

DOKTORI (PHD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**SZELÉNNEL DÚSÍTOTT TEJ ÉS TEJTERMÉKEK
ELŐÁLLÍTÁSA**

DR. JUHÁSZNÉ TÓTH RÉKA

doktorjelölt

Témavezető: PROF. DR. CSAPÓ JÁNOS, DSC

professor emeritus, az MTA doktora



DEBRECENI EGYETEM

ÁLLATTENYÉSZTÉSI TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

DEBRECEN

2024

1. A doktori értekezés előzményei és célkitűzései

A szelén az életműködéshez elengedhetetlen, esszenciális elem. Az első emberi szervezetben felfedezett szeléntartalmú enzim (LOCHÉ és mtsai, 1973) óta tudjuk, hogy antioxidáns hatását a szeléntartalmú enzimeken keresztül fejti ki így védve a szervezetet néhány vírus ellen (PECORARO és mtsai, 2022), valamint a gyulladással járó folyamatok és a káros szabad gyökök képződésével szemben (STEINBRENNER és SIES, 2009). Szerepe elengedhetetlen a gyulladáscsökkentő folyamatok, a normális hormonrendszer működésének szabályozásában (KARAG és mtsai, 1998). A teljesség igénye nélkül elmondható, hogy csökkenti a kockázatát a kardiovaszkuláris betegségek, a reumás eredetű ízületi megbetegedések, a zsírmáj, valamint a policisztás ovárium szindrómával (PCOS) összefüggő inzulinrezisztencia és diszlipidémia kialakulásának (HAJIZADEH-SHARAFABAD és mtsai, 2019; KANAFCHIAN és mtsai, 2018; SHIDFAR és mtsai 2018; WEEKS és mtsai 2012). Bár a szelén pozitív élettani hatása vitathatlannak tűnik, STRANGES és mtsai, 2007 tanulmányukban arra hívják fel a figyelmet, hogy hosszú távú alkalmazása 200 µg/nap mennyiségben elősegítheti a 2-es típusú diabétesz kialakulását, de STEINBRENNER és munkatársai (STEINBRENNER és mtsai 2022) legújabb tanulmányukban rámutattak arra, hogy a mérhető szeléntartalmú markerek nem az kiváltó oka, hanem a következménye a diabétesznek. DIAS és munkatársai (DIAS és mtsai, 2021) pedig megerősítették, hogy a szelénbevitel nincs hatással a 2. típusú cukorbetegség kialakulására.

A humán szervezetben a szelén 10-15 mg mennyiségben található meg: főként a hasnyálmirigyben, a lépben, a májban és a vesékben halmozódik fel. A napi ajánlott bevitel 14 évnél idősebb gyermekek és felnőttek számára 55 µg/nap, míg terhes és szoptató kismamáknak 60-70 µg/nap (INSTITUTE OF MEDICINE, 2000; NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH, 2021). Egy, a FAO, az IAEA és a WHO által felállított bizottság jelentése szerint a napi maximálisan tolerálható határérték (UL) 400 µg Se, mely felett már a szelenózis tüneteivel kell számolni (WHO, 1996). A rövid távú magas szelénbevitel tünetei a fokhagymaszagú vagy fémes szájíz, a hajhullás, a körmök elvesztése, míg krónikus szelénmérgezőskor émelygés, hányás, hasmenés, bőrkiütések, fogak elszíneződése, fáradtság és idegrendszeri eltérések is jelentkezhetnek (NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH, 2021). Ez az UL érték azonban hazánkban csupán ételmiszerrel nem bevihető a szervezetbe.

Eddigi kutatások kimutatták, hogy a szelén felszívódása az emésztőrendszerből korlátozott, a nagy része kiürül a vizelettel, hasznosulása így csekély mértékű (BENDHAL és GAMMELGAARD, 2004). A hiányos szelénellátottságú területeken, így Magyarországon is szelénpótlásra van szükség. Ezt célszerű olyan szerves szelénformák alkalmazásával végezni, mint a szeleno-metionin és a szeleno-cisztein. A lakosságnak két lehetősége van: étrendkiegészítők alkalmazásával vagy megnövelt szeléntartalmú élelmiszerek fogyasztásával pótolni a hiányt.

Az élelmiszerek változó mennyiségben tartalmaznak szelént. A legmagasabb szeléntartalommal a brazildió (*Bertholletia excelsa*) rendelkezik, mely darabonként 70-90 µg-ot jelent (CHANG, 1995). A szelénben leggazdagabb ételeink a tenger gyümölcsei, a halak, az állati belsőségek, a húsok és hústermékek és a tejtermékek (NAVARRO-ALARCON és CABRERA-VIQUE, 2008).

Étrendkiegészítők az 1980-as évektől állnak a lakosság rendelkezésére, melyek segítségével tablettákkal és kapszulákkal pótolhatók a vitaminok és ásványi-anyagok. Az ily módon kereskedelmi forgalomban kapható szelénkészítmények szerves szelenitet, szelenátot, valamint a szerves – élesztőhöz kötött – szeleno-metionint tartalmaznak (Horacek és mtsai, 2006). Sokak véleménye szerint optimális, ha a szelén pótlása élelmiszerekkel történik, mert a szerves szelénformák, szeleno-aminosavak felszívódása jobb, mint a szervesleneké (SURAI, 2000).

Az éves tejfogyasztás az utóbbi években enyhén növekvő tendenciát mutat; a KSH Tejmérlege szerint ez 2019-ben 206,4 liter volt (KSH, 2021). A tej önmagában a napi szelénbevitelünk 6-10 %-át adja, így az egyik alapvető beviteli forrásnak számít (CSAPÓ és CSAPÓNÉ, 2002). A tejelő tehének takarmányához adagolt szelén lehetőséget ad a tej szelénnel történő dúsítására. A kiegészítés történhet nátrium-szelenittel, szeleno-ciszteinnel, szeleno-metioninnal vagy éppen szelénnel dúsított élesztővel. Az állatok takarmányozásánál is érdemes a szerves formákat előnyben részesíteni, mert a szerves szelénformák toxicitása nagyobb, valamint mert a bendő- és bélgázokkal, a vizelettel és bélsárral egy részük kiürül (BOKORI és mtsai, 2003).

Mi az állatok takarmányát szerves szelénnel dúsított premixszel egészítettük ki, és így megnövelt szeléntartalmú tejet, abból pedig magas szeléntartalmú tejtermékeket szeretnénk előállítani. Munkánk mind állattudományi, mind élelmiszer-tudományi vonatkozásban jelentős lehet, hiszen a tej és a tejtermékek, mivel naponta fogyasztjuk őket, alapvető szelénforrásnak számítanak, és az optimális táplálkozás alig képzelhető el

nélkülük. Fontos lehet gazdasági szempontból is: a kutatási eredmények egy új funkcionális termékcsalád kidolgozását támogathatják.

2. Anyag és módszer

2.1. Előkísérlet

Az előkísérlet elvégzését azért tartottuk fontosnak, mert szeretnénk tudni, hogy a szerves szelént tartalmazó Selplex-2300 alkalmas-e a tehenek tejének szeléntartalommal történő dúsítására oly módon, hogy azt premixként adagoljuk az alaptakarmány mellé.

A kísérletbe három Szimentáli jellegű szarvasmarhát vontunk be, melyeket háztáji körülmények között, kötött tartásban neveltek. A kísérlet során mértük a takarmány Se-tartalmát (0,43 mg/kg), majd további szelénkiegészítést végeztünk az szelén-élesztővel (Alltech Kft. - Selplex-2300). Két héten keresztül 1 mg/tehen/nap, majd további két hétig 2 mg/tehen/nap mennyiségben adagoltunk hozzá megemelt szelén-tartalmú élesztőt.

2.2. Főkísérlet

Az etetési kísérletünket két Hajdú-Bihar vármegyei tejelő tehenészetben állítottuk be hat-hat holstein-fríz szarvasmarha bevonásával. A tehenek kiválasztása úgy történt, hogy tejtermelésük az állomány átlagát képviselje, ezért nem kerestünk kiugróan magas vagy alacsony teljesítményű egyedeket. Az állatok ellése 2018. október végén volt kilenc napon belül, így azonos laktációs periódusban jártak, a korukat a kísérlet kezdetekor az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat: A kísérletben részt vevő egyedek

Telep	Bödönháti telep						Hajdúböszörményi telep					
Egyed	2618	4372	4730	4784	4828	5396	5850	6075	6438	6722	6781	7197
Életkor (év)	7	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3
Ellések (db)	5	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2

Az állatok az „elletőben” kerültek elkülönítésre a kísérlet időtartamára, mely 2018. október 29.-től 2019. április 08.-ig tartott.

Az etetési kísérlethez premixet állítottunk elő, mely kukoricadarát (Nagyhegyesi Takarmány Kft.) és szelenizált élesztőt (SelPlex-2300, Alltech Hungary Kft.) tartalmazott. Az adagoláshoz adagolókanalat készítettünk, melybe 1 mg szelént tartalmazó kiegészítő (43,5 g) fért. A premixet a napi takarmányadagra juttattuk ki naponta 1x állatonként az adott dózis szerint. Az alaptakarmány a kísérlet kezdetekor

Bödönháton 0,7 mg/kg (nyári), majd 2018.12.01-től 0,6 mg/kg (téli) szelént tartalmazott, míg Hajdúböszörményben 0,6 mg/kg és takarmányváltást követően (2018.12.03.) 0,5 mg/kg szelént tartalmazott.

