

**Állatorvostudományi Egyetem**

**Élelmiszer-higiéniai Tanszék**



**Antibiotikum reziduumok sorsa és hatása a kecskesajt  
készítés során**

Fate and role of antibiotic residues during goat cheese making

Kőszeghy Edit

Témavezető: Dr. Lányi Katalin  
Élelmiszer-higiéniai Tanszék (EHT)

2023

## **Absztrakt**

A kutatás célja az élelmiszer-higiéna és fogyasztók védelme szempontjából is fontos antibiotikum (penicillin-G) maradékanyagainak vissza mérése és hatásának figyelése a kecskesajt készítés során. A kísérlet során 20 liter pasztörözött kecsketejet szennyeztünk el 3 különböző penicillin-G koncentrációban, sajtgyártás és mintaelőkészítés után műszeres mérőeszközök, valamint tömegspektrométerrel kapcsolt folyadékkromatográfia segítségével figyeltük a tej, savó és kész sajt fizikai tulajdonságait, valamint az antibiotikum koncentráció szintet. A sajtokban nem találtunk detektálási hattáron felül penicillin-G koncentrációt, ami valószínűleg a penicillin-G savérzékenységére vezethető vissza. Savókban viszont viszonylag nagyobb koncentrációkat analizáltunk. A sajtok fizikai tulajdonságaiban nem változtak meg jelentősen. A kecsketejjel végzett kísérlet eredményei eltérnek a hasonlóan kivitelezett tehéntejjel lefolytatott kísérlettől.

## **Abstract**

The aim of this research was to measure back the residues and to monitor the effects of the antibiotic (penicillin-G) being important in terms of food hygiene and also the protection of consumers in the course of goat cheese making. In the experiment, 20 litres of pasteurized goat milk were contaminated at 3 different penicillin-G concentrations. After cheesemaking and sample preparation, the physical properties as well as the antibiotic concentration levels of milk, whey and finished cheese were monitored by means of instrumental measuring tools and liquid chromatography-mass spectrometry. No penicillin-G concentration above the detection limit was found in the cheeses, which is probably due to the acid sensitivity of penicillin-G. However, relatively high concentrations were analysed in the whey samples. There was no significant change in the physical properties of the cheese samples. The results of the experiment with goat's milk are different from the experiment with cow's milk carried out in a similar way.

## Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés	4
2.	Irodalmi áttekintés	5
2.1.	Kecske, mint haszonállat	5
2.1.1.	Táplálkozás	5
2.1.2.	Szaporodás	6
2.1.3.	Kecske tartás egyéb előnyei	7
2.2.	Kecske mastitis betegsége	7
2.2.1.	Szubklinikai és klinikai mastitis	7
2.2.2.	Kórokozók	8
2.2.3.	Kezelés	9
2.3.	Penicillin-G	9
2.4.	A kecsketej beltartalmi előnyei	11
2.4.1.	Fehérjék	12
2.4.2.	Poliaminok	13
2.4.3.	Zsírok	14
2.4.4.	Ásványi anyagok	15
2.5.	Kecsketej és termékeinek fogyasztói tendenciái	15
3.	Anyag és módszer	17
3.1.	Felhasznált anyagok és eszközök	17
3.2.	A tejminták mesterséges elszennyezése	17
3.3.	Sajtkészítés folyamata (friss gomolya sajt)	18
3.4.	Mintaelőkészítés	20
3.4.1.	Folyékony minták előkészítése	20
3.4.2.	Szilárd minták előkészítése	21
3.5.	Műszeres mérések	22
3.5.1.	pH-mérés	22
3.5.2.	Sűrűség mérés	23
3.5.3.	Szárazanyag-tartalom mérés	23
3.5.4.	LC-MS analízis	24
4.	Kutatási eredmények	25
4.1.	Mérési eredmények	25
4.1.1.	Szárazanyag-tartalom értékek	25
4.1.2.	Sajtminták sűrűség értékeik	26
4.1.3.	Sajtminták pH értékei	26
4.1.4.	Penicillin-G koncentrációk	27
4.2.	Adatok értékelése	29
4.2.1.	Szárazanyag-tartalom	29
4.2.2.	Sűrűség	29
4.2.3.	pH	29
4.2.4.	Penicillin-G koncentráció	29
5.	Következtetések, javaslatok	31
6.	Összefoglalás	33
7.	Irodalomjegyzék	34
8.	Köszönetnyilvánítás	38

## 1. Bevezetés

Antimikrobiális szerek használata sokszor elkerülhetetlen az állat egészségének a megőrzése érdekében. Viszont ezeknek a szereknek a maradványanyagai káros hatással lehetnek az fogyasztókra. A negatív hatású maradvány anyagok kiküszöbölésére világszerte élelmiszer várakozási időt és maximum maradványanyag szintet (MRL) határoztak meg az élelmiszerekre.

Dolgozatom célja, hogy meghatározzam a penicillin-G antibiotikummaradvány mennyiségét a kész kecskesajtban, savóban és tejben, figyeljem, hogy az antibiotikum jelenléte, hogyan hatott a kész sajt pH-jára, sűrűségére, szárazanyag-tartalmára, milyen hatással volt a termékre a sajtkészítés során, mennyiben gátolta a sajtgyártáshoz szükséges sajt kultúra működését.

Alapvetően négyféle sajt minta készült: Kontroll, Low (alacsony szinten szennyezett), Medium (közepes szinten szennyezett) és High (magas szinten szennyezett). A kontroll kecsketejbe nem tettünk antibiotikumot, míg a másik három mintatípusnál a penicillin-G tejjel meghatározott MRL szintje alapján szennyeztünk el a kecsketejet, amiből aztán friss gomolya sajt készült. A minta előkészítés után, pedig LC-MS/MS tömegspektrométerrel kapcsolt folyadékkromatográfia eszközzel analizáltuk az antibiotikum mennyiségét tejben, savóban és sajtban.

Kutatásomat azért érzem fontosnak, mert a kecskét és produktumait egy alul kutatott területnek tartom, főleg a szarvasmarhához képest. Az antibiotikum rezisztencia mellett, aminek rengeteg közegészségügyi vonatkozása lehet, fontos lehet a tejiparban dolgozó gazdáknak, hogy miért érdemes még betartani a MRL szinteket és az elegendő élelmiszer várakozási időket. A mastitises (tőgygyulladásban szenvedő) állatok kezelésére használt antibiotikus intramammáris készítmények, amik főleg jelen lehetnek a tejben, hatással lehetnek a belőle készült sajt álagára, minőségére, hisz a maradék antibiotikumok a sajtgyártáshoz használt sajt kultúrában jelen lévő „hasznos” baktériumokat is gátolják.

## 2. Irodalmi áttekintés

### 2.1. Kecske, mint haszonállat

A kecske (*Capra hircus*) az egyik legrégebben házasított háziállatunk. Egyes archeológiai és molekuláris bizonyítékok alapján Nyugat-Ázsiában lettek házasítva vadkecskékből (*Capra aegagrus*) megközelítőleg tízezer évvel ezelőtt. Majd szerte a világban elterjedtek és az újkőkorszaki mezőgazdaságban jelentős szerepet töltek be. Napjainkban az Antarktisz kivételével minden kontinensen megtalálhatóak, különböző éghajlaton, többek között trópusi esőerdőben, száraz sivatagi térségen és akár hidegebb, alacsonyabb oxigéntartalmú, magas területeken is. Számuk a világon a 840 milliót is eléri. [1]

A kecske populáció nagyrésze, magasabb, mint 95%-a fejlődő országokban van. A kecske könnyen alkalmazkodik kedvezőtlen éghajlati viszonyokhoz és rosszabb takarmányozási körülményekhez. Bár az adott környezeti feltételen tenyésztett fajták ettől eltérő területen változóan teljesíthetnek. Gyakran tartják őket száraz, félszáraz éghajlaton, háztartásokban, kisebb csoportokban (10-12 állat). A vidéki, szegényebb társadalom számára értékes hús és tejtermék forrás, de a szőrét és bőrét is hasznosítani tudják. [2, 3]. A kecskének viszonylag alacsony termelékenysége van, és ennek a javítására fordított kutatások és befektetések elmaradnak, a potenciális lehetőségeikhez képest. Ennek eredményeként számos kecskefajának nincsen genetikai feltérképezése, főleg a fejlődő országokban. [4]

#### 2.1.1. Táplálkozás

A kecskének hasonlóan például a szarvasmarha és juh fajokhoz, olyan előemésztő fermentációs gyomor-bél rendszeri traktusa van, amivel képes lebontani a növényi rostot, előállítani mikrobiális fehérjét és energia gazdag fermentációs terméket. A kecske a táplálék kiválasztásánál, legeléshez használja az ízérzékelését és a vizuális jeleket. [5]

A kecske takarmányozása két részre oszlik: a szálas és a koncentrált takarmányra. Az határozza meg a két takarmány optimális adagolását, hogy az állat éppen milyen fiziológiai állapotban és teljesítményszinten van. A kecskének szüksége van fehérje, energia, ásványi anyag és vitamin forrásra. A kecske fehérjét, részben képes nem fehérje nitrogénből, mint a karbamid előállítani, hasonlóan a többi kérődzőhöz. Energiáját főleg a takarmány cukorból, keményítőből és rostokból, tehát a szénhidrátokból nyeri, emellett zsírokból és fehérje többletből. [6]

A kecskék képesek a cserjék, bokrok tehát földtől magasabban lévő, fásszárú növények táplálkozására, de a vetett legelőket is kedvelik. Táplálékukat meg tudják mind négy lábon, mint két lábon állva szerezni (1.ábra). Ez a tulajdonságuk előnyös lehet olyan területeken, ahol nem lehet vetett legelőket létesíteni. Nagyobbak a nyálmirigyeik, amelyek képesek tannin-kötő fehérjéket kiválasztani a nyálukba, ezáltal képesek lehetnek a növényi eredetű tannin kivédésére. [5, 7]



*1. ábra - Kecske a tipikus kétlábú testtartást mutatva táplálkozik [7]*

### **2.1.2. Szaporodás**

A kecskét magas szaporodási ráta és rövid generációs idő jellemzi. [8] Viszonylag korán, már 4 hónaposan eléri az ivarérett kort. A vemhességi idejük rövid átlagosan 149 nap, és már 16-17 hónaposan korban el kezdenek tejet adni. [2, 9, 10] Hogy az év folyamán mikor szaporodnak függ attól, hogy hol él az adott kecskefajta, vagy, hogy milyen a hasznosítása. A tejéért tartott kecskék, illetve a mérsékelt égövben élő kecskefajták, főleg szezonálisan szaporodnak: július-augusztustól november-decemberig. A húskecskék vagy trópusi kecskefajták, pedig egész évben. [3]

A kecske fogékonyabb lehet az vetélésre, mint a többi háziállatfaj. Ennek lehet ahhoz a tényhez van köze, hogy a kecske corpus luteum függő faj, szóval, ha valami zavar vagy

hiány vagy lép fel a sárgatest progeszteron termelésében, akkor az állat vetélést szenved el. [11]

### **2.1.3. Kecske tartás egyéb előnyei**

A kecskék képesek „átalakítani” a mezőgazdasági melléktermékeket, háztartási és növényi maradványokat, mint például sérült vagy romlott gabona, zöldégek, gyökérzöldségek, magas értékű termékekké. Olyan takarmányt is képesek feldolgozni, amelyeket, a szarvasmarha sem képes. [1, 7] A kecskék a táplálkozásukkal képesek olyan bozótok, vegetációk visszaszorítására, ami nem kívánatos tűznek lehet a táplálója, ezáltal tűzvédelmi sávokat képesek kialakítani. Vissza tudnak állítani patakpartokat, szabályozni invazív növényeket. Sikeresen csökkenteni tudják a gyomnövényeket a legelőkön, ezáltal növelve a föld hordozó képességét. [12]

