek aktuális laktációs fázisától és az ugyanazon laktációs fázisban lévő egyedek állományon belüli arányától.

VIII. Új tudományos eredmények

- 8.1. Magyarország országos elegytej vizsgálatai alapján a beltartalmi összetevők közül a tejszír-, a tejfehérje-, a laktóz- és a zsírmentes szárazanyag tartalom éven belül szezonálisan változik, mely ciklikusság évente ismétlődik. A tejszír, a tejfehérje és a zsírmentes 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.
- 8.2. 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.
- 8.3. 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. Ezzel ellentétben a laktóz koncentrációja a laktáció előrehaladásával egyenletesen csökken, és nem mutat összefüggést az éghajlatra jellemzően éven belül változó környezeti hatásokkal. Ezek az eredmények megerősítik azt a feltételezést, hogy a tevetej összetételének kifejezett szezonális változása háttérében 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.

IX. Irodalomjegyzék

- Abdallah, H. R., Faye, B.: **Phenotypic classification of Saudi Arabian camel (*Camelus dromedarius*) by their body measurements**, Emir. J. Food Agric., 24. 272-280, 2012.
- Ahmad, S., Yaqoob, M., Bilal, M. Q., Khan, M. K., Muhammad, G., Yang, L. G., Tariq, M.: **Factors affecting yield and composition of camel milk kept under desert conditions of central Punjab, Pakistan**, Trop. Anim. Health Prod., 44. 1403-1410, 2012.
doi: 10.1007/s11250-012-0079-3
- Al haj, O. A., Al Kanhal, H. A.: **Compositional, technological and nutritional aspects of dromedary camel milk**, Int. Dairy J., 20. 811-821, 2010.
doi: 10.1016/j.idairyj.2010.04.003
- Aljumaah, R. S., Almutairi, F. F., Ismail, E., Alshaikh, M. A., Sami, A., Ayadi, M.: **Effects of production system, breed, parity and stage of lactation on milk composition of dromedary camels in Saudi Arabia**, J. Anim. Vet. Adv., 11. 141-147, 2012.
doi: 10.3923/javaa.2012.141.147
- Allali, K. E., Achaâban, M. R., Bothorel, B., Piro, M., Bouâouda, H., El Allouchi, M., Ouassat, M., Malan, A., Pévet, P.: **Entrainment of the circadian clock by daily ambient temperature cycles in the camel (*Camelus dromedarius*)**, Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol., 304. 1044-1052, 2013. doi: 10.1152/ajpregu.00466.2012
- Al-Saiady, M. Y., Mogawer, H. H., Faye, B., Al-Mutairi, S. E., Bengoumi, M., Musaad, A., Gar-Elnaby, A.: **Some factors affecting dairy she-camel performance**, Emir. J. Food Agric., 24. 85-91, 2012. doi: 10.9755/ejfa.v24i1.10602
- Al-Sultan, S. I., Mohammed, A. M.: **The effects of the number of lactations on the chemical composition of camel milk**, J. Camel Pract. Res., 14. 61-63, 2007.
- Al-Swailem, A. M., Al-Busadah, K. A., Shehata, M. M., Al-Anazi, I. O., Askari, E.: **Classification of Saudi Arabian camel (*Camelus dromedarius*) subtypes based on RAPD technique**, J. Food Agric. Environ., 5. 143-148, 2007.
- Argov, N., Lemay, D. G., German, J. B.: **Milk Fat Globule structure & function; nanosciece comes to milk production**, Trends in Food Sci. & Tech., 19 (12), 2008.
doi: 10.1016/j.tifs.2008.07.006
- Auldish, M. J., Turner, S. A., McMahon, C. D., Prosser, C. G.: **Effects of melatonin on the yield and composition of milk from grazing dairy cows in New Zealand**, J. Dairy Res., 74. 52-57, 2007. doi: 10.1017/S0022029906002160