A szelénes premix mennyiségét 28 naponként emeltük (2. táblázat), adagolása 1; 2; 4; 6 mg Se/egyed/nap mennyiségben történt. Kontroll mintákat a kísérlet megkezdése előtt vettünk, a szelénes etetés 2019.02.25-ig folyamatos volt, majd a kiegészítőt elhagyva 6 héten át kiürülés-vizsgálatot folytattunk.

2. táblázat: Szelénbevitel a kísérlet folyamán

Kísérlet hete	Az alaptakarmány szeléntartalma	Szelénkiegészítés mg/egyed/nap
1-2	0,7/0,6 mg	0 mg
3-6	0,7/0,6 mg	1 mg
7-10	0,6/0,5 mg	2 mg
11-14	0,6/0,5 mg	4 mg
15-18	0,6/0,5 mg	6 mg
19-24	0,6/0,5 mg	0 mg

A szeléntartalom meghatározására kizárólag a tejből került sor, így az állatok nem kerültek a kísérlet végén leölésre.

A tejmintákat a mintavételek időpontjában (hetente egyszer, minden 7. napon) egyedenként vettük a fejőgéphez kapcsolt automata mintavevő egységgel, és további feldolgozásig -20 °C alatt tároltuk.

2.3. Tejtermékek előállítása

A tejtermékek előállításakor a Magyar Élelmiszerkönyv hatályos rendelkezéseit vettük figyelembe. A Codex Alimentarius Hungaricus MÉ 2-51 számú irányelve szerint készítettünk joghurtot, kefirt, túrót, félkemény sajtot, gomolya sajtot (sótlan és sózott változatban), ordát. Mértük az alapanyagul szolgáló tej és a kész a tejtermékek szeléntartalmát, valamint vizsgáltuk a gyártás során visszamaradt savók szeléntartalmát is.

2.4. Szeléntartalom meghatározása ICP-MS méréssel

2.4.1. Mintaelőkészítés

A minták eredeti állapotának megőrzése érdekében roncsolást végeztünk. A fagyasztott mintákat a teljes kiolvadást követően homogenizáltuk, majd speciális

üvegcsőbe mértük a két lépcsős roncsoláshoz. A roncsolást KOVÁCS és mtsai. módszere alapján tömény savas nedves roncsolással végeztük. A roncsolt mintákat teljes lehűlés után 50 cm³-re hígítottuk, majd szűrtük (KOVÁCS és mtsai., 1996).

2.4.2. Nagyműszeres mérés

A szeléntartalom meghatározásához Thermo Scientific X-1 Series 2 típusú induktív csatolású plazma tömegspektrométert használtunk 6000 K plazmahőmérséklettel. A mérések előtt szelén-referencia törzsoldat segítségével hígítási sort készítettünk, majd 11 pontos kalibrációs görbét vettünk fel. A roncsolt mintákból végeztük a vizsgálatot egyenként három ismétléssel. A kimutatási határ 0,06 µg/l volt.

2.5. Statisztikai elemzés

Az eredmények kiértékeléséhez Microsoft Excel programot használtunk, míg a statisztikai elemzések elkészítéséhez IBM SPSS Statistic 26 programot használtunk. Oneway ANOVA elemzést használtunk a különböző kezelések (1; 2; 4; 6 mg/nap) hatásnak vizsgálatához. Amikor az elemzés szignifikáns különbséget mutatott, Post Hoc teszt segítségével elemeztük a változók (kezelések) egymáshoz való viszonyát. Ha a változók száma három volt, akkor LSD (Least Significant Difference) Post Hoc teszt került alkalmazásra. Ha a változók száma háromnál több volt, akkor a széles körben használt és kevésbé ellentmondásos Tukey HSD Post Hoc tesztet alkalmaztam (SZÉL és JÓNÁS, 2016; NÉMETH, 2018; SAJTOS és MITEV, 2007).

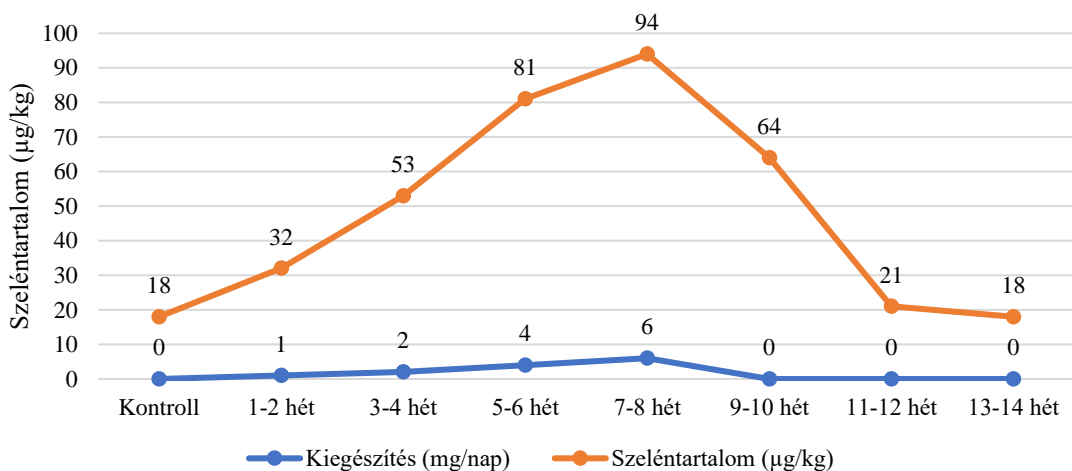
Az egyes mikroelemek és a szeléntartalom közötti kapcsolat vizsgálatához Pearson-féle korrelációt számítottam ki, a korreláció együttes szignifikanciáját külön megvizsgáltam.

3. Eredmények

3.1. Előkísérlet eredménye

Az előkísérlettel szeretnénk volna megbizonyosodni, hogy a tej szeléntartalma a takarmányhoz adagolt szelénkiegészítés hatására megemelkedik. Az állatoktól minden második hét végén mintát vettünk és a mintákat elemeztük, melynek eredményét az 1. ábra mutatja.

1. ábra: A tej szeléntartalma és a szelénkiegészítés kapcsolata az előkísérlet folyamán



A kontroll tejhez viszonyítva a kísérlet második hetére 73%-kal nőtt a szelén mennyisége. A 2 mg Se/tehén/nap kiegészítés hatására a tej majdnem háromszor több szelént tartalmazott (53 µg/kg), mint csak alaptakarmányt fogyasztó tehének teje. A szelénese etetést tovább folytatva a tej szeléntartalma már meghaladta a 81 µg/kg értéket, ám a következő hétre a szelén telítődni látszott, így hiába emeltük a dózist napi 6 mg/kg-ra, az elért szelénkoncentráció-növekedés csak 16%-os volt. A szelén elvonása után hat héttel a tej szeléntartalma visszatért a kezdeti, 0,018 µg /kg-os értékre.

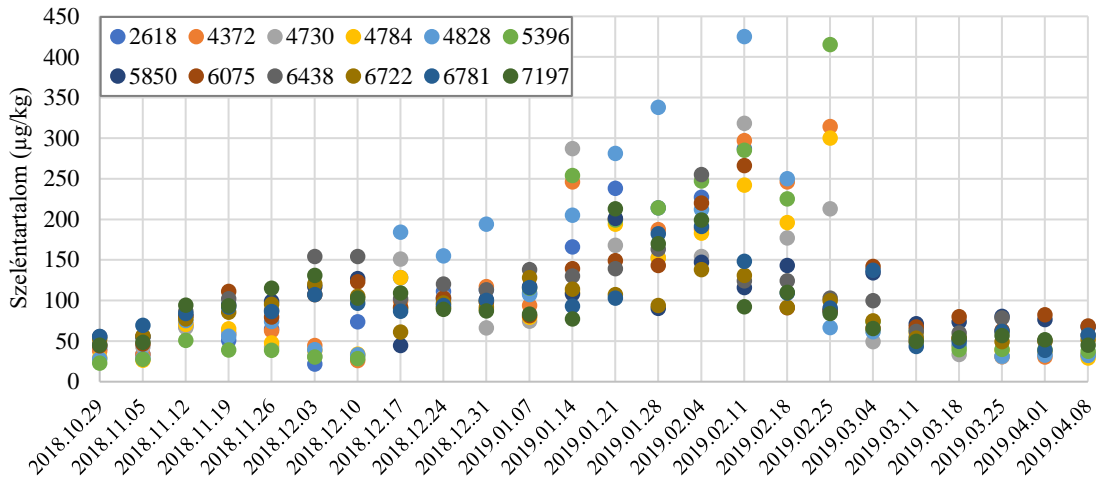
Összességében elmondható, hogy 6 mg/nap szelén adagolásával a tej szeléntartalmát a kezdeti 18 µg /kg-ról annak több mint ötszörösére, 94 µg /kg-ra sikerült emelnünk.