A kecskék trágyáját és vizeletét is fel lehet használni a mezőgazdasági termeléshez vagy annak javításához. Bár összehasonlítva a juhhoz és a szarvasmarhához kevesebb mennyiségű trágyát termel, mégis fontos lehet azoknak a szegényebb kecsketartó rétegeknek, akik nem tudnak drágább szerves trágyát szerezni. [8]

## **2.2. Kecske mastitis betegsége**

A mastitis a tejmirigy gyulladása, ami rendellenes elváltozásokat okoz a tejmirigy szövetében, illetve hatással van a tej mennyiségi, minőségi fizikai, kémiai és mikrobiológiai tulajdonságaira. Leggyakrabban bakteriális fertőzésről van szó, de okozhatja egyéb kórokozó, sérülés, ritkán allergia vagy daganat. A tejtermelő kecskéknél is gazdaságilag jelentős kárral társuló betegség világszerte, hasonlóan a tehén és bivaly tőgygyulladásához. Az anyagi kár több szintű lehet, hiszen a betegség következtében csökken az állat tejtermelése, a rossz minőségű tejet nem tudják értékesíteni, az állatot lehetséges, hogy hamarabb kell selejtezni és több kiadással járnak az állatorvosi és kezelési költségek. [13–16]

### **2.2.1. Szubklinikai és klinikai mastitis**

Több rendszerezés is létezik a tőgygyulladás betegségére, súlyosság, lefolyás és megjelenés alapján. Az egyik ilyen klinikai és szubklinikai mastitist különít el, de feloszthatjuk többek között akut, perakut és krónikus mastitisre is. [13, 14, 16, 17] A kecskéknél a mastitis főleg szubklinikai formában fordul elő, 15-40-szer gyakoribb, mint a klinikai forma. [14]

A klinikai tőgygyulladás látható tünetekkel jár. Ilyen tünetek lehetnek az egy vagy mindkét tőgylebeny duzzanata, keménysége, vörössége vagy elhalása, tejnek a rendellenes megjelenése (vizes, gennyet, vért tartalmaz, sajtos), hiánya vagy mennyiségének a csökkenése, láz, étvágytalanság. A klinikai mastitis eredménye lehet a toxémia és a tőgy gangrénás nekrozisa. Melyek súlyos állapotok, az állat könnyen elpusztulhat a szeptikus sokktól. [13, 16, 17]

Szubklinikai mastitis esetében nincsenek érzékszervekkel észlelhető tünetek. A tej normálisnak tűnik, a kecske tőgye sem tapintásra, sem kinézetre nem tér el. A szubklinikai tőgygyulladás általában a klinikai előtt fordul elő és a mikroorganizmusok hordozójaként, tehát potenciális fertőzésforrásként jelenik meg a többi állat számára. A szubklinikai mastitisnél a tünetek hiánya miatt nem lehet általános fizikai vizsgálattal, mint például tapintással diagnózist felállítani. Egyéb tesztekkel kell alkalmazni a diagnózishoz, úgy, mint a California Mastitis Test, gyulladáscsökkentő sejt számolás vagy baktérium tenyésztés. A kecsketejében általában magasabb a szomatikus sejt szám, mint tehénben vagy juh-ban. Ennek okai a következők lehetnek: kecskénél apokrin a tejelválasztás, míg tehénben merokrin, kecskében nem csak fertőző tényezők, tudják növelni a sejtszámot, hanem az ivarzás, fejési szezon, tejtermelés és a laktációs szakasz is. [13, 14, 16–18] Az egészséges állat szomatikus sejtszáma egymillió sejt/ml alatt van, de még elfogadható kétmillió sejt/ml szám alatt a tej minősége szempontjából. [19]

### 2.2.2. Kórokozók

A kórokozók bejutásában több tényező is közre játszhat, hajlamosító körülmény lehet többek között a rossz higiénia és menedzsment, a tőgy sérülése és a helytelen fejési módszer. [15]

Míg klinikai mastitisben a leggyakoribb patogén a *Staphylococcus aureus*, ami egy koaguláz-pozitív *Staphylococcus* faj, addig szubklinikai mastitisben a koaguláz-negatív *Staphylococcus*-okat mondják a legelterjedtebbnek. [14] A legtöbbször észlelt koaguláz-negatív *Staphylococcus* anyakecskében a *S.epidermis* és a *S.caprae*. [18] Kisebb gyakorisággal egyéb mikroorganizmusok is okozhatnak tőgygyuladást ilyenek a: *Streptococcus* fajok, *Enterobacteriaceae* család képviselői, *Pseudomonas aeruginosa*, *Mannheimia haemolytica*, *Corynebacterium*ok, gombák. Lentivírusok, bár ritkák, de kecskénél érdemes ellenőrizni jelenlétüket. Fontos lehet még megemlíteni, a *Mycoplasma spp.* által okozott fertőző agalactia szindrómát (contagious agalactia syndrome), amely bár más tüneteket is okozhat (ízület gyulladás, kötőhártya-gyulladás, tüdőgyulladás), hatással



lehet a tejtermelés csökkenésére, és szomatikus sejt szám növekedésre, akár a teljes tejtermelés is kieshet és a szepszis következtében elhullás is előfordulhat. [16, 18]

### **2.2.3. Kezelés**

Hogy eleve ne alakuljon ki tőgygyulladás, fontos a megelőzésre hangsúlyt fektetni. A kecskéknél, hasonló megelőzési protokollt érdemes használni, mint tejelő szarvasmarha esetében. Ilyenek lehetnek például a megfelelő higiénia fejtés előtt és után, a tőgyek folyamatos monitorozása elváltozást keresve, fejőgépek folyamatos ellenőrzése, megfelelő szárazra állítási protokoll. [13]

A tejelő szarvasmarhával ellentétben, kis kérődzőknél nincsenek olyan részletes protokollok a mastitis kezelésére vonatkozóan. De az általánosan elmondható, hogy fontos a hatékony és a kellően gyors válasz. A betegség tüneteinek első megjelenésénél érdemes hatékony antibiotikum kezelést nyújtani az állatnak. Mivel a hatékonysághoz mintavételre és az antibiotikumok érzékenységének vizsgálatára van szükség, ami több időbe kerül, érdemes vakon széles spektrumú szereket használni az elején, de a teszt eredménye, még így is fontos lehet a többi kecske vakon kezdett kezeléséhez. [20]

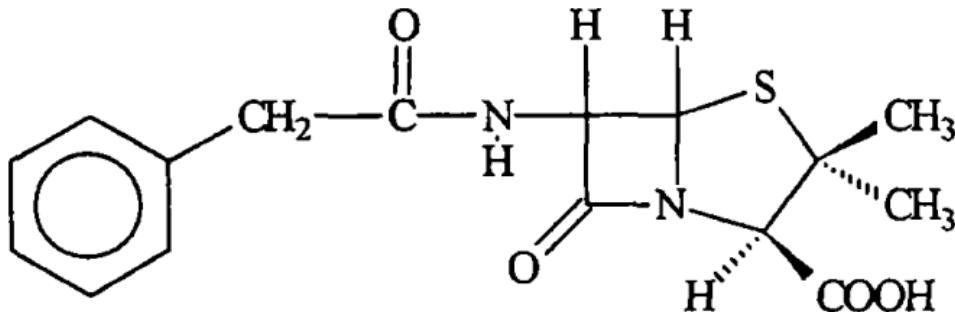
Gangrénás mastitisnél a terápia a kecske életének a megmentését is jelentheti. Ilyenkor a kezelés tartalmazhatja intravénás infúzió adását, gyulladáscsökkentő és antibiotikus gyógyszeres kezelést, de akár a mirigy vagy a bimbó amputációját is. [13] A szisztémás injekció és tejmirigybe (intramammálisan) való antibiotikus tőgyinfúzió együttes alkalmazása indokolt lehet abban az esetben, ha szisztémás tünetek is vannak a betegségnek, gyors lefolyású, a baktériumok a véráramba kerültek, ha a tejmirigy csatorna rendszere el van tömődve a gyulladással törmelékek miatt, illetve, ha tályog van a tejmirigyben. Gyakran használt szerek: a szulfonamidok, penicillinek, aminoglikozidok és az első generációs cefalosporinok, habár ezek szisztémás injekcióként használva nem diffundálnak megfelelően a tejmirigybe. Míg a gyulladt tejmirigybe is jól eljutnak a makrolidok, trimetoprim, tetraciklinek és fluorokinolonok. [16, 20]

A szubklinikai mastitist okozó baktériumok kecskében főleg egy kutatás szerint a gentamicinre érzékenyek. Ezen kívül még kevésbé ugyan, de érzékenyek voltak a penicillinre, sztreptomycinre, ampicillinre és amoxicillinre. [21]

### **2.3. Penicillin-G**

A penicillineket több mint harminc éve használják az állatorvoslásban, beleértve a sóikat: benzatin penicillin, prokain penicillin, nátrium és kálium penicillin. [22]. Penicillin-

G vagy más néven benzilpenicillin egy  $\beta$ -laktám antibiotikum (2.ábra). Tartalmaz egy penám gyűrűt, aminek a hatodik pozíciójában egy fenilacetamid csoport található. Képlete:  $C_{16}H_{18}N_2O_4S$ . [23, 24]



2. ábra - A penicillin-G szerkezeti képlete [25]

A penicillineket általánosan a következő tényezők inaktíválják: alkáli vagy savas pH, magasabb hő, oxidálószeres, alkoholok, glikolok, a réz, higany és a cink jelenléte. Antibakteriális hatását elveszti, ha a  $\beta$ -laktám gyűrű bármely pontján sérül. Több tényezőtől (például gyógyszer koncentráció, pH, hőmérséklet) függ, de valamely gyógyszerrel kémiai vagy fizikailag inkompatibilis, ilyenek lehetnek többek között az aminoglikozidok, tetraciklinek. [23]

A benzilpenicillinnek nem írtak le teratogén hatást, a toxicitása alacsony, terápiás indexe nagyobb, mint száz, csak nagyon magas adag után fordul elő toxikus hatás. [22] A leggyakoribb mellékhatás, amit a penicillin G maradvány anyagot tartalmazó élelmiszer után jelentettek a túlérzékenységi allergiás reakció. Az általános penicillin allergia előfordulását 3% és 10% közé becsülték. [23]

A benzilpenicillin szűk spektrumú antibiotikum, főleg a gram-pozitív baktériumok ellen használják, mint például Streptococcus fajokra és nem penicillináz termelő Staphylococcusokra. Bár in vitro aktivitással rendelkezik a gram-pozitív mellett a gram-negatív anaerob és aerob baktériumok ellen is, valójában gram-negatív organizmusok ellen korlátozottan lehet használni. A penicillin-G baktericid hatású, ezt a sejtfal szintézis gátlásával éri el. A hatása a penicillinkötő fehérje (PBP) kapcsolódásával történik. [23]

A penicillinek főként a vese által vizelettel, kisebb mértékben epével ürülnek többnyire változatlan formában. [22]

A fogyasztók és a tejtermelés védelme érdekében a Committee for Veterinary Medicinal Products 4 µg/kg maximum maradékanyag szintet (MRL) határozott meg tejrre tekintve. [22]