- Auldist, M. J., Walsh, B. J., Thomson, N. A.: **Seasonal and lactational influences on bovine milk composition in New Zealand**, J. Dairy Res., 65. 401-411, 1998.
doi: 10.1017/s0022029998002970
- Bahna, S. L.: **Cow's milk allergy versus cow milk intolerance**, Annals of Allergy, Asthma & Immunology, 89. 56-60, 2002. doi: 10.1016/S1081-1206(10)62124-2.
- Bakheit, S. A., Majid, A. M. A., Nikhala, A. M. M. A.: **Camels (*Camelus dromedarius*) under pastoral systems in North Kordofan, Sudan: Seasonal and parity effects on milk composition**, J. Camelid Sci., 1. 32-36, 2008.
- Bekele, T., Lundeheim, N., Dahlborn, K.: **Milk production and feeding behavior in the camel (*Camelus dromedarius*) during 4 watering regimens**, J. Dairy Sci., 94. 1310-1317, 2011. doi: 10.3168/jds.2010-3654
- Béri, B.: **A koncentrált tej termelésének lehetősége és helyzete**, Állattenyésztés és Takarmányozás, 62. 374-383, 2013.
- Bíró G.: **A redukáz-enzimpróba alkalmazása édesvízi halhús és édesipari készítmények mikrobiológiai szennyezettségének vizsgálatára**, Élelmiszervizsgálati közlemények, Állatorvos tudományi Egyetem Élelmiszerhigiéniai Tanszék, Budapest, 315-322, 1966.
- Bukovics, S., Hucker, A., Szafner, G.: **Impact of microfiltration on camel milk's microbiological and organoleptic characteristics**, Proceedings of the 4th Conference of International Society of Camelid Research and Development, (ISOCARD), Almaty, Kazakhstan, 2015.168-170, 2015.
- Bukovics, S., Szafner, G., Császár, G., Hucker, A., Nagy, P.: **Processing of camel milk by spray drying technology**, Proceedings of the 4th Conference of International Society of Camelid Research and Development, (ISOCARD), Almaty, Kazakhstan, 2015.401, 2015.
- Casey, T. M., Plaut, K.: **Lactation Biology Symposium: Circadian clocks as mediators of the homeorhetic response to lactation**, J. Anim. Sci., 90. 744-754, 2012.
doi: 10.2527/jas.2011-4590
- Chen, B., Lewis, M. J., Grandison, A. S.: **Effect of seasonal variation on the composition and properties of raw milk destined for processing in the UK**, Food Chem., 158. 216-223, 2014. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.02.118
- Csapó J., Albert Cs., Csapóné Kiss Zs.: **Élelmiszer-hamisítás és kimutatása**, Scientia Kiadó, Kolozsvár, 2016.
- Császár, G., Tardy, E., Unger, A.: **Korszerű nyerstej minősítés rendszere és a tej minősége Magyarországon**, "Magyar Élelmiszerkönyv – Tejtermékek" szakmai nap. Előadás. Vidékfejlesztési Minisztérium, Budapest, 2013. október 15.
http://elelmiszerlanc.kormany.hu/?_preview=16219d8b-5638-1b29-d342-000031f374f6

- Császár G., Unger A.: **A minőségi tejtermelés alapjai**, Szaktanácsadási füzetek, Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet, Mosonmagyaróvár, 2005.
- Császár, G., Unger, A., Varga, L.: **Evolution of raw bovine milk quality: the Hungarian experience (1984-2009)**, American Dairy Science Association – American Society of Animal Science 2011 Joint Annual Meeting. Book of Abstracts. New Orleans, Louisiana: J. Dairy Sci., 94 (E-Supplement 1). 324-324, 2011.
- Dahl, G. E., Tao, S., Thompson, I. M.: **Lactation Biology Symposium: Effects of photoperiod on mammary gland development and lactation**, J. Anim. Sci., 90. 755-760, 2012. doi: 10.2527/jas.2011-4630
- Dobranic, V., Njari, B., Samardzija, M., Miokovic, B., and Resanovic, R.: **The influence of season on the chemical composition and the somatic cell count of bulk tank cow's milk**, Vet. Arhiv. 78. 235-242, 2008.
- Ehlayel, M. S., Hazeima, K. A., Al-Mesaifri, F., Bener, A.: **Camel milk: An alternative for cow's milk allergy in children**, Allergy and Asthma Proc., 32. 255-258, 2011. doi:10.2500/aap.2011.32.3429
- Elamin, F. M., Wilcox, C. J.: **Milk composition of Majaheim camels**, J. Dairy Sci., 75. 3155-3157, 1992. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(92)78079-5
- Elgersma, A., Ellen, G., van der Horst, H., Boer, H., Dekker, P.R., Tamminga, S.: **Quick changes in milk fat composition from cows after transition from fresh grass to a silage diet**, Anim. Feed. Sci. Tech., 117. 13-27, 2004. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2004.08.003
- Encyclopedia Titanica: **Significado de conocimiento científico** (Tudományos ismeretek jelentése), <https://hu.encyclopedia-titanica.com/significado-de-conocimiento-cient-fico>, Letöltés dátuma: 2022. 04. 21.
- Eurostat. 2020. **Eurostat Statistics on fat contents and protein contents (cow's milk) - annual data**, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/apro_mk_fatprot/default/table?lang=en. Letöltés dátuma: 2022. 04. 21.
- Faye, B., Bonnet, P.: **Camel sciences and economy in the world: Current situation and perspectives**, p. 2-12 in Proc. 3rd ISOCARD Conf., Muscat, Oman, 2012.
- Fábri Zs. N., Varga L., Nagy P.: **A tevétej termelése, általános jellemzői, összetétele és egészségre gyakorolt jótékony hatásai. Irodalmi összefoglaló. 1. Fizikai és kémiai jellemzők, fehérje- és zsírtartalom**, Magyar Állatorvosok Lapja, 136. 485-493, 2014a.