3.2. Főkísérlet eredménye

Kutatásunkban intenzív tartási körülmények között nevelt tejelő szarvasmarhákkal végeztünk etetési kísérletet két helyszínen. A két telepről összesen 280 tejmintát (2. ábra) sikerült begyűjtenünk, feldolgoznunk és nagyműszeres technológiával megmérnünk. Három

időpontban gyártottunk tejtermékeket, amelyek során minden alkalommal 11-féle tejterméket készítettünk, azaz 33 mintát sikerült előállítanunk.

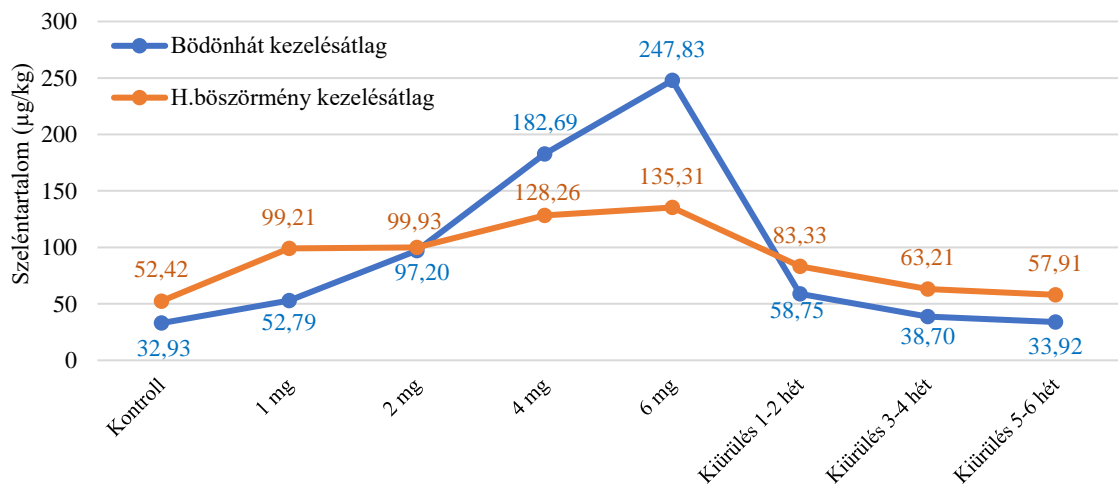
2. ábra: Az általunk vizsgált tejminták összesítő ábrája egyedenként



3.2.1. Tejminták analízise

A kísérlet folyamán vett mintákat a Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Karán dolgoztuk fel, illetve a mérésekre az Élelmiszertudományi Intézet műszeres laboratóriumában roncsolást követően ICP-MS készülékkel került sor.

3. ábra: A tej átlagos szeléntartalma a kezeléscsoportok tekintetében

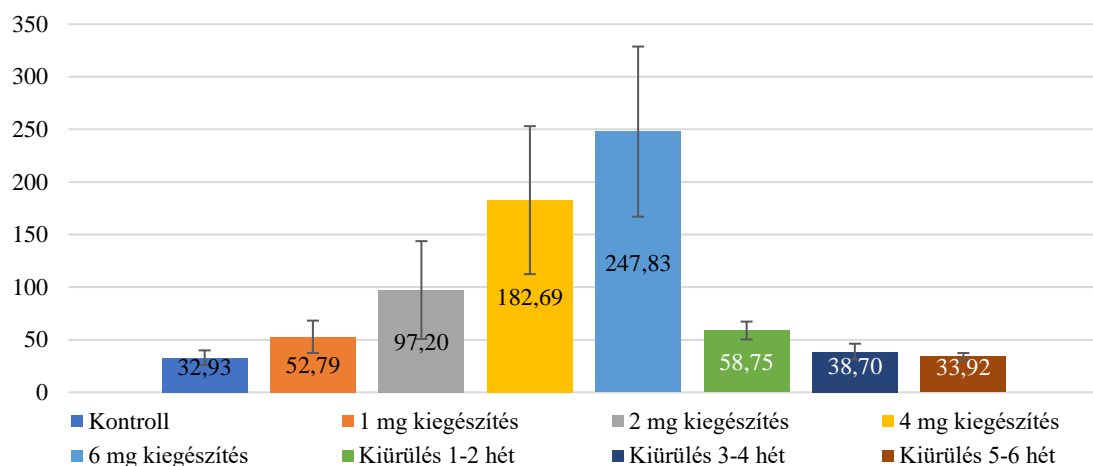


A 3. ábrán a tej szeléntartalma látható a két telepen a kezeléseik átlaga szerint. Kék színnel a bödönháti, míg narancssárgával a hajdúböszörményi telep eredményeit jelöltük. Bödönháton a kiegészítés hatására a tej szeléntartalma szignifikánsan megnőtt, a kontroll értékről (32,93 µg/kg) a maximálisan adagolt 6 mg/egyed/napos dózis hatására annak 7,5-szeresére, vagyis 247,83 µg/kg-ra emelkedett. A kiegészítés elhagyásával a tej

szeléntartalma meredeken csökkent, sőt, hat hét után a kontroll értékre állt vissza. A kontroll időszakban, illetve a kísérlet végeztével fejt tej szeléntartalma közel áll, illetve az egyik telep esetében meghaladja a szakirodalmi adatok eredményéhez.

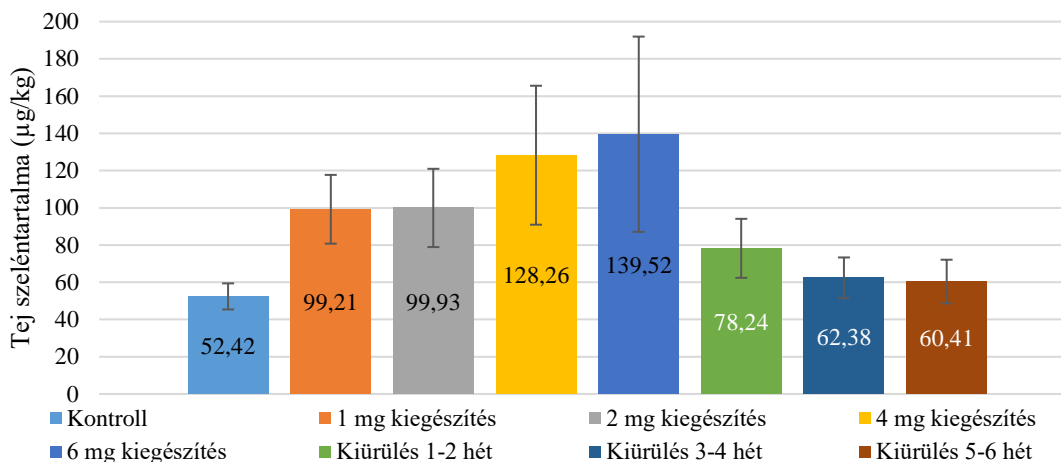
A hajdúböszörményi telep eredményei nem mutatnak ekkora kiugrást. A legnagyobb dózisu kiegészítés és a kontroll minták között bár van szignifikáns különbség, de az 1 és 2 mg/egyed/nap kiegészítés között történt takarmányváltás következtében a két kezelés átlaga szinte megegyezik. Emiatt a visszaesés miatt nem készítettem 2 mg-os kiegészítéskor vett tejből tejtermékeket csak a kontroll, a négy és hat mg-os kiegészítéskor vett tejből.

4. ábra: A tej átlagos szeléntartalma a bődönháti telepen



A 4. ábrán látható eredmények alapján megállapítható, hogy a bődönháti kísérlet kezdeten vett kontroll minta szeléntartalma 32,93 µg/kg (\pm 6,96 µg/kg) volt. A különböző dózisokban történő szelénkiegészítés hatására a tej szeléntartalma folyamatosan emelkedett. 1 mg/nap szelénkiegészítés mellett a tej átlagos szeléntartalma 52,79 µg/kg (\pm 15,38) értékre növekedett. 2 mg/nap szelénkiegészítés mellett a tej szeléntartalma 97,20 µg/kg (\pm 46,54), 4 mg/nap kiegészítés esetén 182,65 µg/kg (\pm 70,34). A legmagasabb, 6 mg/nap szelénkiegészítés alkalmazása mellett a tej szeléntartalma elérte a csúcserteket, ekkor átlagosan 248,52 µg/kg (\pm 80,88) szelént tartalmazott a vizsgált szarvasmarhák teje. A kísérlet 17. hetében a szelénadagolást elhagyásra került, ettől az időponttól kezdődően a tej szeléntartalma folyamatosan és gyors ütemben csökkent. A 22. hétre közel a kontroll értékre a tej szeléntartalma.