A β-laktám antibiotikumok ellen az érzékenység alapvetően három tényezőtől függ: a PBP-hez való kötődéstől, β-laktamáz jelenlététől, stabilitásától és a gram-negatív baktériumok külső membránjának a permeabilitásától. Az elmúlt évtizedekben a β-laktám hatóanyagok ellen nőtt a rezisztencia a szerek széleskörű használata miatt. Hagyományos rezisztencia a β-laktamázok miatt van. Gram-negatívokban β-laktám bontó enzim membrán permeabilitás megváltoztatásával kombinálódik. [25] A Staphylococcusok rezisztenciája a penicillin-kötő fehérjének kódolásának a megváltoztatásával történik, amely folyamat során a fehérje csökkent aktivitást fog mutatni a β-laktámokkal szemben. Így alakultak ki a jelentőst problémát okozó meticillin-rezisztens *Staphylococcus aureus* (MRSA) és meticillin-rezisztens *Staphylococcus pseudointermedius* (MRSP). [26]

Egy folyóiratcikk vizsgálta kecskék tejében előforduló szubklinikai mastitisben szereplő baktériumok rezisztenciáját β-laktám antibiotikumokkal szemben, és rezisztenciát találtak penicillin G -re *Staphylococcus aureus* és *Yersinia* fajokra. [24]

A 18 darab Magyarországon engedélyezett állatgyógyászati készítmény közül, amely a benzilpenicillin valamely formáját tartalmazza csak a Taneven 300 mg/ml szuszpenziós injekció van engedélyezve kecske számára és az sem intramammális készítményként használható, hanem subcutan és intramusculáris injekcióként.[27] Állatorvosi felelősségre persze lehetséges, hogy a készítményt nem engedélyezett állatfajra használják, ezt a típusú gyógyszer használat az ún. *off label* alkalmazás.[28] Ilyenkor viszont figyelni kell, hogy a használati útmutatótól eltérően kell számítani az élelmiszer várakozási időt (é.e.v.i.): tejnél például az útmutatóban feltüntetett leghosszabb napot fel kell szorozni 1,5-el vagy ha leghosszabb nap 0 akkor 1 napot kell é.e.v.i-nek meghatározni.[29]

#### **2.4. A kecsketej beltartalmi előnyei**

A kecsketej összetételében és alkotórészeiben, táplálkozásbiológiai szempontból számos előnnyel rendelkezik a tehéntejjel összehasonlítva. Habár a kémiai összetételében a két állatfaj teje hasonló, mégis egyes komponenseiben jelentősek a különbségek. [30] A kecsketej több szárazanyag-, összfehérje-, zsír- és ásványianyag-tartalommal rendelkezik, mint a tehéntej, ellenben laktózt (tejcukort) kevesebbet tartalmaz (1.táblázat). [30, 31]

1. táblázat - A tehéntej és a kiskérődzők tejének összetétele [29]

		<b>Tehéntej (1)</b>	<b>Juhtej (2)</b>	<b>Kecsketej (1)</b>
<b>Száranyag-tartalom (%)</b>		12,50	19,60	13,15
<b>Energia</b>	<b>(KJ)</b>	61	108	69
	<b>(Kcal)</b>	257	451	288
<b>Zsirtartalom (%)</b>		3,80	8,20	4,00
<b>Összfehérje tartalom (%)</b>		3,30	5,50	3,80
<b>Tejcukor tartalom (%)</b>		4,60	5,00	4,50
<b>Ásványianyag (hamutartalom) (%)</b>		0,80	0,90	0,85

#### 2.4.1. Fehérjék

A tejfehérje két fázisban különül el mind kecske, mind ember, tehén és juh tejében is: a kazeinre, illetve az oldódó savó fehérjékre. A kazeinok közül főleg az  $\alpha$ 1-kazein-t,  $\alpha$ 2-kazein-t,  $\beta$ -kazein-t és a  $\kappa$ -kazein-t különítjük el. Míg a tej savófehérjéi közül legfőképp az  $\alpha$ -laktalbumint és a  $\beta$ -laktoglobulint, kisebb részben pedig immunoglobulinokat, proteáz-peptonokat, laktoferrint és szérum albumint különböztetünk meg. [30] Összehasonlítva a tehén és juhtejhez képest a kecsketejnek a legnagyobb a savófehérje tartalma. A magasabb savófehérje tartalomnak köszönhető, hogy a kecsketejfehérje biológiai értéke nagyobb, mint tehén- vagy juhtejben levő hasonló komponensé. A savófehérjéknek táplálkozási értéke meghaladja, a kazeinét (1,25-ször), ezt számos tulajdonságuk alapján érték el, például a savófehérjék triptofán és lizin (esszenciális aminosavak) tartalma is rendkívül magas, illetve megváltozott szerkezetű, denaturált állapotban is fel tudja használni teljesen a szervezet. Az összes esszenciális aminosav tartalma is nagyobb a kecsketejnek, mint a juh vagy tehéntejnek. [31] A kecsketej fehérjéi a gyomorban kisebb gömböcskékre oszlanak el, ezáltal az enzimek által könnyebben hozzáférhetőek és emésztésük egyszerűbb lesz, mint a tehéntej fehérjéi, ami nem elhanyagolható szempont például csecsemők vagy idős emberek táplálásánál. [31, 32] A kecsketej kazein frakcióban legnagyobb arányban a  $\beta$ -kazein található, mint az emberi tejben, míg tehéntejben  $\alpha$ 1-kazein. Összeségében a szarvasmarha kazein tartalma magasabb, mint kecsketejben. A kecske kazein összetétele genetikai polimorfizmusától függ. [33]

A tehéntej allergia a leggyakrabban előforduló élelmiszer allergia, körülbelül a csecsemők 2%-át is érintheti akár, az első két évükben. [30] Számos irodalom kiemeli, hogy a kecsketejnek szerepe lehet helyettesítőként a tehéntejre allergiás embereknek. [31] Hogy

akár az allergiás emberek 40%-a képes tolerálni a kecsketejet, amíg a tehéntejre érzékenyek. [34] Talán ez a hipoallergén tulajdonsága a kecsketejének az alacsonyabb  $\alpha$ 1-kazein tartalmára vezethető vissza, a kazein olyan genetikai polimorfizmusához, ami alacsonyabb ilyen típusú kazeint eredményez a kecsketejben. [30, 32, 35] Bár sokan pozitívan írnak tehéntej allergiában betöltött szerepéről, van, ahol kiemelik, hogy még mindig kevés az erről rendelkezésre álló tudás vagy kutatás, illetve ellenkező vélemények fogalmazódnak meg ebben a témában. [31, 34] Van, ahol kifejezetten ellenzik a tehéntej allergiában szenvedő csecsemőknek a kecsketej táplálást alternatívának, a kecsketej alacsony folsav tartalma ( $6\mu\text{g/l}$ , míg anyatejben  $50\mu\text{g/l}$ ), illetve a magas allergiás keresztreakció esélye miatt a két faj tejfehérjéi között. [36]

A kecsketej kazein tartalma befolyásolja a sajt készítési tulajdonságát is. Az alacsony  $\alpha$ 1-kazein tartalommal rendelkező tejből kevesebb sajt fog készülni, megnövekedett oltási időt, rövidebb koagulációs időt, illetve magasabb hőérzékenységet és alacsonyabb sajt keménységet eredményez, ami segíthet az emésztés megkönnyítésében az emberi szervezetben. Így hiányzó vagy alacsony  $\alpha$ 1-kazein-t tartalmazó kecsketejre érdemes lehet szelektálni a hipoallergén és a sajt készítési tulajdonságai miatt. [30, 35]

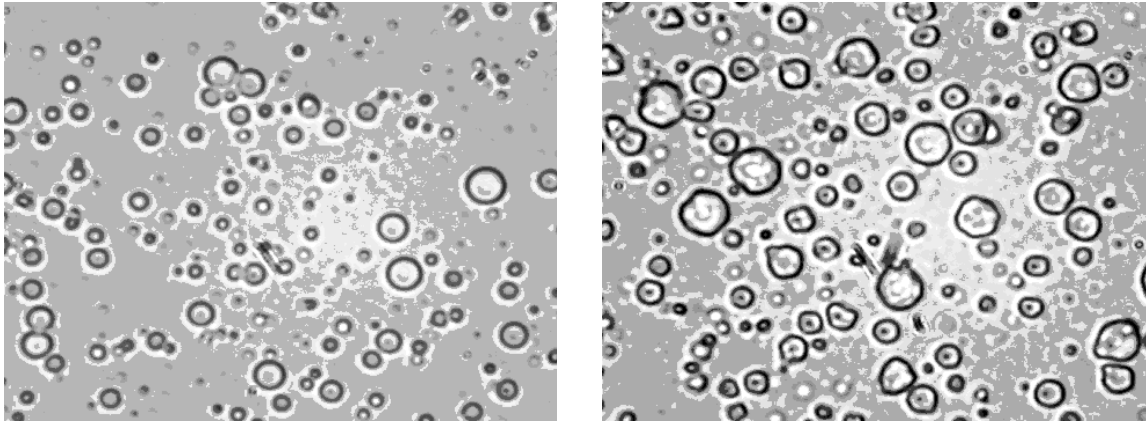
A kecsketej puffer kapacitása rendkívül magas főleg a núbiai fajtákban. Ugyanis az ő tejükben magas az összes nitrogén, fehérje, nem fehérje nitrogén és foszfát tartalom, ami befolyásolja a puffer kapacitást. [32–34] A magasabb puffer kapacitás előnyös lehet a gyomorfekélyel küzdő emberek terápiájában. [9, 34]

#### **2.4.2. Poliaminok**

A poliaminok olyan nem fehérje nitrogén tartalmú szerves vegyületek, amelyeknek kettőnél több aminos csoportjuk van. [37] A fő poliaminoknak, mint putreszcin, spermidin és spermin, szerepük van a DNS, RNS és fehérjeszintézisben, a hormonok és növekedési faktorok információjának a továbbításában. [33] Gyorsan fejlődő szervezetekben, csecsemők, gyerekek esetében, vagy sérült szövetek regenerálódása során fontos lehet az élelmiszerrel bevitt kiegészítés a szervezet saját poliamin szintézise mellett. [38] Segíti a gyomor érését, a tejben lévő allergén anyagok és makromolekulák felszívódását csökkenti, így a tápszerrel etettet csecsemő esetében fontos kiegészítés lehet és az élelmiszerallergiában is segíthet. Öregedéskor a sejt osztódás lassul és az ornitin-dekarboxiláz enzim aktivitása is csökken, ami a poliamin szintézis egyik kulcs enzime, ezért ilyenkor is hasznos lehet a pluszba bevitt poliamin forrás. [33, 38] Bár a kecsketejben található poliamin összetétel és mennyiség több mindentől is függ: kecske fajta, laktációs időszak, életkor, utód szám, fejés

időpontja, de összességében elmondható, hogy a kecsketej poliamin koncentráció a legmagasabb összehasonlítva például az, ember, tehén vagy juh tejéhez képest. [2, 33, 38, 39]

### 2.4.3. Zsírok



3 . ábra - Digitális kép a tejsír golyócskákról, azonos nagyítás, balra kecske, jobbra tehéntej; 500-szoros nagyítás [39]