- Fábri Zs. N., Nagy P., Varga L.: **A tevetej termelése, általános jellemzői, összetétele és egészségre gyakorolt jótékony hatásai. Irodalmi összefoglaló. 2. Tejcukor-, ásványianyag- és vitamintartalom, egészségügyi előnyök**, Magyar Állatorvosok Lapja, 136. 553-557, 2014b.
- Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO): **FAOSTAT 2018: live animals**, <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QA/E>, Letöltés dátuma: 2018. 05. 30.
- Gaili, E. S. E., Al-Ekna, M. M., Sadek, M. H.: **Comparative milking performance of three types of Saudi camels (*Camelus dromedarius*)**, J. Camel Pract. Res., 7. 73-76, 2000.
- Gál I., Rácz Z., Takács G.: **Precíziós technológia a szarvasmarha tejtermelésben**, Digitális távoktatási tananyag, 2016.
- Guzsal E.: **Háziállatok szövettana**, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1981.
- Haddadin, M. S. Y., Gammoh, S. I., Robinson, R. K.: **Seasonal variations in the chemical composition of camel milk in Jordan**, J. Dairy Res., 75. 8-12, 2008.
doi: 10.1017/S0022029907002750
- Heck, J. M. L., van Valenberg, H.J.F., Dijkstra, J., van Hooijdonk, A. C. M.: **Seasonal variation in the Dutch bovine raw milk composition**, J. Dairy Sci., 92. 4745-4755, 2009. doi: 10.3168/jds.2009-2146
- Hejel P., Kocsis R., Könyves L., Helyes K.: **Biológiailag aktív peptidek a tejben: Irodalmi összefoglaló**, Magyar Állatorvosok Lapja, 143 (1), pp 47-55, 2021
- Ibrahim, A. H, Khalifa, S. A.: **Effect of freeze-drying on camel's milk nutritional properties**, International Food Res. J., 22. 1438-1445, 2015.
- Industry Report: **Camel Milk Products Market Size, Share & Trends Analysis Report by product, by distribution, by region and segment forecasts, 2020-2027**, Report ID: GVR-4-68038-430-7, 80, 2022.
<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/camel-milk-products-market>
Letöltés dátuma: 2022. 05. 05.
- International Committee for Animal Recording (ICAR): **Certified milk meters for cow**, 2017., <http://www.icar.org/index.php/certifications/icar-certifications-for-milk-meters-for-cow-sheep-goats/certified-milk-meters-for-cow/>, Letöltés dátuma: 2017. 02. 27.
- International Organization for Standardization (ISO), International Dairy Federation (IDF): **Milk – Determination of nitrogen content – Part 1: Kjeldahl method**, International Standard ISO 8968-1:2001 and IDF 20-1:2001 (11 pp), Geneva, Switzerland: ISO and Brussels, Belgium: IDF, 2001.