5. ábra: A tej átlagos szeléntartalma a hajdúböszörményi telepen



Az eredmények alapján megállapítható, hogy kísérlet kezdeten vett kontroll minta átlagos szeléntartalma 52,42 µg/kg ($\pm 7,02$ µg/kg) volt. A folyamatosan emelkedő dózisoknak köszönhetően a tej szeléntartalma is növekedett a vizsgált időszakban, bár a növekedés nem olyan látványos, mint a bödőnháti telep esetében. Az eredményeket vizsgálva az is látható, hogy a kontrolltól az 1 mg/nap és a 2 mg/nap kiegészítés ugyan eltér, de a grafikonon a kettő dózis közötti különbség már nem észrevehető.

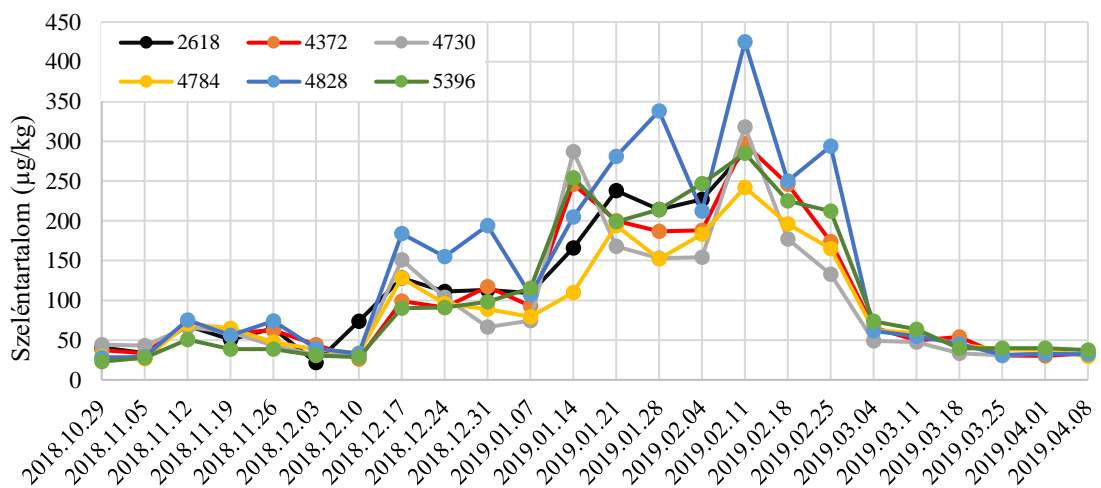
A kezelésenkénti átlagokat megvizsgálva látható, hogy a kísérlet kezdetén vett kontroll minta szeléntartalma 52,42 µg/kg ($\pm 7,02$ µg/kg) volt. Az 1 mg/nap szelénkiegészítés adagolásával a tej átlagos szeléntartalma 99,21 µg/kg-ra ($\pm 18,47$ µg/kg) növekedett, ez a kontroll értéknél 46,80 µg/kg-mal magasabb, a kontroll érték közel duplája. A 2 mg/nap szelénkiegészítés esetén a tej átlagos szeléntartalma 99,93 µg/kg ($\pm 21,03$ µg/kg), ez 47,52 µg/kg-mal magasabb a kontroll értéknél. A kontroll és a 2 mg/nap kezelés közötti különbség szignifikáns, viszont az 1 mg/nap és a 2 mg/nap szelénkiegészítést követően mért szeléntartalom közel azonos, a köztük lévő különbség nem szignifikáns, ezt a téli takarmányváltással lehet magyarázni. Jelentős növekedés tapasztalható a tej átlagos szeléntartalmában, mind a kontrollhoz, mind az 1 mg/nap és a 2 mg/nap szelénkiegészítéshez képest a 4 mg/nap dózis esetében. A 4 mg/nap szelénkiegészítést kapott tehének tejének átlagos szeléntartalma 128,26 µg/kg ($\pm 37,32$ µg/kg), ez 75,84 µg/kg-mal magasabb a kontroll értéknél. A tej szeléntartalma a 6 mg/nap szelénkiegészítés időszakában érte el a vizsgált időszak csúcserértékét. A 6 mg/nap kezelésre jellemző átlagos szeléntartalom 139,52 µg/kg ($\pm 52,45$ µg/kg), ez 87,10 µg/kg-

mal magasabb a kontroll értéknél. A kiürülés 1-2. hetében mért átlagos szeléntartalom 78,24 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ($\pm 15,85 \mu\text{g}/\text{kg}$), a kiürülés 3-4. hetében mért átlagos szeléntartalom 62,38 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ($\pm 10,96 \mu\text{g}/\text{kg}$), a kiürülés 5-6. hetében mért átlagos szeléntartalom pedig 60,41 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ($\pm 11,72 \mu\text{g}/\text{kg}$). Ez 7,99 $\mu\text{g}/\text{kg}$ -mal ugyan magasabb a kontroll értéknél, de a kontrollhoz viszonyított különbség nem szignifikáns ($\text{SE} = 12,09 \text{ pTukey} = 0,998$).

3.2.2. Szeléntartalom vizsgálata egyedenként

Az egyedenkénti eredmények ismertetését a bödönháti telep hat vizsgált egyedének elemzésével kezdtük. A tej szeléntartalmának változását a bödönháti telepen a vizsgált időszakban egyedenkénti bontásban a 6. ábra mutatja be.

6. ábra: Szeléntartalom változása egyedenként a kísérletkor (Bödönhát)

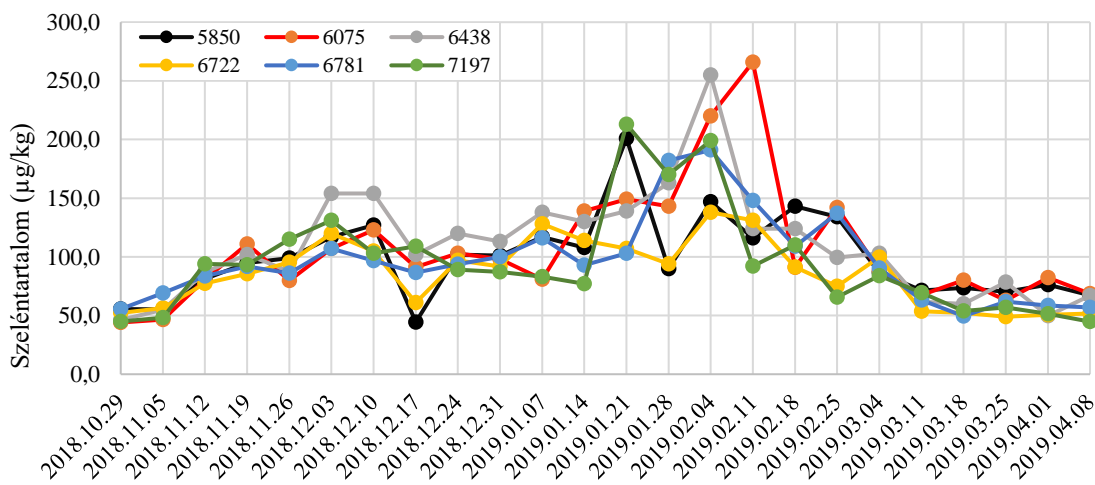


Az ábra alapján látható, hogy a kontroll időszakot követően (első két mérési időpont), a tej szeléntartalma kis mértékben megemelkedett az 1 mg/nap és a 2 mg/nap dózisú szelénkiegészítés miatt. Minden vizsgált egyed esetében jelentősebb mértékű növekedés tapasztalható a 2018.12.17-i mérés alkalmával. A 1 mg/nap és a 2 mg/nap dózisú kezelés elkülönül az ábra alapján. 2019 év elejétől újabb jelentős növekedés látható, minden vizsgált egyed esetében, ekkor vette kezdetét a 4 mg/nap dózis adagolása. A 4 mg/nap és a 6 mg/nap dózisok az egyedek alapján elkülönülnek egymástól, különösen a 4784-es, és a 4828-os (domináns) fülszámú tehének esetében. A kiürülés időszaka (2019. márciusától) csökkenő szelénkoncentrációkkal jellemezhető, a szelén kiürülésének folyamata minden egyed esetében látható.