A kecsketejében a szírcseppek kisebbek, mint tehéntejben (3.ábra). A „természetes módon homogenizált” kisebb zsírcsepp méret, nagyobb felszín és ezáltal jobb hozzáférhetőséget biztosít a lipáz emésztő enzimnek, illetve puhább állagot kölcsönöz a kecsketejből készült termékeknek. A könnyebb emészthetőség hasznos lehet csecsemők, felnőttek és szoptató anyák táplálkozásában is. [30, 32, 40]

Másik fontos különbség a tehéntejhez képest, hogy a kecsketejben nagyobb arányban vannak rövid-és középláncú zsírsavak, mint például a kapronsav (C6:0), kaprilsav (C8:0), kaprinsav (C10:0), laurinsav (C12:0) és vajsav (C4:0). Érdekesség, hogy az első három említett zsírsav a kecskéről lett elnevezve a jelentős túlsúlyuk miatt a kecsketejben. Ezek a rövidebb szénláncú zsírsavak is felelősek a könnyebb emészthetőségért, felszívódásért hisz a lipáz hatásosabban működik, mint hosszabb láncon. [1,13] A közepes lánchosszúságú zsírsavat tartalmazó trigliceridek nagyon jó energiaforrásnak számítanak az emberi szervezet számára, mivel könnyen hozzáférhetőek és nem rakodnak le a zsírszövetbe, ezáltal előnyösek lehetnek például malabszorpciós szindróma, chyluria, steatorrhea kezelésében és a koraszülött csecsemő táplálásában is. [30, 32, 35]

A kecsketejben nagyobb a konjugált linolsav tartalom, ami kérődzőkben linolsavból lesz biohidrogenizáció során és konjugált kettős kötések (2 db-ot) tartalmaznak. [41, 42]

A konjugált linolsavnak gyulladáscsökkentő hatása lehet, azáltal, hogy csökkenti például érelmeszesedéssel, rákkal, irritábilis bél szindrómával kapcsolatos citokinek termelődését. [40] Ezen kívül még számos pozitív hatásáról számol be a szakirodalom, ilyenek például: a fogyás elősegítése, vércukorsökkentés, vérnyomáscsökkentés. [43]

#### **2.4.4. Ásványi anyagok**

Összeségében a kecsketej magasabb ásványianyag tartalommal rendelkezik, mint a tehén vagy emberi tej. Kiemelendő a kalcium és foszfor kedvező aránya és magasabb koncentrációja. Ez a tulajdonsága a kecsketejnek fontos lehet a vegetáriánusoknak és a kisebb húsfogyasztású fejlődő országokban, hisz így fontos kiegészítést jelenthet a növényi alapú táplálkozásban. De más elemekben is magasabb értéket mutat, mint a tehéntej, ilyenek a kálium, magnézium, klór, foszfor, szelén, cink, vas és réz, míg kén és nátrium tekintetében alacsonyabbat. Az ásványianyagok magasabb tartalma mellett, a biológiai hasznosulásuk is nagyobb, mint tehéntej esetében. [30–33, 44]

Ezek az ásványianyagok elengedhetetlenek a szervezet homeosztázisának a fenntartásában. Bevitelük számos betegséget meg tud előzni, mint például a vashiányos vérszegénységet, csontritkulást. Hatással lehetnek többek között az izmok, idegek, vesék, máj és az immunrendszer működésében. Segíthetik a seb gyógyulást és az ártalmas szabad gyökök eltávolítását. [30, 44]

#### **2.5. Kecsketej és termékeinek fogyasztói tendenciái**

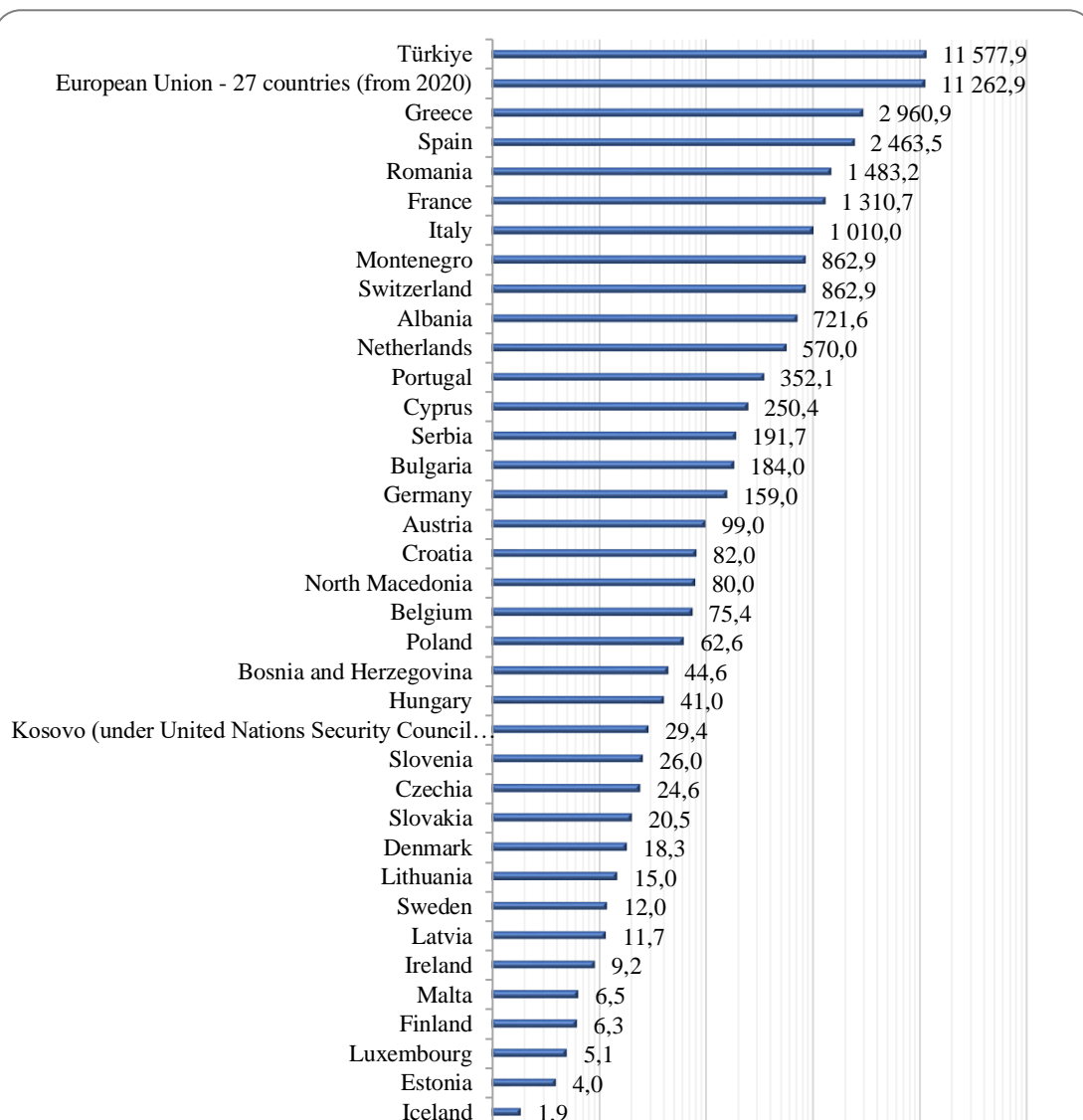
A kecsketej kiemelkedő fehérje, kalcium, magnézium, foszfor, vitamin és ásványi anyag forrás. A táplálkozási és élettani pozitívumai miatt, mind a kecsketejet, mind a belőle készült termékeket (sajt, joghurt) világszerte fogyasztják és termelik. [45]

A kecsketej a juh- és tevé tejekkel együttesen a világ tejtermelésének 4%-át teszi ki, míg a tehéntej 81%-ot. [46]

A kecsketermékek iránti növekvő kereslet miatt, a világon számos helyen a kormányok pénzügyi támogatásokat nyújtanak marginális gazdáknak és vállalkozásoknak, hogy ezzel ösztönözzék őket a kecsketartásra, illetve, hogy belépjenek a kecsketermékek piacára. [45]

Bizonyos térségek feltörekvő országainak, mint a Földközi-tenger, Közel-Kelet és Kelet-Európa a kecsketej fontos szerepet játszott a gazdaságához, ezek az országok szakosodtak sajtok és más kecsketejtermékek előállítására. A globális kecsketejtermékek piacán, a kecskesajtok 41,5%-ot tették ki a bevételnek 2021-ben. [45]

Az Európai Unió országai és még pár környező országok közül, az elmúlt években messze Törökországban a legmagasabb kecske számos állatállomány. A 2020-as évtől már az Európai Unió egészét (27 ország) is meghaladja Törökország, 12 millió közeli kecske fejszámmal (4.ábra). Az Unió 27 országának összes kecske száma, pedig csökkenő tendenciát mutat az elmúlt évek során, 2013 és 2022 között körülbelül 1,2 millióval csökkent az állatszám. Magyarországon 2013 és 2022 között 73 ezerről változott 41 ezerre a kecske darabszám. [47]



4. ábra- Kecse számosállat állomány az Európai Unióban és bizonyos más országokban, 2022-es adatok alapján. (logaritmikus skála) [47]



### **3. Anyag és módszer**

#### **3.1. Felhasznált anyagok és eszközök**

A kísérlethez 20 liter pasztörözött kecsketejet vásároltunk a Tebike Kft. családi vállalkozástól. A beérkezett tejnek 3-szor meglelt mérve a pH-ja, 100 ml-100 ml minta lett véve belőle a tej beltartalmának méréséhez és a toxikológiai vizsgálatokhoz (vak mintáknak és mátrix illesztett kalibrációhoz). Az alapanyagtej beltartalma a Milkotronic LactoScan MCCWS tejanalizátor mérése alapján: 2,86 % zsírt; 2,62% fehérjét; 3,96% tejcukrot és 10,04 % teljes szárazanyagot tartalmazott, pH szintje (3 értékből átlagolva) 6,87; sűrűsége pedig 1,024 g/ml volt.

Referencia anyagok, mint a kromatográfias analízishez belső standartként (ISTD) használt penicillin-V (penicillin-V-kálium só) és a penicillin-G a Sigma-Aldrich vállalattól lettek vásárolva.

Az analízishez használt HPLC kategóriájú víz és egyéb a kísérlethez használt szerek: dimetil-formamid, ammónia oldat, acetonitril és metanol a VWR International Ltd.-től lettek beszerezve. Sigma-Aldrich-től lett vásárolva a LC/MS-hez mobil fázisként használt hangyasav. A minta előkészítéshez használt nátrium-hidroxid a MERCK-től származik. A szintén minta előkészítéshez használt ecetsav a VWR International Ltd.-től lett vásárolva. Labex Ltd.-n keresztül lettek beszerezve a 0,22 µm Filter-Bio® fecskendő membránszűrők.

Az antibiotikumokhoz az oldhatósági jellemzőik alapján 1 mg/ml koncentrációjú szabványoldatok lettek készítve. Penicillin-G 1:9 arányú acetonitril/víz keverékben, míg a Penicillin-V (ISTD) 100%-os metanolban oldódott. A szabványoldatok egy hétig 5 °C-on lettek tárolva. A kísérletben használt Penicillin-G oldatból 1:9 arányú acetonitril/víz keverékkel hígítva el lettek készítve az oldat 1 000 000 ng/ml, 100 000 ng/ml, 10 000 ng/ml és 1000 ng/ml koncentrációi, hasonlóan hígítva pedig el lett készítve 1000 ng/ml penicillin-V belső standart is. Az oldatok, amivel dolgoztunk, napi rendszerességgel lettek elkészítve és 5 °C-on lettek tárolva.