- International Organization for Standardization (ISO), International Dairy Federation (IDF): **Milk and milk products – Determination of lactose content by high-performance liquid chromatography (Reference method)**, International Standard ISO 22662:2007 and IDF 198:2007 (10 pp), Geneva, Switzerland: ISO and Brussels, Belgium: IDF, 2007.
- International Organization for Standardization (ISO), International Dairy Federation (IDF): **Milk – Determination of fat content – Gravimetric method (Reference method)**, International Standard ISO 1211:2010 and IDF 1:2010 (18 pp), Geneva, Switzerland: ISO and Brussels, Belgium: IDF, 2010a.
- International Organization for Standardization (ISO), International Dairy Federation (IDF): **Milk, cream and evaporated milk – Determination of total solids content (Reference method)**, International Standard ISO 6731:2010 and IDF 21:2010 (5 pp), Geneva, Switzerland: ISO and Brussels, Belgium: IDF, 2010b.
- Ismail, M. D., Al Mutairi, S. E.: **Milk production potential of dairy camels in northern Saudi Arabia**, p. 35-40 in Proc. Wksh. Dromedaries, Camels, Dairy Anim., Nouakchott, Mauritania, 1998.
- Ismaili, M. A., Saidi, B., Zahar, M., Hamama, A., Ezzaier, R.: **Composition and microbial quality of raw camel milk produced in Morocco**, J. Saudi Soc. Agr. Sci., 1-6, 2016., doi: 10.1016/j.jssas.2016.12.001
- Jaggi, N., Vij, D. R.: **Fourier transform infrared spectroscopy**, 2007. doi: 10.1007/0-387-37590-2_9
- Jensen, R. G.: **The Composition of Bovine Milk Lipids: January 1995 to December 2000**, J. Dairy Sci., 85. 295-350, 2002. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74079-4
- Kaylegian, K. E., Lynch, J. M., Fleming, J. R., Barbano, D. M.: **Influence of fatty acid chain length and unsaturation on mid-infrared milk analysis**, J. Dairy Sci. 92. 2485-2501, 2009. doi: 10.3168/jds.2008-1910
- 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**, Salon International de l'Agriculture du Maroc (SIAM 2017), Meknes, Morocco, 22 April 2017.
- Konuspayeva, G., Faye, B., Loiseau, G.: **The composition of camel milk: A meta-analysis of the literature data**, J. Food Compos. Anal., 22. 95-101, 2009. doi: 10.1016/j.jfca.2008.09.008

- Konuspayeva, G., Faye, B., Loiseau, G., Levieux, D.: **Lactoferrin and immunoglobulin contents in camel's milk (*Camelus bactrianus*, *Camelus dromedarius*, and Hybrids) from Kazakhstan**, J Dairy Sci., 90. 38-46, 2007.
doi: 10.3168/jds.S0022-0302(07)72606-1
- Konuspayeva, G., Faye, B., Loiseau, G., Narmuratova, M., Ivashchenko, A., Meldebekova, A., Davletov, S.: **Physiological change in camel milk composition (*Camelus dromedarius*) 1. Effect of lactation stage**, Trop. Anim. Health Prod., 42. 495-499, 2010.,
doi: 10.1007/s11250-009-9449-x
- Kouniba, A., Berrada, M., Zahar, M., Bengoumi, M.: **Composition and heat stability of Moroccan camel milk**, J. Camel Pract. Res., 12. 105-110, 2005.
- Kukovics S.: **A tej szerepe a human táplálkozásban**, Melánia Kiadó, Budapest, 2009.
- Li, S., Ye, A. and Singh, H.: **Seasonal variations in composition, properties, and heat-induced changes in bovine milk in a seasonal calving system**, J. Dairy Sci., 102. 7747-7759, 2019. doi: 10.3168/jds.2019-16685
- Lindmark-Månsson, H., Fondén, R., Pettersson, H. E.: **Composition of Swedish dairy milk**, Int. Dairy J., 13. 409-425, 2003., doi: 10.1016/S0958-6946(03)00032-3
- Mahrous, K. F., Ramadan, H. A. I., Abdel-Aziem, S. H., Mordy, M. A.E., Hemdan. D. M.: **Genetic variations between camel breeds using microsatellite markers and RAPD techniques**, J. Appl. Biosci., 39. 2635-2646, 2011.
- Mehaia, M. A., Hablas, M. A., Abdel-Rahman, K. M., El-Mougy, S. A.: **Milk composition of Majaheim, Wadah and Hamra camels in Saudi Arabia**, Food Chem., 52. 115-122, 1995.
doi: 10.1016/0308-8146(94)P4189-M
- Mészáros M. J.: **Állatorvosi tanintézményünk 1818-tól 2004-ig elhunyt tanárainak és előadóinak sírjai magyarországi temetőinkben**, Egyetemi jegyzet, Szent István Egyetem Állatorvos-Tudományi Kar Kórbonctani és Igazságügyi Állatorvostani Tanszék, Budapest, 2005.
- Montgomery, H., Haughey, S. A. and Elliott, C. T.: **Recent food safety and fraud issues within the dairy supply chain (2015-2019)**, Global Food Security, 26. 2020.
doi: 10.1016/j.gfs.2020.100447
- More, S. J.: **Global trends in milk quality: implications for the Irish dairy industry**, Irish Vet. J., 62. 5-14, 2009. doi: 10.1186/2046-0481-62-S4-S5
- Musaad, A. M., Faye, B., Al-Mutairi, S. E.: **Seasonal and physiological variation of gross composition of camel milk in Saudi Arabia**, Emir. J. Food Agric., 25. 618-624, 2013.
doi: 10.9755/ejfa.v25i8.16095