A hajdúböszörményi telep hat vizsgált egyede esetében, a tej szeléntartalmának változását a vizsgált időszakban egyedenkénti bontásban a 7. ábra mutatja be. Az ábra alapján látható, hogy a kontroll időszakot követően (első két mérési időpont), a tej

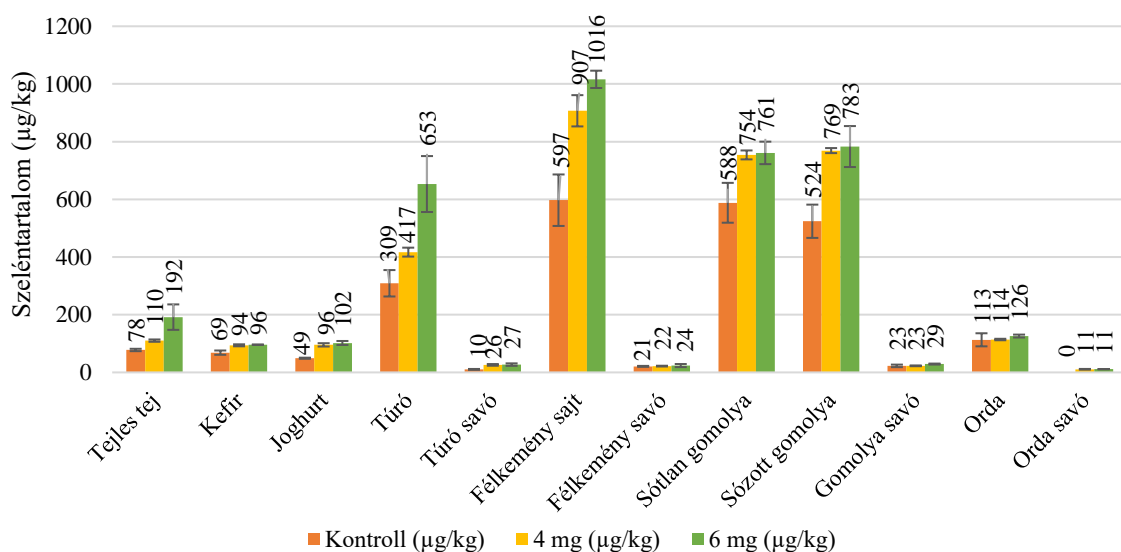
szeléntartalma, minden vizsgált egyed esetében növekedést mutat. A 1 mg/nap és a 2 mg/nap dózisú kezelések nem különülnek el élesen az ábra alapján. 2019 év elejétől újabb jelentős növekedés látható, minden vizsgált egyed esetében. A 4 mg/nap és a 6 mg/nap dózisok a 6075-ös és a 6438-as fülszámú egyedek esetében szépen elkülöníthetők, míg a többi egyed esetében inkább egybemosódik ez a két időszak. A kiürülés időszaka (2019. márciusától) csökkenő szelénkoncentrációkkal jellemezhető, a szelén kiürülésének folyamata minden egyed esetében látható.

7. ábra: Szeléntartalom változása egyedenként a kísérletkor (Hajdúböszörmény)



3.3. Tejtermékek vizsgálata

Az általam előállított 12 tejtermék 4 mg/nap és 6 mg/nap szeléndózis adagolásakor vett teljes tejből készített tejtermékek vizsgálatára vonatkozó eredményeket a 8. ábra tartalmazza.



A tejtermékek alapanyagául szolgáló teljes tej esetében a kontroll mintában a szeléntartalom 77,7 $\mu\text{g/kg}$ ($\pm 4,11$), a 4 mg/nap kezelés hatására a szeléntartalom 110,2 $\mu\text{g/kg}$ -ra ($\pm 4,04$), a 6 mg/nap kezelés hatására 195,6 $\mu\text{g/kg}$ -ra ($\pm 3,33$) növekedett.

A kefir esetében a kontroll mintában a szeléntartalom 68,6 $\mu\text{g/kg}$ ($\pm 7,44$), a 4 mg/nap kezelés hatására a szeléntartalom 93,9 $\mu\text{g/kg}$ -ra ($\pm 3,49$), a 6 mg/nap kezelés hatására 96,0 $\mu\text{g/kg}$ -ra ($\pm 0,17$) növekedett. A kefir esetében szignifikáns különbség van a különböző minták között a szeléntartalom alapján.

A joghurt esetében a kontroll mintában a szeléntartalom 49,1 $\mu\text{g/kg}$ ($\pm 1,90$), a 4 mg/nap kezelés hatására a szeléntartalom 95,5 $\mu\text{g/kg}$ -ra ($\pm 5,75$), a 6 mg/nap kezelés hatására 102 $\mu\text{g/kg}$ -ra ($\pm 6,95$) növekedett.

A túró esetében a kontroll mintában a szeléntartalom 309,3 $\mu\text{g/kg}$ ($\pm 45,76$), a 4 mg/nap kezelés hatására a szeléntartalom 417,3 $\mu\text{g/kg}$ -ra ($\pm 15,50$), a 6 mg/nap kezelés hatására 653,0 $\mu\text{g/kg}$ -ra ($\pm 96,44$) növekedett.

A túró savó esetében a kontroll mintában a szeléntartalom 10,4 $\mu\text{g/kg}$ ($\pm 1,54$), a 4 mg/nap kezelés hatására a szeléntartalom 25,9 $\mu\text{g/kg}$ -ra ($\pm 4,32$), a 6 mg/nap kezelés hatására 26,5 $\mu\text{g/kg}$ -ra ($\pm 2,91$) növekedett. A túró savó esetében a 6 mg/nap dózis esetén a szeléntartalom alacsonyabb, mint a 4 mg/nap dózis esetében.

A félkemény sajt esetében a kontroll mintában a szeléntartalom 597 $\mu\text{g/kg}$ ($\pm 89,27$), a 4 mg/nap kezelés hatására 906,7 $\mu\text{g/kg}$ -ra ($\pm 54,22$), a 6 mg/nap kezelés hatására pedig 1015,7 $\mu\text{g/kg}$ -ra ($\pm 30,09$) növekedett.

A félkemény sajt savója esetében a kontroll mintában a szeléntartalom 20,9 $\mu\text{g/kg}$ ($\pm 1,67$), ami a 4 mg/nap kezelés hatására 21,8 $\mu\text{g/kg}$ -ra ($\pm 1,35$), a 6 mg/nap kezelés hatására pedig 23,7 $\mu\text{g/kg}$ -ra ($\pm 5,31$) növekedett. A félkemény savó esetében nincs szignifikáns különbség a különböző minták között a szeléntartalom alapján.

A sótlan gomolya esetében a kontroll mintában a szeléntartalom 587,7 $\mu\text{g/kg}$ ($\pm 69,10$), ami a 4 mg/nap kezelés hatására 754,0 $\mu\text{g/kg}$ -ra ($\pm 15,52$), a 6 mg/nap kezelés hatására pedig 761,3 $\mu\text{g/kg}$ -ra ($\pm 38,28$) növekedett.

A sózott gomolya esetében a kontroll mintában a szeléntartalom 524,0 $\mu\text{g/kg}$ ($\pm 57,66$), ami a 4 mg/nap kezelés hatására 769,0 $\mu\text{g/kg}$ -ra ($\pm 71,55$), a 6 mg/nap kezelés hatására pedig 782,7 $\mu\text{g/kg}$ -ra ($\pm 8,74$) növekedett.

A gomolya sajt savója esetében a kontroll mintában a szeléntartalom 22,6 $\mu\text{g/kg}$ ($\pm 4,36$), ami a 4 mg/nap kezelés hatására 22,8 $\mu\text{g/kg}$ -ra ($\pm 1,35$), a 6 mg/nap kezelés hatására

pedig 28,9 µg/kg-ra ($\pm 1,69$) növekedett. A gomolya savó esetében nincs szignifikáns különbség a különböző minták között a szeléntartalom alapján.

Az orda esetében a kontroll mintában a szeléntartalom 112,6 µg/kg ($\pm 22,67$), ami a 4 mg/nap kezelés hatására 113,7 µg/kg-ra ($\pm 5,13$), a 6 mg/nap kezelés hatására pedig 126,3 µg/kg-ra ($\pm 2,52$) növekedett. Az orda esetében nincs szignifikáns különbség a különböző minták között a szeléntartalom alapján.

A kontroll mintához képest, mind a 11 vizsgált tejtermék esetében növekedés állapítható meg mind a 4 mg/nap, mind a 6 mg/nap dózisú kezelések esetében. A kontroll mintához viszonyított legnagyobb különbséget a félkemény sajt esetében mértem. Összességében elmondható, hogy a tejtermékek között a kezelések hatására szignifikáns a különbség, kivéve a savótermékek esetén.

3.4. A tej mikroelemtartalmának összefüggése a Se-tartalommal

A mikroelemtartalom összefüggéseinek vizsgálata során Pearson-féle korreláció segítségével vizsgáltam meg, hogy a szeléntartalom változása és a többi elem tejmintában lévő mennyisége között van-e tényleges kapcsolat, ha igen akkor az milyen irányú és erősségű.

3. táblázat: Mikroelemek és a szelén közötti kapcsolat vizsgálata (Bödönhát)

	Korreláció erőssége	Korrel. iránya	Korrel. eh. szign.
Réz (Cu)	r=-0,974 (erős)	negatív	0,005
Mangán (Mn)	r=0,926 (erős)	pozitív	0,024
Stroncium (Sr)	r=-0,895 (erős)	negatív	0,04
Cink (Zn)	r=-0,755 (közepesnél erősebb)	negatív	n.s.
Bárium (Ba)	r=-0,478 (közepesnél gyengébb)	negatív	n.s.
Kobalt (Co)	r=-0,309 (közepesnél gyengébb)	negatív	n.s.
Vas (Fe)	r=-0,262 (gyenge)	negatív	n.s.
Molibdén (Mo)	r=0,032 (gyenge)	pozitív	n.s.

A 3. táblázat alapján megállapítható, hogy a vizsgált nyolc mikroelem közül három olyan van, ahol a szeléntartalom és a vizsgált mikroelem közötti kapcsolat 95 %-os valószínűséggel valódi és nem a véletlen műve. Ezek az elemek a réz, a mangán és a stroncium, ezen három elem esetében a korrelációs kapcsolat erős ($0,81 \leq |r| < 0,99$). A szelén erős pozitív irányú korrelációs kapcsolatot mutat a mangánnal, míg erős negatív irányú korrelációs kapcsolatot mutat a rézzel és a stronciummal.