#### **3.2. A tejminták mesterséges elszennyezése**

A tejminták 3 féle koncentrációban lettek szennyezve (spike), illetve egy adag tej nem lett szennyezve egyáltalán, amiből a kontroll sajt minta készült. Egy-egy tiszta, minimum 4 literes fazékba, be lett mérve 4-4 liter pasztörözött kecsketej mérőhenger pontossággal. A szennyezés koncentrációi a penicillin-G tejre való MRL szintje alapján

lettek meghatározva. A „Low” minta az MRL koncentráció felére, tehát 2 µg/kg-ra, a „Medium” minta az MRL szintre magára 4 µg/kg-re, míg a „High” minta az ötszörösére szóval 20 µg/kg koncentrációra lett elkészítve (a mintákra innentől ezekre a kifejezésekre hivatkozom) (lásd: 2.táblázat). Mindegyik mintába 100 000 ng/ml koncentrációjú, a szennyezettségi szintnek megfelelő térfogatú penicillin-G oldat került (lásd 2. táblázat). A szennyezés után az antibiotikum oldattal alaposan fel lett keverve a tej kanállal, majd 20 percig állva lett hagyva.

2. táblázat-Egyes tejminták penicillin-G szennyezése

	MRL	penicillin-G			
		koncentráció (µg/kg)	tömeg (µg)	tömeg (ng)	Hozzáadott 100 000 ng/ ml-es spike-oló oldat (µl)
low	0,5	2	8	8 000	80
medium	1	4	16	16 000	160
high	5	20	80	80 000	800

### 3.3. Sajtkészítés folyamata (friss gomolya sajt)

A szennyezés után, miután lejárt a 20 perc pihentetés, mind a négy sajttejből 2-2ml mintát vettünk ki toxikológiai vizsgálatokhoz (1. mintavétel). A sajttejeket folyamatos kevergetés mellett 30 °C-ra melegítettük indukciós főzőlapon. A hőmérsékletet maghőmérővel folyamatosan ellenőriztük. Amikor elérte a 30 °C-ot, a sajttejekhez hozzáadtunk 1-1 g kalcium-kloridot, és egy percig kevergettük. A 30 °C-os tejből kivettünk 100 ml-ket egy-egy főzőpohárba és feloldottuk bennük 4 liter tejhez elegendő Feta-Raclette-Cheddar sajt kultúrát (ami 0,216 g volt). A sajt kultúránk összetevői: inulin (növényi rost), laktóz (baktérium kötőanyag), *Streptococcus salivarius subspecies thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subspecies bulgaricus*, *Lactococcus lactis subspecies lactis*, *Lactococcus lactis subspecies cremoris*. A feloldott sajt kultúrákat visszaöntöttük a sajttejekbe, alaposan megkevertük a tejet, majd megmértük a pH-jukat. 15 perc kevergetés után hozzáadtunk a tejekhez 2-2 ml természetes oltó enzimet. 5 perc kevergetés után ismét pH-t mértünk, majd a kultúrázott és beoltott sajttejekből 2-2 ml mintát vettünk ki toxikológiai vizsgálatokhoz (2. mintavétel). A sajttejeket lefedtük fedővel, és 60

perc alvadási időt adtunk nekik egy 30 °C-os laborhelyiségben. Az egy órás alvadás után (5-6. ábra) megmértük az alvadékok pH-ját, az alvadékokból és a kivált savókból mintát vettünk



5. ábra-Kontroll sajttej alvadás után



6. ábra-High sajttej alvadás után

(3. mintavétel). A kivált savót leszedtük az alvadékról. A fazekakban lévő alvadékot először hosszában, majd keresztben felvágtuk késsel. Kevertünk rajtuk egyet, majd az



7. ábra-Low alvadék felvágás után



8. ábra-High alvadék felvágás után

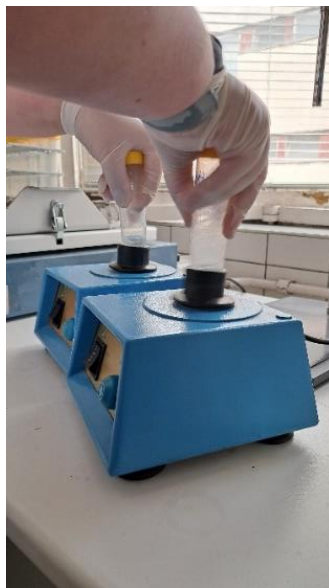
alvadékhasábokat addig vágtuk, amíg kb. 0,5 cm<sup>3</sup> rögök lettek az alvadékokból (7-8. ábra). A felvágott alvadékokat 5 percen át pihentettük. Pihentetés után, megmértük az alvadékok pH-ját, majd a 30 °C-os masszákat folyamatos kevergetés mellett utómelegítettük 37 °C-ra. A nyers alvadékokat egy szűrő segítségével szétválasztottuk a savótól, a nyers alvadékokat 3-3 100 g-os sajtfomába helyeztük, majd a nyers alvadékokból mintát vettünk (4.mintavétel) [a kontroll sajt esetében csak az egyik adagot használtuk fel a kutatáshoz]. A sajtfomákba pakolt alvadékok tömegét megmértük és a gyártmánylapra feljegyeztük az értékeket. A tömegmérés után az alvadékos sajtfomákat 1-1 tálkába helyeztük, rájuk raktunk 1-1 fém préselő lemezt, és így préseltük őket 30 percen keresztül. A 30 perc letelte után a kipréselődött sajtsavókból 2-2 ml mintát vettünk (5. mintavétel), a maradékot összeöntöttük az utómelegítés után kivált savókkal, megmértük a pH-jukat, majd a savó összmenyiséget megmértük [megmértük a tömegét és a térfogatát is, amikből kiszámoltuk a savó sűrűségét]. Mind a négy savóból 30-30 ml mintát vettünk szárazanyag-tartalom méréshez. A sajtok

tömegét egyesével megmértük, majd elcsomagoltuk őket dobozokban. A toxikológiai vizsgálat előtt mindegyik sajtnak megmértük a pH-jukat, és mind a 10 sajtból  $3 \times 10$  g mintát vettünk azok különböző pontjairól a mintaelőkészítéshez (analitikai sajtminák). A mintavételezés után megmaradt sajtokból végeztük el a sűrűség és szárazanyag-tartalom méréseket.

### 3.4. Mintaelőkészítés

#### 3.4.1. Folyékony minták előkészítése

Négy féle folyékony minta típus volt: a tej (1. mintavétel, kódja: T), a kultúra hozzáadásánál az alvadás előtti állapotból vett minta (2. mintavétel, kódja: AK), alvadás utáni termékből vett savó (3. mintavétel, kódja: S/AV) és a savó (5. mintavétel, kódja: S). Mindegyik típusnál volt kontroll csoport (kódjaik: KT, KAK, KS/AV, KS) amely minták egyáltalán nem voltak szennyezve penicillin-G-vel előzetesen, illetve alacsony, közepes és magas koncentrációban szennyezett tejből készített termékek (kódjaik: L/M/H-T, L/M/H-AK, L/M/H-S/AV, L/M/H-S), a három féle szennyezetséggű savó minta mindegyikéből további három párhuzamos minta lett véve (kódjaik: L/M/H-S-A/B/C) 500  $\mu$ l-es minta 50 ml-es centrifugacsőbe lett kimérve, hozzá lett adva 10  $\mu$ l penicillin-V-kálium oldat (50 000 ng/ml PEN\_V) belső standardként (ISTD), majd vortex-keverővel lett megkeverve (9. ábra). Ezután hozzá lett adva 4,5 ml acetonitril és újabb vortex-es keverés következett további 30 másodpercig.



9. ábra-A minta vortex-es keverése

Ezt követően a keverékek 8000 fordulat/perc sebességgel 8 °C-on 10 percig lettek centrifugálva. A keletkezett felülúszó kémcsőbe lett leszedve. Majd a bepárlás következett, a kémcsövek 70 percig 44 °C-on be lettek rakva a mintakoncentráló készülékbe. Majd a minták vissza lettek oldva 300 µl acetonnitrillel. Majd le lettek szűrve 0,22 µm-es fecskendőszűrővel szűkítő vialba. Ezután a kész minták LC-MS/MS analízisnek lettek alávéve.

### **3.4.2. Szilárd minták előkészítése**

Három féle szilárd mintánk volt: összeállt alvadék (3. mintavétel, kódja: AV), nyers alvadék a préselés előtt (4. mintavétel, kódja: RC) és a kész sajt (kódja: C). Ugyanúgy, mint a folyékony mintáknál szilárd mintáknál is volt mindegyik típusból Kontroll, Low, Medium és High. A szennyezett minták három párhuzamos mintára lettek szét szedve (kódjaik: A, B, C) a kész sajt mintákból pedig mindegyik szennyezettségen 3 darab sajt lett készítve, majd mindegyik sajtból további 3 darab minta lett véve (kódjaik: L/M/H-C-A/B/C-1/2/3), magyarul mindegyik szennyezettségi szinten lévő sajtból 9 mintánk volt.

10 g lágy sajt be lett mérve 250 ml-es főzőpohárba, majd hozzájuk lettek mérve 20 ml extrahálószer (EHS), ami 10% acetonnitril-t, 89,5% vizet és 0,5 % 5%-os ammónia:metanol oldatot tartalmazott. Villával alaposan össze lettek törve és hozzá lettek adva 200 µl ISTD (50 000 ng/ml PEN\_V), majd ezzel is el lettek oszlatva a minták. Ezután a minták 100 ml-es csavaros tetejű Erlenmeyer lombikba lettek áttéve, amibe az előzőleg használt főzőpoharokból a maradék minták még 5 ml EHS-el utána lettek öblítve. Majd a vízfürdős rázatás következett, a minták 130-140 1/min sebességgel 3 órán keresztül lettek ráztatva. Ezt követően a második extrahálás volt soron: a felülúszóból 500 µl lett átmérve 50 ml-es centrifugacsőbe, amihez hozzá lett adva 4,5 ml acetonnitril, majd az egész vortex-el lett keverve 30 másodpercig. Ezután a minták le lettek centrifugálva 8000 fordulat/perc sebességgel, 8 °C-on, 10 percen keresztül (11.ábra). A keletkezett felülúszók le lettek szedve kémcsövekbe, amelyek be lettek téve 70 percig, 44 °C-on a mintakoncentráló készülékbe (10.ábra). A minták vissza lettek oldva 300 µl acetonnitrillel és át lettek szűrve 0,22 µm-es fecskendőszűrővel, szűkítő vialba. Ezután a kész minták mindegyike az LC-MS/MS műszerbe került analízisre.



10. ábra-TurboVap LV mintakonzentráló készülék



11. ábra-Laboratóriumi Centrifuga, benne a centrifugacsövekkel

### 3.5. Műszeres mérések

#### 3.5.1. pH-mérés

A minták pH mérése a Thermo Scientific Orion Versa Star Pro típusú asztali pH mérővel történt (12. ábra). A műszer működése azon alapul, hogy a potenciálváltozást képes érzékelni, ami összefügg a kémhatás változással.