- Nagy, P., Bin Subaih, S.J., Al Badri, M., Juhász J.: **The “bumpy” road of camel milk approval from the United Arab Emirates to the European Union the “Camelicious” experience**, 1st International Meeting on Milk, Vector of Development, Rennes, France, 21-23 May 2014.
- Nagy, P., Faye, B., Markó, O., Thomas, S., Wernery, U., Juhász, J.: **Microbiological quality and somatic cell count in bulk milk of dromedary camels (*Camelus dromedarius*): Descriptive statistics, correlations, and factors of variation**, J. Dairy Sci., 96. 5625-5640, 2013. doi: 10.3168/jds.2013-6990
- Nagy, P., Fábri, Zs. N., Varga, L., Reiczigel, J., Juhász, J.: **Effect of genetic and nongenetic factors on chemical composition of individual milk samples from dromedary camels (*Camelus dromedarius*) under intensive management**, J Dairy Sci., 100. 8680-8693, 2017. doi: 10.3168/jds.2017-12814
- Nagy, P., Juhász, J.: **Environmental factors affecting reproduction in dromedary camels (*Camelus dromedarius*)**, p. 3-7 in Proc. ICAR 2012 Satellite Mtg. Camelid Reprod., Vancouver, Canada, 2012.
- Nagy, P., Juhász, J.: **Review of present knowledge on machine milking and intensive milk production in dromedary camels and future challenges**, Trop. Anim. Health Prod., 48. 915-926, 2016. doi: 10.1007/s11250-016-1036-3
- 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. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.11.059
- Nagy, P., Thomas, S., Markó, O., Juhász. J.: **Milk production, raw milk quality and fertility of dromedary camels (*Camelus dromedarius*) under intensive management**, Acta Vet. Hung., 61. 71-84, 2013. doi: 10.1556/AVet.2012.051
- Nikkhah, A.: **Science of Camel and Yak Milks: Human Nutrition and Health Perspectives**, Food and Nutrition Sci., 02. 667-673, 2011. doi: 10.4236/fns.2011.26092
- NRS: **Year Statistics 2005**, The Royal Dutch Cattle Syndicate (NRS), Arnhem, the Netherlands, 2008.
- O'Brien, B., Mehra, R., Connolly, J. F., Harrington, D.: **Seasonal variation in the composition of Irish manufacturing and retail milks: 1. Chemical composition and renneting properties**, Irish J. Agric. and Food Res., 38. 53-64, 1999. <http://www.jstor.org/stable/25562345>