4. táblázat: Mikroelemek és a szelén közötti kapcsolat vizsgálata
(Hajdúböszörmény)

	Korrel. erőssége	Korrel. iránya	Korrel. eh. szign.
Mangán (Mn)	r=0,891 (erős)	pozitív	0,043
Molibdén (Mo)	r=0,742 (közepesnél erősebb)	pozitív	n.s.
Réz (Cu)	r=-0,690 (közepesnél erősebb)	negatív	n.s.
Vas (Fe)	r=0,650 (közepesnél erősebb)	pozitív	n.s.
Cink (Zn)	r=-0,601 (közepesnél erősebb)	negatív	n.s.
Stroncium (Sr)	r=-0,329 (közepesnél gyengébb)	negatív	n.s.
Kobalt (Co)	r=0,140 (gyenge)	pozitív	n.s.
Bárium (Ba)	r=-0,058 (gyenge)	negatív	n.s.

A 4. táblázat összefoglalja a korreláció vizsgálat eredményeit a hajdúböszörményi telep esetében. A nyolc vizsgált mikroelem közül egy olyan van, ahol a szeléntartalom és a vizsgált mikroelem közötti kapcsolat 95%-os valószínűséggel valódi és nem a véletlen műve. Ez az elem a mangán, amely a vizsgált elemek közül egyedülként mutat erős ($0,81 \leq |r| < 0,99$), pozitív irányú korrelációs kapcsolatot.

Mind a bődönháti, mind a hajdúböszörményi telep esetében szignifikáns, erős pozitív irányú korrelációs kapcsolatot sikerült kimutatni a tej szelén és mangántartalma között.

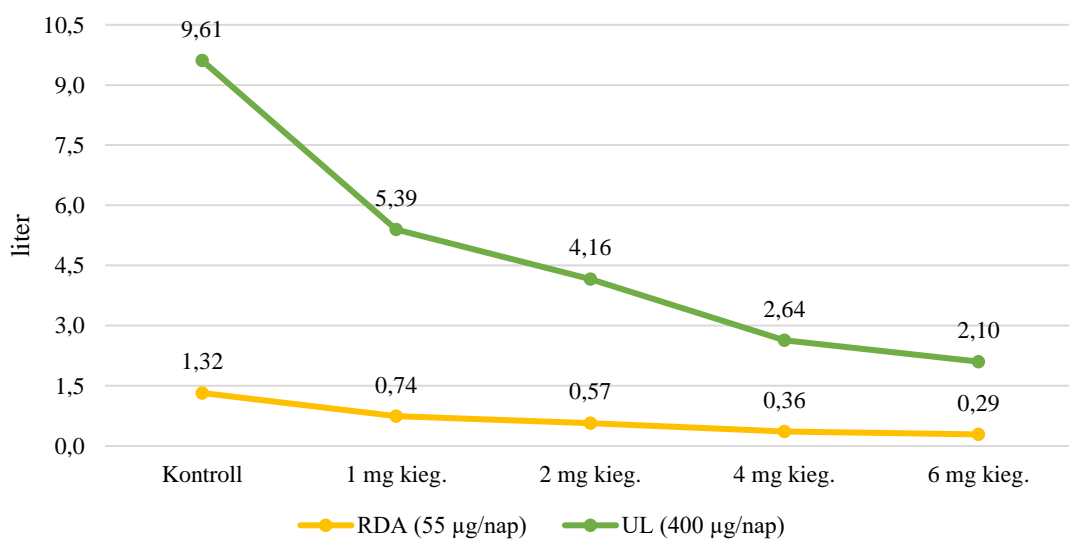
4. Új tudományos eredmények

1. Különböző koncentrációban szerves kötésben lévő szelént a szarvasmarha takarmányába keverve bizonyítottam, hogy a szelén-kiegészítés hatására az adagolt szelénkoncentráció függvényében szignifikáns mértékben megnő a tej szeléntartalma. Bizonyítottam, hogy a szelén-tetés megkezdését követően egy hét múlva a tej szelénkoncentrációjában már növekedés tapasztalható, majd a szelén-kiegészítés elhagyásával, csak az alaptakarmányt etetve, a második héten már tapasztalható a tej szeléntartalmának csökkenése. Megállapítottam, hogy már napi egy mg/egyed szelénkiegészítés hatására a tej szeléntartalma szignifikánsan nőtt, és ugyancsak szignifikáns volt a növekedés a 2; 4; 6 mg kiegészítés hatására is mind a kontrollhoz, mind a kisebb kiegészítést kapott szarvasmarhákhoz képest.
2. Megállapítottam, hogy még a legmagasabb (6 mg/napos) szelén-kiegészítés esetében is biztonsággal fogyasztható akár napi 1,5 liter tehéntej is, mert annak szeléntartalma a WHO által megszabott határérték (UL) alatt marad. Az alacsonyabb kiegészítéskor vett tejminta pedig a fogyasztóra semmilyen veszélyt nem jelent.
3. Túró esetében a szeléntartalom a 6 mg-os kiegészítés hatására a kontrollhoz viszonyítva 309,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ -ról ($\pm 45,76$) 653,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ -ra ($\pm 96,44$), a félkemény sajt esetén 597 $\mu\text{g}/\text{kg}$ -ról ($\pm 89,27$) 1015 $\mu\text{g}/\text{kg}$ -ra ($\pm 30,09$) nőtt. A szeléntartalom a gomolya esetében a kontrollnál mért 524 $\mu\text{g}/\text{kg}$ -ról ($\pm 57,66$) 783 $\mu\text{g}/\text{kg}$ -ra ($\pm 8,74$) nőtt. A 4 és 6 mg/nap kiegészítés között szignifikáns különbséget nem minden esetben tudtam kimutatni. Az orda esetében a szeléntartalom 113 ($\pm 2,52$) ($\pm 22,67$) és 126 $\mu\text{g}/\text{kg}$ között változott, azonban a kontroll és a 4 mg/nap kiegészítés között szignifikáns különbség nem volt. A túró, a gomolya és a félkemény sajt szeléntartalmából levonható az a következtetés, hogy a szelén nagyobb része a kazein frakcióhoz kötődik.
4. Pozitív összefüggést állapítottam meg a tej szeléntartalma és a mangántartalma között, míg negatív volt az összefüggés a szelén- és réztartalom között.

5. Gyakorlati alkalmazhatóság

A kutatásunkban tej szeléntartalmának megnövelése érdekében technológiát dolgoztunk ki a tehének takarmányához kevert optimális szelénmennyiség meghatározására. A takarmány egyedenkénti 1; 2; 4; 6 mg/nap kiegészítésével a tehéntej szeléntartalma a kezelések hatására szignifikánsan megemelkedett, a legmagasabb eredményt a 6 mg etetés esetén kaptuk. Az etetés befejezését követően a tej szeléntartalma két hét alatt jelentősen csökken, és a negyedik hét végére a szelén etetését megelőző szintre állt be. A fentiek miatt véleményünk szerint megnövekedett szeléntartalmú tejet csak folyamatos szelénkiegészítés esetében lehet kapni, hisz a tehén nem képes annyi szelént a szervezetében raktározni, amennyivel a szelén etetést befejezően megemelt szeléntartalmú tejet tudna termelni. A folyamatosan termelődő magas szeléntartalmú tej érdekében ezért javasoljuk tejelő szarvasmarhák takarmányának napi 1-4 mg szelénnel történő kiegészítését. Kísérleteink során optimálisnak bizonyult a szerves szelén (Alltech Selplex-2300) adagolása.

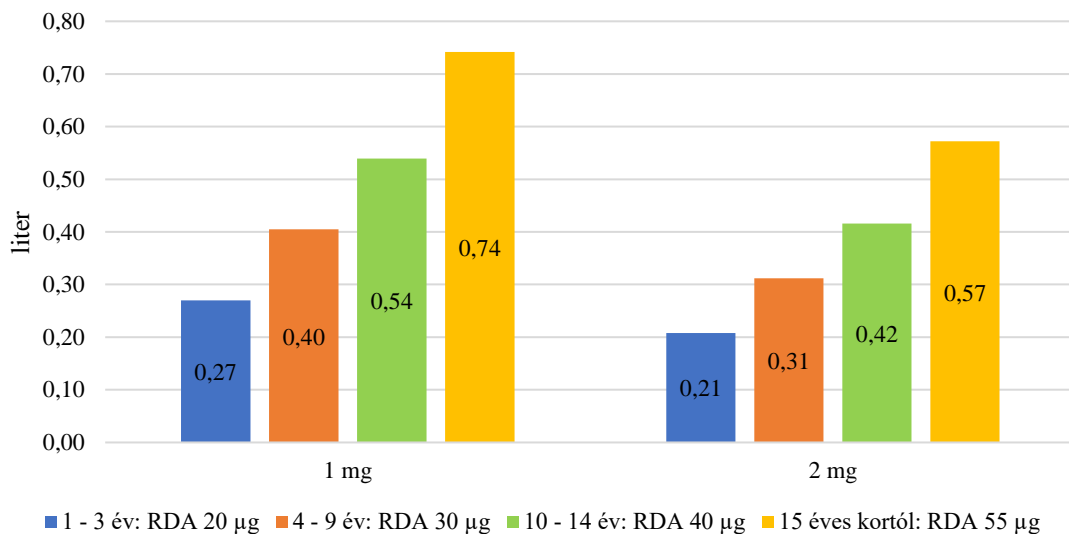
8. ábra: A felnőttek számára ajánlott napi bevitel és maximálisan tolerálható dózis szelénes tejből (telepátlagok alapján)



Sárga színnel a WHO által felnőttek számára megadott napi ajánlott beviteli értéket (RDA – Recommended Dietary Allowance), míg zölddel a maximálisan tolerálható felső beviteli szintet (UL - Upper Limit) jelöltük (8. ábra). Mivel a lakosság átlagos tejfogyasztása nem modellezhető, illetve szelént más forrásból is vesz fel, ezért a túladagolást kiküszöbölendő az egy, két és négy mg-os kiegészítéskor kapott tejek forgalmazását javasoljuk egészségvédő céllal.