12. ábra-Thermo Scientific Orion Versa Star Pro asztali laboratóriumi pH mérő

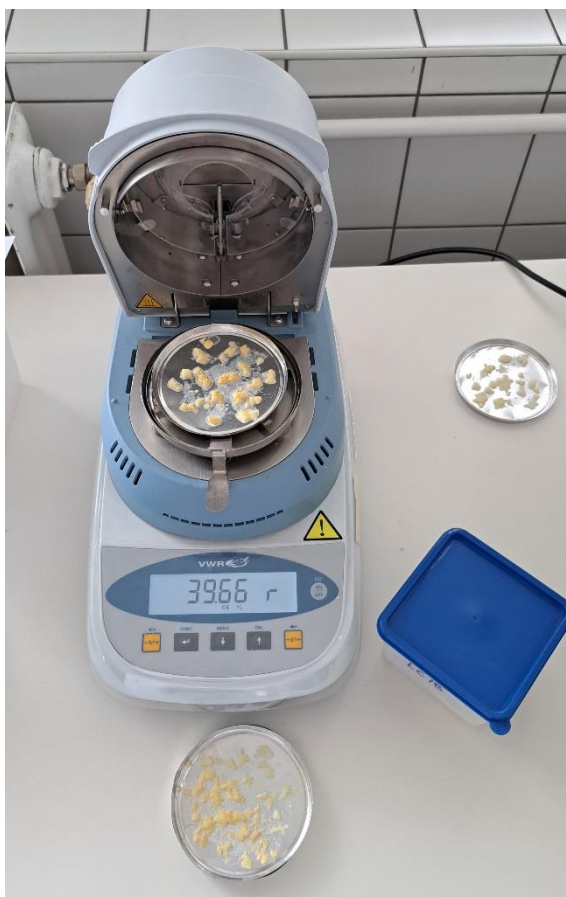
### 3.5.2. Sűrűség mérés

A sajtok sűrűségét tömeg és térfogatváltozás alapján számoltunk. Egy 100 ml-es mérőhengerbe 50 ml desztillált vizet töltöttünk. A vizes mérőhengert egy gyorsmérlegre tettük és letáraztuk. A mérőhengerbe addig pakoltunk bele sajt darabokat, amíg a sajtos víz szintje el nem érte a 60 ml-t. Ekkor leolvastuk a mérlegről a sajt tömegét, és megnéztük a térfogat változást is (esetünkben 10 ml körül kellett lennie). A tömeget elosztva a térfogat értékekkel megkaptuk a minták sűrűségét.

### 3.5.3. Szárazanyag-tartalom mérés

Szárazanyag mérés a VWR nedvességmérő műszerrel történt (13.ábra). A műszer tartalmaz tömegmérőt és halogénlámpás fűtőegységet. A gép a szárítási veszteség alapján képes meghatározni a nedvesség- és szárazanyagtartalmat.

Mérés kivitelezése a következő volt: alumínium tálkára tettünk nagyon apróra vágva 4,000g-4,100 g sajtot, az alumínium tálkát meg óvatosan a szárazanyag mérőbe tettük és elindítottuk a mérést.



*13. ábra-VWR nedvességmérő műszer; alumínium tálkával rajta az apróra vágott sajtminával*



### 3.5.4. LC-MS analízis

A minták antibiotikum tartalma egy Shimadzu LCMS-8030 Plus tömegspektrométerrel kapcsolt folyadékkromatográfia eszközön lett analízálva (14.ábra). A kromatográfias oszlop, ami az elválasztáshoz kellett egy Phenomenex Kinetex C18, 100 x 4,6 mm ID (2,6  $\mu\text{m}$  részecskeméretű) kolonna volt, 4 x 2 mm C18 védőkolonnával. A tömegspektrometriás meghatározás előtt gradiens elúció lett alkalmazva az antibiotikum elválasztáshoz. Az 'A' eluens 0,1% (v/v%) hangyasavat tartalmazó víz volt, míg a 'B' eluens 0,1% (v/v%) hangyasavat tartalmazó acetonitril volt. Az áramlási sebesség 0,6 ml/perc volt, egy kromatográfias mérés időtartama pedig 10 perc. Az eluens gradiens profilja (ahol a 't' idő percben értendő) a következők voltak: t0: B= 10%; t4,5: B=70%; t5,5: B=70%; t6,5: B=90%; t8: B=90%; t9: B=10%. A kolonnatér hőmérséklete 30 °C-on volt, míg a mintaadagoló hőmérséklete 10 °C-on. Az injektált térfogat 15  $\mu\text{l}$  volt. Shimadzu LabSolution szoftver lett használva a kalibrációs görbék egyenleteinek kiszámításához, amely szoftver a legkisebb négyzetek módszerével irányította az LC-MS/MS eszközt. Pozitív ionizációs polaritással lett használva az Electrospray (ESI) ionforrás, multiple reaction monitoring (MRM) módban. Az Electrospray paraméterei a következők voltak: interface feszültsége: 4,5 kV; interface hőmérséklet 350 °C; desolvation line hőmérséklete: 300 °C; heat block: 450 °C; detektor feszültség: 1,78 kV; porlasztó gáz (nitrogén) áramlása: 3 l/perc; szárító gáz (nitrogén) áramlása: 15 l/perc, ütközési gáz (argon) nyomása: 230 kPa.



14. ábra-Shimadzu LCMS-8030 Plus tömegspektrométerrel kapcsolt folyadékkromatográfia



## 4. Kutatási eredmények

### 4.1. Mérési eredmények

#### 4.1.1. Szárazanyag-tartalom értékek

Szárazanyag-tartalom mérve volt kontroll (KC), Low (LC), Medium (MC) és High (HC) sajtmintából, illetve Low, Medium és High savómintából. Az értékek nagyjából egy nagyságrendben mozogtak, míg savó szárazanyag-tartalom eredmények egy nagyságrenddel kisebbek voltak (3-4.táblázat).

3. táblázat-Sajt és savó minták százalékos szárazanyag-tartalom értékeik

sajt minta kódja	1. minta	2. minta	3. minta	átlag	szórás
KC	51,55	53,73	51,03	52,10	1,43
LC/A	38,86	46,50	42,07	42,48	3,84
LC/B	39,66	34,68	32,44	35,59	3,70
LC/C	37,85	34,32	33,24	35,14	2,41
MC/A	42,60	39,70	38,17	40,16	2,25
MC/B	43,98	41,06	41,59	42,21	1,56
MC/C	44,46	46,20	43,98	44,88	1,17
HC/A	44,54	42,29	45,10	43,98	1,49
HC/B	28,63	38,23	36,42	34,43	5,10
HC/C	27,66	35,12	32,01	31,60	3,75
LOW savó	6,41	6,57	6,49	6,49	0,08
MED savó	6,64	6,60	6,56	6,60	0,04
HIGH savó	6,04	5,91	5,99	5,98	0,07

4. táblázat-Sajtminták szennyezettségi szint szerinti szárazanyag-tartalom százalék átlagai, szórással kiegészítve

	átlag
<b>Kontroll sajt</b>	52,10±1,43
<b>Alacsony szennyezettségű sajt</b>	37,74±4,61
<b>Közepes szennyezettségű sajt</b>	42,42±2,53
<b>Magas szennyezettségű sajt</b>	36,67±6,49

#### 4.1.2. Sajtminták sűrűség értékeik

A sajt minták sűrűségét a fent leírtak alapján számoltuk térfogatból és tömegből. Az eredmények, illetve az abból számított átlag értékek az 5-6. táblázatban láthatóak. Az eredmények kifejezetten hasonló, összetartó értékeket mutatnak.

5. táblázat-Sajtminták sűrűség értékeik

$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )					
sajt minta kódja	1. minta	2. minta	3. minta	átlag	Szórás
KC	0,995	1,080	1,060	1,045	0,04
LC/A	0,974	1,022	0,986	0,994	0,02
LC/B	1,040	1,046	1,006	1,031	0,02
LC/C	1,035	1,046	1,006	1,029	0,02
MC/A	1,027	0,956	1,054	1,012	0,05
MC/B	0,988	1,073	0,994	1,018	0,05
MC/C	1,039	0,992	0,984	1,005	0,03
HC/A	0,930	1,055	1,059	1,015	0,07
HC/B	0,946	1,003	1,012	0,987	0,04
HC/C	1,037	0,958	0,996	0,997	0,04

6. táblázat-Sajtminták szennyezettségi szint szerinti sűrűség átlagaik (g/cm<sup>3</sup>), szórással kiegészítve

átlag	
Kontroll sajt	1,05±0,04
Alacsony szennyezettségű sajt	1,02±0,03
Közepes szennyezettségű sajt	1,01±0,04
Magas szennyezettségű sajt	1,00±0,05

#### 4.1.3. Sajtminták pH értékei

A különböző szennyezettségi szintű sajt minták pH értékei, a sűrűséghez hasonlóan összetartó eredményeket mutatnak. Az eredmények többnyire 5,20 és 5,99 között, azaz az enyhén savas kémhatású intervallumban mozogtak. (7-8.táblázat).

7. táblázat-Sajtminták pH értékeik

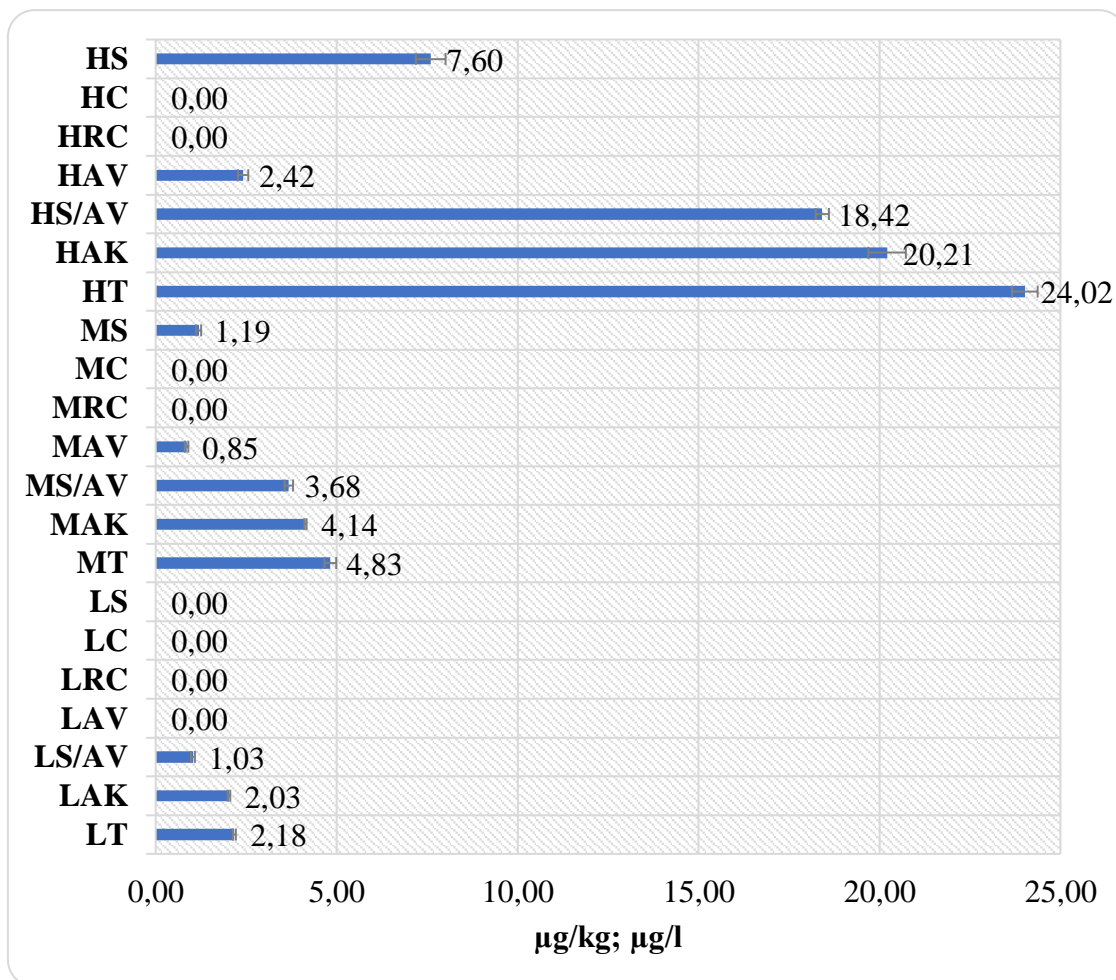
sajt minta kódja	1. minta	2. minta	3. minta	átlag	Szórás
KC	5,20	5,34	5,24	5,26	0,07
LC/A	5,92	5,95	5,97	5,95	0,03
LC/B	5,99	5,83	5,85	5,89	0,09
LC/C	5,18	5,22	5,18	5,19	0,02
MC/A	5,38	5,35	5,44	5,39	0,05
MC/B	5,94	5,84	5,77	5,85	0,09
MC/C	5,74	5,51	5,50	5,58	0,14
HC/A	5,41	5,69	5,42	5,51	0,16
HC/B	5,47	5,51	5,42	5,47	0,05
HC/C	5,95	5,71	5,66	5,77	0,16