- O'Connell, A., McParland, S., Ruegg, P. L., O'Brien, B. and Gleeson, D.: **Seasonal trends in milk quality in Ireland between 2007 and 2011**, J. Dairy Sci., 98. 3778-3790, 2015.
doi: 10.3168/jds.2014-9001
- Özlem, O., Kul, E.: **Effects of some environmental factors on somatic cell count and milk chemical composition in cow bulk tank milk**, Akademik Ziraat Dergisi , 9. 163-170, 2020. doi: 10.29278/azd.725884
- Patz, C. D., Blieke, A., Ristow, R., Dietrich, H.: **Application of FT-MIR spectrometry in wine analysis**, Analytica Chimica Acta, 513. 81-89, 2004., doi: 10.1016/j.aca.2004.02.051
- Platon, B., Sjöström, G.: **Composition of dairy milk in Sweden**, Rep. No. 4. Statens Mejeriförsök, Alnarp, Sweden.
- Rezk, H. M., Khalifa, E. F., Abdelgalil, A. I.: **Comparative morphometric overview between the two milk systems of the mammary gland of one humped camel (Camelus dromedarius)**, Res. J. Pharm., Biol. and Chem. Sci., 8. 2417-2425, 2017.
- Rogerson, P. A.: **A generalization of Hewitt's test for seasonality**, Int. J. Epid., 25. 644-648, 1996. doi: 10.1093/ije/25.3.644
- Salfer, I. J., Dechow, C. D. and Harvatine, K. J.: **Annual rhythms of milk and milk fat and protein production in dairy cattle in the United States**, J. Dairy Sci., 102. 742-753, 2019. doi: 10.3168/jds.2018-15040
- Schönfeldt, H. C., Hall, N. G., Smit, L. E.: **The need for country specific composition data on milk**, Food Res. Int., 47. 207-209, 2012. doi: 10.1016/j.foodres.2011.05.018
- Shuiep, E. S., El Zubeir, I. E. M., El Owni, O. A. O., Musa, H. H.: **Influence of season and management on composition of raw camel (Camelus dromedarius) milk in Khartoum State, Sudan**, Trop. Subtrop. Agroecosys., 8. 101-106, 2008.
- Suárez-Trujillo, A., Casey, T. M.: **Serotonergic and circadian systems: Driving mammary gland development and function**, Front. Physiol., 7. 301, 2016.
doi: 10.3389/fphys.2016.00301
- Surányi B.: **A tej és tejtermékek múltja és jelene**, Egyetemi jegyzet, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 2015.
- Swedish Dairy Association: **Composition of dairy milk in Sweden (1966-1971)**, (*In Swedish*). Stockholm: Svenska Meleriernas Riksförening.
- Unger A.: **A nyerstej korszerű minősítésének tudományos megalapozása, gyakorlati bevezetése és a minőség alakulása Magyarországon**, Egyetemi doktori értekezés, Pannon agrártudományi Egyetem Mezőgazdaságtudományi Kar, Mosonmagyaróvár, 1996.

- Unger, A.: **A nyerstej minősége, minősítése és ára**, Tejgazdaságtan, Dinasztia Kiadó, Budapest, 115-129, 2021.
- Yasmin, A., Huma, N., Butt, M., Zahoor, T. and Yasin, M.: **Seasonal variation in milk vitamin contents available for processing in Punjab, Pakistan**, J. Saudi Society Agricultural Sci., 11. 99-105, 2012. doi: 10.1016/j.jssas.2012.01.002
- Yener, S., Pacheco-Pappenheim, S., Heck, J. M. L. and van Valenberg, H. J. F.: **Seasonal variation in the positional distribution of fatty acids in bovine milk fat**, J. Dairy Sci., 104. 12274-12285, 2021. doi: 10.3168/jds.2021-20570
- Varga, Z.: **Agroclimatological analysis of the new climate normal values (1991-2020) for the Moson Plain**, Acta Agronom. Óvár., 62. 16-40, 2021.
- Varga, L., Süle, J., Nagy, P.: **Short communication: Viability of culture organisms in honey-enriched acidophilus-bifidus-thermophilus (ABT)-type fermented camel milk**, J. Dairy Sci., 97. 6814-6818, 2014. doi: 10.3168/jds.2014-8300
- Visentin, G., De Marchi, M., Berry, D. P., McDermott, A., Fenelon, M. A., Penasa, M., McParland, S.: **Factors associated with milk processing characteristics predicted by mid-infrared spectroscopy in a large database of dairy cows**, J. Dairy Sci., 100. 3293-3304, 2017. doi: 10.3168/jds.2016-12028
- Walter, S. D.: **Exact significance levels for Hewitt's test for seasonality**, J. Epid. and Comm. Health, 34. 147-149, 1980. doi: 10.1136/jech.34.2.147
- Wernery, U.: **Camel milk, the white gold of the desert**, J. Camel Pract. and Res. 13. 15-26, 2006.
- Wood, S., Loudon, A.: **Clocks for all seasons: Unwinding the roles and mechanisms of circadian and interval timers in the hypothalamus and pituitary**, J. Endocrinology, 222. 39-59, 2014. doi: 10.1530/JOE-14-0141
- Zelege, Z. M.: **Non-genetic factors affecting milk yield and milk composition of traditionally managed camels (*Camelus dromedarius*) in Eastern Ethiopia**, Livest. Res. Rural Dev., 19. 2007. <http://www.lrrd.org/lrrd19/6/zele19085.htm>
- Zibae, S., Hosseini, S. M. al-reza, Yousefi, M., Taghipour, A., Kiani, M. A., Noras, M. R.: **Nutritional and Therapeutic Characteristics of Camel Milk in Children: A Systematic Review**, Electronic Physician, 7. 1523-1528, 2015. doi: 10.19082/1523
- Zimmermann Á.: **Háziállatok anatómiája**, Budapest, 1923.