Mivel a szelén a tejfehérjéhez kötődik, így a zsírtartalom-beállítás és laktózmentesítés során a szeléntartalom nem csökken. Az általunk javasolt módon előállított tej ipari felhasználása során nem kell számolnunk szelénpótlással, illetve fermentált tejkészítmények és sajtok is készíthetők a szelénes tejből, ezért a tejtermék előállításal foglalkozó kis-, közepes- és nagyvállalatok számára a lakosság szelénellátottságának javítása a már meglévő technológiába az általunk ismertetett módon módosítás nélkül beilleszthető.

9. ábra: Szelénes tej fogyasztási ajánlás az 1-2 mg kiegészítéskor vett tejből a különböző korcsoportokra vonatkozóan (telepátlagok alapján)



A 9. ábráról leolvasható, hogy mennyi tej fedezné a gyermekek szelénszükségletét az 1-2 mg kiegészítéskor vett tejből. Kézzel jelöltük a legkisebb, 1 – 3 éves kisgyermekeknek ajánlott mennyiséget, ami a 20 µg/nap ajánlott beviteli érték esetén 210-270 ml, azaz 1 nagy pohár tejjel egyenértékű. Az óvodás, kisiskolás korú gyermekek (narancssárga színnel jelölve) napi szelénszükséglete kb. 320-400 ml tejjel vihető be, míg az általános iskolás felsősök korcsoportja (világos szürke ábrázolva) 420-540 ml tejjel fedezheti a napi szelénszükségletét. A fehérrel jelölt 15 év felettiekre a felnőttek számára is ajánlott 55 µg/nap beviteli érték vonatkozik, mely közel 600-740 ml tejet jelent. Gyakorlatban ez úgy lenne hasznosítható, ha az iskolatej programban vagy a közétkeztetésben a gyerekek és diákok 200 ml szelénes tejet vagy kakaót kaphatnának, s így a szelén jótékony hatásai már kisgyermek kortól érvényesülhetnének.

6. Irodalomjegyzék

1. BENDHAL L. - GAMMELGAARD B. (2004): Separation and identification of Se-methyl-seleno-galactosamine, a new metabolite in basal human urine by HPLC-ICP-MS and CE-nano-ESI-(MS). *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 19: 950-957.
2. Bokori J. - Gundel J. - Herold I. - Kakuk T. - Kovács G. - Mézes M. - Schmidt J. - Szigeti G. - Vincze L. (2003): *A takarmányozás alapjai*. Budapest, Mezőgazda kiadó, 203 p.
3. CHANG J.C. (1995): Selenium content of brazil nuts from two geographic locations in Brazil. *Chemosphere*. 30. 801-802.
4. CSAPÓ J. - CSAPÓNÉ KISS ZS. (2002): *Tej és tejtermékek a táplálkozásban*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 464 p.
5. DIAS J.P.V. - COSTA SOBRINHO P.D.S. - PIMENTA A.M. - HERMSDORFF H.H.M. - BRESSAN J. - NOBRE L.N. (2021): Dietary selenium intake and type-2 diabetes: a cross-sectional population-based study on CUME project. *Frontiers in Nutrition*, 8, 678648.
6. FLOHÉ L. - GÜNZLER W.A. - SCHOCK H.H. (1973) Glutathione peroxidase: a selenoenzyme, *FEBS Lett.* 32. 132–134.
7. HAJIZADEH-SHARAFABAD F. - JALAL MOLUDI J. - TUTUNCHI H. - TAHERI E. - IZADI A. - MALEKI V. (2019): Selenium and polycystic ovary syndrome; current knowledge and future directions: A systematic review. *Hormone and Metabolic Research*, 51(05): 279-287.
8. HORACSEK M. - LUGASI A. - MARTOS É. (2006): Az étrend-kiegészítők. *Új Diéta*, 1: 8-9.
9. KANAFCHIAN M. - MAHJOUB S. - ESMAEILZADEH S. - RAHSEPAR M. (2018): Status of serum selenium and zinc in patients with polycystic ovary syndrome with and without insuline resistance. *Middle East Fertility Society Journal*, 23(3): 241-245.
10. KARAG E. - NÉMETH I. - FERKE A. - HAJDÚ J. - PINTÉR S. (1998): A vörösvértest szelén és antagonistá nyomelemek, valamint a plazma antioxidánsok koncentrációja és összefüggése érett újszülöttek köldökzsínór vérében. In: CSER M.Á. - SZIKLAINÉ LÁSZLÓ I. (szerk.): *A szelén szerepe a környezetben és egészségvédelemben*. Budapest: Frag Bt. 112-114.

11. KOVÁCS B. - GYŐRI Z. - PROKISCH J. - LOCH J. - DÁNIEL P. (1996): A study of plant sample preparation and inductively coupled plasma emission spectrometry parameters, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 27:5-8, 1177-1198.
12. NAVARRO-ALARCON M. - CABRERA-VIQUE C. (2008): Selenium in food and the human body: A review. *Science of the Total Environment*, 400: 115-141.
13. NÉMETH A. (2018): Adatelemzés statisztikai módszerekkel. Szegedi Tudományegyetem, 150.
14. PECORARO B.M. - LEAL D.F. - FRIAS-DE-DIEGO A. - BROWNING M. - ODLE J. - CRISCI E. (2022): The health benefits of selenium in food animals: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 13:58, 11 p.
15. SAJTOS L. - MITEV A. (2007): SPSS kutatási és adatelemzési kézikönyv, Alinea Kiadó, Budapest, 2007, 402.
16. SHIDFAR F. - FAGHIHI A. - LORVAND AMIRI H. - NEDA MOUSAVI S. (2018): Regression of nonalcoholic fatty liver disease with zinc and selenium Co-supplementation after disease progression in rats. *Iranian Journal of Medical Sciences*, 43(1): 26–31.
17. STEINBRENNER H. - DUNTAS L.H. - RAYMAN M.P. (2022). The role of selenium in type-2 diabetes mellitus and its metabolic comorbidities. *Redox Biology*, 102236.
18. STEINBRENNER H. - SIES H. (2009): Protection against reactive oxygen species by selenoproteins. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1790 (2009) 1478–1485.
19. STRANGES S. - MARSHALL J. R. - NATARAJAN R. - DONAHUE R.P. - TREVISAN M. - COMBS G.F. - CAPPuccio F.P. - CERIELLO A. - REID M.E. (2007): Effects of long-term selenium supplementation on the incidence of type 2 diabetes: a randomized trial, *Annals of Internal Medicine*, 147. 217–223. SURAI P.F. (2000): Organic selenium: benefits to animals and humans, a biochemist's view. *Biotechnology in the Feed Industry. Proceedings of Alltech's Sixteenth Annual Symposium*. Nottingham University Press, 205-260 p.
20. SZÉL M. - JÓNÁS E. (2016): Kutatásmódszertani alapismeretek. Bevezetés az SPSS használatába. Szegedi Tudományegyetem, 99.
21. WEEKS B.S. - HANNA M.S. - COOPERSTEIN D. (2012): Dietary selenium and selenoprotein function. *Medical Science Monitor*, 18(8): RA127–RA132.

22. WHO (1996): Trace elements in human nutrition and health. (Prepared in collaboration with the Food and Agricultural Organization of the United Nations and with the International Atomic Energy Agency). 343 p.
23. INSTITUTE OF MEDICINE, FOOD AND NUTRITION BOARD (2000): Dietary reference intakes: Vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids. *National Academy Press*, Washington, DC. 528 p.

Internetes hivatkozások:

1. Központi Statisztikai Hivatal (2021.04.09.): 4.1.2.1.9. Tejmérleg (1970–) https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0056.htht.
2. Agrárminisztérium (2018.01.05): Codex Alimentarius Hungaricus MÉ 2-51 https://www.mvh.allamkincstar.gov.hu/documents/20182/213643/1_8/9fd51502-20e1-41cf-b722-c860166d4206
3. National Institutes of Health (2021.04.02.): Dietary Supplement Fact Sheet: Selenium. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Selenium-HealthProfessional/>.