8. táblázat-Sajtminták szennyezettségi szint szerinti pH értékeik, szórással kiegészítve

	átlag
<b>Kontroll sajt</b>	5,26±1,37
<b>Alacsony szennyezettségű sajt</b>	5,68±6,45
<b>Közepes szennyezettségű sajt</b>	5,61±3,38
<b>Magas szennyezettségű sajt</b>	5,58±3,29

#### 4.1.4. Penicillin-G koncentrációk

A LC-MS analízis alapján mért elszennyezett alapanyagtej (T), alvadás előtti tej (AK), alvadás után kivált savó (S/AV), összeállt alvadék (AV), nyers alvadék (RC), kész sajt (C) és -savó (S) minták összesített penicillin-G koncentrációk a 15. ábrán láthatók. A mérési módszer detektálási határja 0,15 µg/kg volt, ahol 0,00 µg/kg (µg/l) érték van feltüntetve, ott nem érte el a koncentráció a detektálási határt. Ez alapján látszik, hogy sajtok esetében nem volt detektálható a penicillin-G koncentráció, míg savónál Medium és High minták esetében mértünk vissza antibiotikumot.



15. ábra-Penicillin-G koncentráció értékek szennyezett tej, savó és sajtmintákban

9. táblázat-A kódokhoz tartozó minták kiírva

Kód	Minta
HS	Magas szennyezettségű savó
HC	Magas szennyezettségű sajt
HRC	Magas szennyezettségű, a nyers alvadékból vett minta
HAV	Magas szennyezettségű, az összeállt alvadékból vett minta
HS/AV	Magas szennyezettségű, alvadás után kivált savóból vett minta
HAK	Magas szennyezettségű, az alvadás kezdete előtt vett minta
HT	Magas szennyezettségű tej
MS	Közepes szennyezettségű savó
MC	Közepes szennyezettségű sajt
MRC	Közepes szennyezettségű, a nyers alvadékból vett minta
MAV	Közepes szennyezettségű, az összeállt alvadékból vett minta
MS/AV	Közepes szennyezettségű, az alvadás után kivált savóból vett minta
MAK	Közepes szennyezettségű, alvadás előtt vett minta
MT	Közepes szennyezettségű tej
LS	Alacsony szennyezettségű savó
LC	Alacsony szennyezettségű sajt
LRC	Alacsony szennyezettségű, a nyers alvadékból vett minta
LAV	Alacsony szennyezettségű, az összeállt alvadékból vett minta
LS/AV	Alacsony szennyezettségű, alvadás után kivált savóból vett minta
LAK	Alacsony szennyezettségű, az alvadás előtt vett minta
LT	Alacsony szennyezettségű tej

## **4.2. Adatok értékelése**

### **4.2.1. Szárazanyag-tartalom**

Az eredmények alapján a kontroll sajt szárazanyag-tartalma szignifikánsan ( $p > 0,05$ ) magasabb volt a szennyezett sajtok szárazanyag tartalmához képest. Szennyezettségi szintek szárazanyag-tartalmát egymáshoz összehasonlítva az látszik, hogy a High és Low értékek között nincsen szignifikáns különbség ( $p = 0,6930$ ), míg a Medium sajtok szárazanyag-tartalom értékei szignifikánsan magasabb ( $p > 0,05$ ) volt a High, és a Low értékhez képest (3-4.táblázat). Az azonos szennyezettségi szintű sajtokból párhuzamosan vett minták között is találtunk szignifikáns különbséget a szárazanyag-tartalomra nézve a Medium és High értékek esetében. Savó esetében a Low és Medium savó minta között nem volt statisztikai különbség, viszont a High szárazanyag érték szignifikánsan alacsonyabb ( $p < 0,05$ ) volt, mint a másik két szennyezettségi szintű mintánál (4.táblázat)

### **4.2.2. Sűrűség**

Ugyan a szennyezett sajtok sűrűség értékeinek átlagai számértékben csökkenő tendenciát mutatnak a szennyezettség mértékének növelésével (6. táblázat), de statisztikailag nincsen az értékek között szignifikáns különbség és így majd következtetéseket sem lehet levonni ilyen téren.

### **4.2.3. pH**

A sajtminták pH értékeit megnézve látszik, hogy szignifikánsan magasabbak ( $p > 0,05$ ) a szennyezett sajtok pH értékei, mint a kontroll sajtmintáké (7-8.táblázat). A különböző szennyezettség szintű sajtminták nem különböztek egymástól szignifikánsan. Hasonlóan a szárazanyag-tartalom értékekhez, azonos penicillin-G koncentráció szennyezettségű szinten lévő sajtokból vett párhuzamos minták között is fellelhető szignifikáns különbség, pH értékek esetében a Low és Medium párhuzamos sajtminták között.

### **4.2.4. Penicillin-G koncentráció**

A kontroll mintákban nem mértünk vissza a detektálási határon felül antibiotikum koncentrációt, ami viszont érdekes, hogy se Low, se Medium, de még High sajtmintákból sem észleltünk penicillin-G koncentrációt (15. ábra). Mind a három szennyezettségi szintnél elmondható, hogy az alvadás előtt vett mintához (AK) képest az alvadás követően az összeállt alvadékból vett mintában (AV) vagy nem mértünk vissza egyáltalán penicillin-G

maradványt vagy jelentős csökkenést észleltünk. Nyers alvadékból vett mintákban (RC), pedig egyáltalán nem detektáltunk penicillin-G-t. Szennyezett savó esetében Low kivételével a Medium és High savó mintákban is észleltünk antibiotikumot, High esetében ez magasabb volt (7,60  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) mint az penicillin-G tejszínre való MRL szintje.

A penicillin-G koncentrációval nem találtunk statisztikai korrelációt a sűrűség és szárazanyag-tartalom tekintetében, pH esetén is csak gyenge 0,6 közeli korreláció volt. A magasabb szennyezettségi szint valamivel magasabb pH értékeket eredményezett. Nyilván alapvető korreláció mint, hogy magasabban elszennyezett mintákban magasabb antibiotikum koncentrációt tudunk visszamérni észlelhető volt.

## 5. Következtetések, javaslatok

Véleményem szerint az egyik legfontosabb eredmény, amit le lehet vonni a kísérletből, hogy egyik koncentráción szennyezett tejből elkészített sajtból, sem lehetett kimutatni a detektálási határon felül penicillin-G koncentrációt. Ennek indoka valószínűleg arra vezethető vissza, hogy a penicillin-G egy bomlékony vegyület, érzékeny többek között a savas pH szintre, így a savas alvasztás során, mikor a tejsavbaktériumok által termelt sav következtében alvadás ment végbe, lecsökkent az antibiotikum koncentrációja. A 15. ábrán meg is jelenik, hogy alvadás előtt és után vett minta között jelentős antibiotikum koncentráció csökkenés vagy a koncentráció detektálási határ alá esés következett be.

Érdekes összevetni eredményeinket egy 2021-ben hasonlóan elvégzett kísérlettel [48]. Lányi et al. cikkében szintén néztek, ugyanennyi koncentrációban elszennyezett tejből penicillin-G maradványokat a sajtból LC-MS analízissel, annyi különbséggel, hogy ott kecsketej helyett tehéntejet használtak fel, és figyelték hőkezelés hatását is. Bár a 2021-es folyóiratcikkben is rendkívül megfigyelt a penicillin-G koncentrációja a sajt készítés során, de mégis lehetett detektálni antibiotikum koncentrációt a nem hőkezelt tejből készült sajtokból (nyilván a hőkezelésre is érzékeny a penicillin-G, de a mi esetünkben úgy gondolom, hogy ez nem releváns hisz pasztörözés után került elszennyezésre a tej). Ez alapján talán kijelenthető, hogy a kecskesajt kevésbé tűnik veszélyes élelmiszernek a tehénsajthoz képest, sajt készítés során maradvány penicillin-G szempontjából.

Szintén fontos lehet, hogy a Medium és High tejből készített savóból viszont vissza mértünk viszonylag magas High esetében az MRL szint feletti penicillin-G koncentrációt. Ami fontos, lehet élelmiszerbiztonsági szempontból, ha savót felhasználnak további termék elkészítéséhez.

A sajt fizikai paraméterei a pH szintet leszámítva nem korreláltak a penicillin-G koncentrációval. A sajt a kontrollhoz képest sűrűségében nem, csak pH és szárazanyag-tartalomban változott. A pH kevésbé savas irányba való elmozdulásának, talán ahhoz van köze, hogy a penicillin-G bomlása közben több hidrogén-iont használt el, ami a pH növekedését eredményezte. Itt is érdekes lehet összevetni Lányi et al. tehénsajtos kísérlet eredményeivel a kecskesajttal. Ott ugyanis nem volt a penicillin-G koncentráció statisztikai korrelációval a pH-val, viszont a szárazanyag-tartalom a koncentráció növekedéssel nőtt.

Bár a sajtokban nem találtunk antibiotikum maradványt és fizikai tulajdonságai sem változtak meg jelentősen, de savóban, aminek talán kisebb jelentősége van lehetett észlelni, így változatlanul fontosnak tartom, hogy a tejjáparban dolgozóknak fontos betartani, hogy

maradékanyag mentes tejből készítsenek termékeket a fogyasztókra lehetséges veszélyek és esetlegesen kialakuló antibiotikum rezisztencia miatt. Valamint érdekes lehet még akár más típusú antibiotikummal elszennyezett tejből készült kecskesajtot vizsgálni, hisz láthatóan más eredmények születnek, mint tehéntej esetében.



## 6. Összefoglalás

Kutatásom célja, az volt, hogy megfigyeljem a penicillin-G antibiotikummaradvány mennyiségét a kész kecskesajtban, savóban és tejben, illetve, hogy az antibiotikum jelenléte, hogyan hatott a kész sajt fizikai tulajdonságaira, milyen hatással volt a termékre a sajt készítés során, mennyiben gátolta a sajtgyártáshoz szükséges sajt kultúra működését.