X. Saját közlemények

10.1. A dolgozat témájában, referált lapokban megjelent közlemények

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.

10.2. 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 Egyetem Nyugdíjas Egyetemén, Széchenyi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, 2022. február 17.

10.3. Nem a dolgozat témájában, referált lapokban megjelent közlemények

1. Gaal T., Halmay D., Kocsis R., Abonyi-Toth Zs.: **Evaluation of the effect of ketoprofen and carprofen on platelet function in dogs studied by pfa-100 point-of-care analyser**, Acta Vet. Hung., 55. 287-294, 2007.
2. Halmay D., Gaál T., Kocsis R.: **Influencing factors of ADP-induced, epinephrine-induced and ristomycin-induced platelet aggregation in dogs**, Blood Coagulation & Fibrinolysis, 19. 14-22, 2008.

3. Libisch B., Keresztény T., Kerényi Z., Kocsis R., Sipos R., Papp P., P., Olasz F.: **Metagenomic analysis of acquired antibiotic resistance determinants in the gut microbiota of wild boars (*Sus scrofa*) – preliminary results**, J. Vet. Res., 64. 111-118, 2020.
4. Süle J., Hatvan Z., Simon-Korcz E., Hucker A., Finta Á., Steinerné Smajda Zs., Buzás H., Nagy-Kovács K., Kocsis R., Varga L.: **A Prototheca fajok tejgazdasági jelentősége és kimutatási módszereik (Importance of Prototheca spp. in the dairy industry and their detection methods)**, „INNOVÁCIÓ ÉS DIGITALIZÁCIÓ” XXXVIII. ÓVÁRI TUDOMÁNYOS NAP Absztraktkötet, Mosonmagyaróvár, Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, 87-87, 2021.

XI. Köszönetnyilvánítás

Mindenekelőtt szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Dr. Rácz Bence tanszékvezető-helyettes egyetemi docens úrnak, valamint Prof. Dr. Sótonyi Péter tanszékvezető egyetemi tanár úrnak, hogy mindvégig motiváltak a doktori fokozat megszerzésének fontosságát hangsúlyozva.

Nagy köszönettel tartozom a Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet munkatársainak a témában nyújtott szakmai segítségükért, különösen Tardy Emília laboratóriumi részlegvezető asszonynak, Gál Jánosné Judit rendszerinformatikus asszonynak és Dr. Süle Judit tudományos főmunkatárs asszonynak.

Külön köszönetemet fejezem ki Dr. Nagy Péter Pál c. egyetemi tanár úrnak az immár egy évtizede tartó szakmai kapcsolatunk alatt nyújtott áldozatos segítségéért, valamint Dr. Kótai István ny. egyetemi adjunktus úrnak, hogy hallgató korom óta segíti tudományos tevékenységemet.

Végül, de nem utolsósorban szeretném megköszönni családom és barátaim türelmét, bátorítását és támogatását.