Nyilvántartási szám: DEENK/19/2024.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Juhászné Tóth Réka
Doktori Iskola: Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10058603

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

1. **Juhászné Tóth, R.**, Kiss, D., Zurbó, Z., Csapó, J.: A szelén szerepe a táplálkozásban; szelénrel dúsított tej és tejtermékek előállítása.
Magyar Állatorv. L. 141, 625-631, 2019. ISSN: 0025-004X.
IF: 0.107
2. **Juhászné Tóth, R.**, Csapó, J.: Szelénrel dúsított gomolya és orda előállítása.
Elelmiszervizsgalati Kozlemen. 65 (3), 2607-2611, 2019. ISSN: 0422-9576.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

3. **Juhászné Tóth, R.**, Csapó, J.: Preparation of selenium enriched smearcase cheese and whey cheese.
Elelmiszervizsgalati Kozlemen. 65 (3), 2612-2616, 2019. ISSN: 0422-9576.

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (2)

4. **Juhászné Tóth, R.**, Kiss, D., Csapó, J.: The role of selenium in nutrition and the manufacturing of selenium-enriched milk.
Acta Univ. Sapientiae, Alim. 15 (1), 84-93, 2022. ISSN: 1844-7449.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/ausal-2022-0007>
5. **Juhászné Tóth, R.**, Csapó, J.: The role of selenium in nutrition: A review.
Acta Univ. Sapientiae, Alim. 11 (1), 128-144, 2018. ISSN: 1844-7449.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/ausal-2018-0008>

Magyar nyelvű konferencia közlemények (1)

6. **Juhászné Tóth, R.**, Kiss, D., Csapó, J.: Szelénrel dúsított tejtermékek előállítása
In: Tavaszai Szél - Spring Wind 2019. Szerk.: Bihari Erika, Molnár Dániel, Szikszai-Németh Ketrin, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest, 48-54, 2020. ISBN: 9786155586606



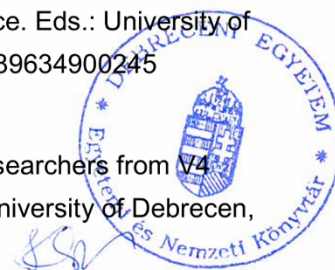


Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (4)

7. **Juhászné Tóth, R.**, Kiss, D., Zurbó, Z., Csapó, J.: Szelénnel dúsított tej előállítása.
In: Magyar Táplálkozástudományi Társaság XLIV. Vándorgyűlése programja és az előadások összefoglalói. Szerk.: Antal Emese, Biró Lajos, Gelencsér Éva, Lugasi Andrea, Rurik Imre, Magyar Táplálkozástudományi Társaság, Budapest, 22, 2019. ISBN: 9786155606090
8. **Juhászné Tóth, R.**, Kiss, D., Nyeste, E., Csapó, J.: Szelénnel dúsított tejtermékek előállítása.
In: Tavaszi Szél Konferencia 2019: Nemzetközi Multidiszciplináris Konferencia: Absztraktkötet. Szerk.: Németh Katalin, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest, 51, 2019. ISBN: 9786155586422
9. **Juhászné Tóth, R.**, Csapó, J.: A szelén szerepe az emberi táplálkozásban = Role of selenium in human nutrition.
In: Óshonos- és Tájfajták - Ökotermékek : Egészséges táplálkozás : Vidékfejlesztés Minőségi élelmiszerek : Egészséges környezet: Az agrártudományok és a vidékfejlesztés kihívásai a XXI. században. Szerk.: Irinyiné Oláh Katalin, Tóth Csilla, Nyíregyházi Egyetem Műszaki és Agrártudományi Intézet, Nyíregyháza, 56-57, 2018. ISBN: 9786155545818
10. **Juhászné Tóth, R.**, Kiss, D., Csapó, J.: Szelénes tej előállítása.
In: Tavaszi szél konferencia 2018 Nemzetközi multidiszciplináris konferencia : Absztraktkötet. Szerk.: Keresztes Gábor, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest, 63, 2018. ISBN: 9786155586262

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (4)

11. **Juhászné Tóth, R.**, Kiss, D., Csapó, J.: Nutritional Role of Selenium, Production of Selenium Enriched Milk.
In: One Health and Food Safety Conference Proceedings. Ed.: Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bonn, 92, 2018.
12. **Juhászné Tóth, R.**, Kiss, D., Csapó, J.: Production of selenium enriched cheese.
In: 9th Central European Congress on Food, Food Science for Well-being : Abstract book. Ed.: L. Gaceu, M. Mironescu, G. Mohan, Lucia Blaga University of Sibiu Press, Sibiu, Romania, 147, 2018. ISBN: 9786061215461
13. **Juhászné Tóth, R.**, Csapó, J.: Production of selenium enriched milk and dairy products.
In: Abstract Book : FSD 2018 3rd Food Structure & Design Conference. Eds.: University of Debrecen, University of Debrecen, Debrecen, 26-27, 2018. ISBN: 9789634900245
14. **Juhászné Tóth, R.**, Kiss, D., Csapó, J.: Production of selenized milk.
In: Scientific researches in food production - 3rd meeting of young researchers from V4 countries - Conference Proceedings. Eds.: University of Debrecen, University of Debrecen, Debrecen, 21, 2018.





További közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

15. Kiss, D., **Juhászné Tóth, R.**, Zurbó, Z., Csapó, J.: Élelmiszerek aminosav összetételének meghatározása fotometriás módszerekkel, 1. rész = Determination of amino acid composition of foods by photometric methods, Part 1 : A tirozin, a triptofán és a fenilalanin meghatározása = Determination of tyrosine, tryptophan and phenylalanine.
Élelmiszervizsgalati Közlemények. 66 (3), 3105-3116, 2020. ISSN: 0422-9576.
16. Kiss, D., **Juhászné Tóth, R.**, Zurbó, Z., Csapó, J.: Élelmiszerek aminosav összetételének meghatározása fotometriás módszerekkel, 2. rész - A metionin, a cisztin, a lizin és az arginin meghatározása = Determination of amino acid composition of foods by photometric methods, Part 2 - Determination of methionine, cystine, lysine and arginine.
Élelmiszervizsgalati Közlemények. 66 (4), 3177-3187, 2020. ISSN: 0422-9576.

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (1)

17. Rakonczás, N., **Juhászné Tóth, R.**, Soós, Á., Kállai, Z., Kovács, B., Holb, I., Kovács, S.: Could bentonite product choice fit the desired wine style?
Mitteilungen Klosterneuburg. 70, 87-101, 2020. ISSN: 0007-5922.
IF: 0.571

Egyéb folyóiratközlemények (1)

18. Kiss, D., **Juhászné Tóth, R.**, Csubák, M.: Parlagfűmag olajtartalmának extrakciója.
Magyar Gyomkut. Tech. 20 (1), 93, 2019. ISSN: 1586-894X.

Magyar nyelvű konferencia közlemények (1)

19. Kiss, D., **Juhászné Tóth, R.**, Csapó, J.: Élelmiszerek és takarmányok fehérjetartalmának meghatározása fotometriás módszerekkel.
In: XXIV. Tavasz Szél Konferencia 2021: Tanulmánykötet I.. Szerk.: Molnár Dániel, Molnár Dóra, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest, 133-143, 2021. ISBN: 9786158199117

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (3)

20. Kiss, D., **Juhászné Tóth, R.**, Csapó, J.: Élelmiszerek és takarmányok fehérjetartalmának meghatározása fotometriás módszerekkel.
In: XXIV. Tavasz Szél Konferencia 2021 : Absztraktkötet. Szerk.: Molnár Dániel, Molnár Dóra, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest, 80, 2021. ISBN: 9786155586996





21. Kiss, D., **Juhászné Tóth, R.**, Zurbó, Z., Csapó, J.: Élelmiszer alapanyagok fehérjetartalmának és aminosav-összetételének meghatározása fotometriás módszerekkel.

In: Magyar Táplálkozástudományi Társaság XLIV. Vándorgyűlése programja és az előadások összefoglalói. Szerk.: Antal Emese, Biró Lajos, Gelencsér Éva, Lugasi Andrea, Rurik Imre, Magyar Táplálkozástudományi Társaság, Budapest, 24, 2019. ISBN: 9786155606090

22. Zurbó, Z., **Juhászné Tóth, R.**, Kiss, D., Csapó, J.: Prebiotikumok előállítása di- és trikarbonsavak, valamint a laktóz reakciójával.

In: Magyar Táplálkozástudományi Társaság XLIV. Vándorgyűlése programja és az előadások összefoglalói. Szerk.: Antal Emese, Biró Lajos, Gelencsér Éva, Lugasi Andrea, Rurik Imre, Magyar Táplálkozástudományi Társaság, Budapest, 60, 2019. ISBN: 9786155606090

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 0,678

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre):
0,107**

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

Debrecen, 2024.01.22.