A kísérlet során elszennyeztünk a penicillin-G tejjel meghatározott MRL szintjei alapján már pasztörözött kecsketejet 2 µg/kg, 4 µg/kg és 20 µg/kg koncentrációra (Low-Medium-High), illetve kontroll tejjel is dolgoztunk, melyet nem szennyeztünk meg. A tejből friss lágy sajtot gyártottunk, mely gyártás különböző lépéseinél mintát vettünk a savóból, illetve az alvadékból is. A minta előkészítés követően a mintákat pH, sűrűség, szárazanyag-tartalom mérés és a Shimadzu LCMS-8030 Plus tömegspektrométerrel kapcsolt folyadékkromatográfiás penicillin-G koncentráció analízisnek vetettük alá.

Az eredmények alapján a sajtban nem találtunk a detektálási határon felül antibiotikum koncentrációt. A fizikai tulajdonságaiban is csak a pH szint növekedésével találtunk korrelációt az antibiotikum koncentráció változásával. A penicillin-G egy bomlékony sav érzékeny antibiotikum, aminek köze lehet ahhoz, hogy a sajtban már nem észleltük jelenlétét, illetve, hogy a pH kevésbé lett savas hatására. Savóban viszont vissza tudunk mérni viszonylag nagyobb koncentrációkat is, High savó minta esetében az MRL szint feletti értéket (7,60 µg/kg). Az eredmények eltértek összevetve hasonló tehéntejjel végzett kísérlettel, ahol ugyanis detektálható volt penicillin-G a kész tehénsajtokban, illetve a szárazanyag-tartalom változás volt korrelációban az antibiotikum koncentrációval.

A maradékanyag mentes kecsketej felhasználás fontos lehet az élelmiszer biztonság szempontjából, még így is, hogy sajtban nem csak savóban detektáltunk antibiotikum maradványt. Látva mennyire eltérhetnek a szennyezett kecsketej eredményei tehéntejhez képest, érdemes lehet további vizsgálatokat végezni akár más antibiotikum hatóanyagokkal.

## 7. Irodalomjegyzék

1. Nomura K, Yonezawa T, Mano S, Kawakami S, Shedlock AM, Hasegawa M, Amano T (2013) Domestication Process of the Goat Revealed by an Analysis of the Nearly Complete Mitochondrial Protein-Encoding Genes. *PLOS ONE* 8:e67775. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0067775>
2. Csapó Z, Riskó TC (2019) Kecsketartás, kecsketejtermelés, kecsketejtermékek jelentősége, fogyasztása regionális kitekintéssel. *Régió kutatás Szemle* 4:97–109. <https://doi.org/10.30716/RSZ/2019/1/9>
3. Solaiman SG (2010) 2 Goat Breeds. In: *Goat Science and Production*. John Wiley & Sons, pp 21–37
4. Aziz MA (2010) Present status of the world goat populations and their productivity. *World* 861:1
5. Solaiman SG (2010) 8 Digestive Physiology and Nutrient Metabolism. In: *Goat Science and Production*. John Wiley & Sons, pp 157–178
6. Solaiman SG (2010) 10 Feeds and Feeding Management. In: *Goat Science and Production*. John Wiley & Sons, pp 193–215
7. Solaiman SG (2010) 9 Ingestive Behavior, Diet Selection, and Feed Intake. In: *Goat Science and Production*. John Wiley & Sons, pp 179–192
8. Lebbie SHB (2004) Goats under household conditions. *Small Ruminant Research* 51:131–136. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.08.015>
9. Bhattarai RR (2012) Importance of Goat Milk. *Journal of Food Science and Technology Nepal* 7:107–111. <https://doi.org/10.3126/jfstn.v7i0.11209>
10. Fatet A, Pellicer-Rubio M-T, Leboeuf B (2011) Reproductive cycle of goats. *Animal Reproduction Science* 124:211–219. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.08.029>
11. Shelton M (1978) Reproduction and Breeding of Goats. *Journal of Dairy Science* 61:994–1010. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(78\)83680-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(78)83680-7)
12. Solaiman SG (2010) 16 Environmental Enhancement. In: *Goat Science and Production*. John Wiley & Sons, pp 313–321
13. Solaiman SG (2010) 11 Health Management, Diseases, and Parasites. In: *Goat Science and Production*. John Wiley & Sons, pp 217–240

14. Mishra AK, Sharma N, Singh DD, Gururaj K, Abhishek, Kumar V, Sharma DK (2018) Prevalence and bacterial etiology of subclinical mastitis in goats reared in organized farms. *Vet World* 11:20–24. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2018.20-24>
15. Danmallam FA, Pimenov NV (2019) Study on prevalence, clinical presentation, and associated bacterial pathogens of goat mastitis in Bauchi, Plateau, and Edo states, Nigeria. *Vet World* 12:638–645. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.638-645>
16. Menzies PI, Ramanoon SZ (2001) Mastitis of Sheep and Goats. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 17:333–358. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30032-3](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30032-3)
17. Olechnowicz JAN, Jaśkowski JM (2014) Mastitis in small ruminants. *Med Weter* 70:67–72
18. Contreras A, Sierra D, Sánchez A, Corrales JC, Marco JC, Paape MJ, Gonzalo C (2007) Mastitis in small ruminants. *Small Ruminant Research* 68:145–153. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.011>
19. Kar K Tőgyapatogén baktériumfajok előfordu-lásának hatása a kecsketej szomatikus sejtszámára. *MAGYAR ÁLLATORVOSOK LAPJA* 541
20. Mavrogianni VS, Menzies PI, Fragkou IA, Fthenakis GC (2011) Principles of Mastitis Treatment in Sheep and Goats. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice* 27:115–120. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.10.010>
21. McDougall S, Supré K, De Vlieghe S, Haesebrouck F, Hussein H, Clausen L, Prosser C (2010) Diagnosis and treatment of subclinical mastitis in early lactation in dairy goats. *Journal of Dairy Science* 93:4710–4721. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3324>
22. European Medicines Agency, Veterinary Medicines and Inspections, European Medicines Agency (2008) Penicillins Summary Report
23. PubChem Penicillin G. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5904>. Accessed 11 Oct 2023
24. Okoko IM, Maina N, Kiboi D, Kagira J (2020)  $\beta$ -lactam resistance in bacteria associated with subclinical mastitis in goats in Thika Subcounty, Kenya. *Vet World* 13:1448–1456. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.1448-1456>
25. Georgopapadakou NH (1993) Penicillin-binding proteins and bacterial resistance to beta-lactams. *Antimicrobial agents and chemotherapy* 37:2045–2053
26. Beck KM, Waisglass SE, Dick HLN, Weese JS (2012) Prevalence of meticillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius* (MRSP) from skin and carriage sites of dogs after treatment of their meticillin-resistant or meticillin-sensitive staphylococcal

pyoderma. *Veterinary Dermatology* 23:369-e67. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.2012.01035.x>

27. NÉBIH Magyarországon engedélyezett állatgyógyászati készítmények
28. Gábor K, Tibor S Az állatgyógyászati oltóanyagkincs változása Magyarországon. *MAGYAR ÁLLATORVOSOK LAPJA* 419
29. AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS (2022) 2019/6 RENDELETE
30. Turkmen N (2017) Chapter 35 - The Nutritional Value and Health Benefits of Goat Milk Components. In: Watson RR, Collier RJ, Preedy VR (eds) *Nutrients in Dairy and their Implications on Health and Disease*. Academic Press, pp 441–449
31. Csanádi J, Jate J, Felsőoktatási S, Szegedi S, Főiskolai É, Bevezetés K (2021) A TEHÉN-, JUH-, KECSKETEJ ALKOTÓRÉSZEINEK ÖSSZEHASONLÍTÓ TÁPLÁLKOZÁSÉLETTANI MEGÍTÉLÉSE. *59:23–27*
32. Solaiman SG (2010) 14 Milk Production. In: *Goat Science and Production*. John Wiley & Sons, pp 296–313
33. Park YW (2017) Goat Milk – Chemistry and Nutrition. In: *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*. John Wiley & Sons, Ltd, pp 42–83
34. Park YW (1994) Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk. *Small Ruminant Research* 14:151–159. [https://doi.org/10.1016/0921-4488\(94\)90105-8](https://doi.org/10.1016/0921-4488(94)90105-8)
35. Haenlein GFW (2004) Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research* 51:155–163. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.08.010>
36. Turck D (2013) Cow's milk and goat's milk. *World Rev Nutr Diet* 108:56–62. <https://doi.org/10.1159/000351485>
37. Eller K, Henkes E, Rossbacher R, Höke H (2000) Amines, Aliphatic. In: *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. John Wiley & Sons, Ltd
38. Giorgio D, Di Trana A, Claps S (2018) Oligosaccharides, polyamines and sphingolipids in ruminant milk. *Small Ruminant Research* 160:23–30. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.01.006>
39. Płoszaj T, Ryniewicz Z, Motyl T (1997) Polyamines in Goat's Colostrum and Milk. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology* 118:45–52. [https://doi.org/10.1016/S0305-0491\(97\)00018-7](https://doi.org/10.1016/S0305-0491(97)00018-7)
40. Zenebe T, Ahmed N, Kabeta T, Kebede G (2014) Review on Medicinal and Nutritional Values of Goat Milk. 3:
41. Pajor F, Galló O, Láczó E, Póti P (2009) Hazánkban elterjedt kecske és szarvasmarha fajták tejének ásványi anyag és zsírsav-összetétele. *AAK* 13:57–66

42. Csapó J, Csapó J, Pohn G, Csanádi J (2004) A tej konjugált linolsav-tartalmának meghatározása
43. Koba K, Yanagita T (2014) Health benefits of conjugated linoleic acid (CLA). *Obesity Research & Clinical Practice* 8:e525–e532. <https://doi.org/10.1016/j.orcp.2013.10.001>
44. Chauhan S, Powar P, Mehra R (2021) A review on nutritional advantages and nutraceutical properties of cow and goat milk. *International Journal of Applied Research* 7:101–105
45. CONSULTING SM (2022) Boom in the Demand for Goat Milk Products. The Industry is Expected to Grow 8% YOY. - Arizton. In: GlobeNewswire News Room. <https://www.globenewswire.com/news-release/2022/03/02/2395691/0/en/Boom-in-the-Demand-for-Goat-Milk-Products-The-Industry-is-Expected-to-Grow-8-YOY-Arizton.html>. Accessed 17 Oct 2023
46. Oecd FAO (2022) OECD-FAO agricultural outlook 2022-2031
47. Statistics | Eurostat. [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/apro\\_mt\\_lsgoat/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/apro_mt_lsgoat/default/table?lang=en). Accessed 17 Oct 2023
48. Lányi K, Darnay L, László N, Lehel J, Friedrich L, Győri R, Laczay P (2022) Transfer of certain beta-lactam antibiotics from cow's milk to fresh cheese and whey. *Food Additives & Contaminants: Part A* 39:52–60. <https://doi.org/10.1080/19440049.2021.1973114>

## **8. Köszönetnyilvánítás**

Először is szeretném megköszönni témavezetőmnek Dr. Lányi Katalinnak azt a rengeteg munkáját és segítőkész hozzáállását, amivel kutatásomat és szakdolgozat írásomat támogatta. Továbbá Lucsányi Georgina Rebeka és Dr. Darnay Livia idejét és segítségét, a kísérletezés és sajtókészítés során.

Végül szeretném megköszönni a családomnak, különösen a szüleimnek, akik nélkül nem tudtam volna ezt az egyetemet elvégezni és ezt a szakdolgozatot se elkészíteni.