

Ketózis monitoring eljárás bevezetése rutin teljesítményvizsgálati tejminták vizsgálatával

Dr. Monostori Attila, Dr. Dégen László

Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft.

Irodalmi áttekintés

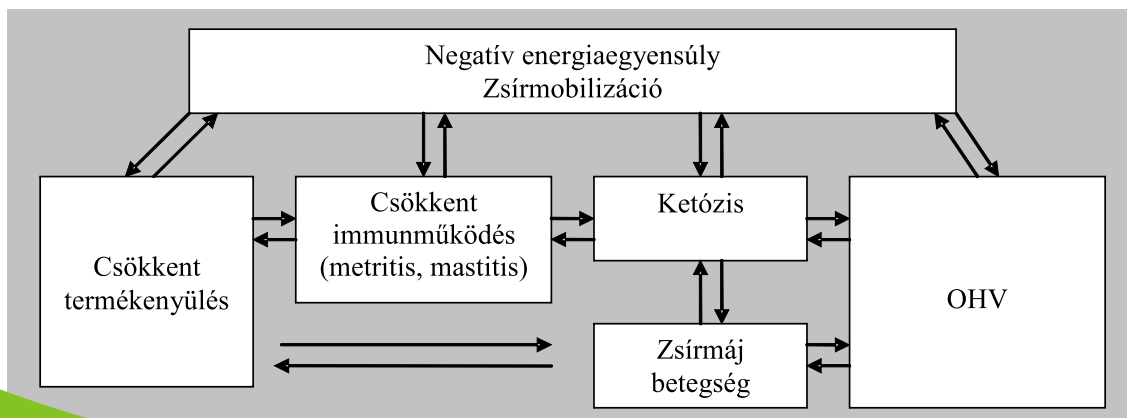
A tejelő tehenek ellés utáni metabolizmusa hatalmas változáson megy keresztül, miután a tejtermelés általában olyan gyorsan emelkedik, hogy a takarmányfelvétel önmagában nem képes lépést tartani a megnövekedett energiaszükséglettel (Bauman és Currie, 1980; Baird, 1982). Azoknál a teheneknél, amelyek nem képesek alkalmazkodni a negatív energiamérleghez, a ketonanyagok felszaporodnak a vérben (ketonémia), megjelennek a vizeletben (ketonuria) és a tejben (ketolactia) is, ketózis alakul ki. Az 1990 évek végétől a ketózis vált a legfontosabb anyagforgalmi problémává az Egyesült Államokban. A kisebb tenyészetek általában túlbecsülik a ketózis klinikai megnyilvánulását, míg a nagy tenyészetek viszont alábecsülik annak fontosságát (Oetzel G. R., 2007). Egyéb felmérésekben az előfordulási gyakoriságot 7% és 34 % közé helyezik nemzetközi szinten (Duffield, 2000). Hazai felmérésekből is ezen értékek közé sorolják a Magyarországi állományokat (Brydl, 2008).

A szervezetben a ketonanyagok eredete lehet exogén és endogén. Az exogén eredet mindig hibás takarmányozásból, vajsavasan erjedt takarmányok etetéséből ered. Az endogén eredet főként a hosszú szénláncú zsírsavak bontásából származik, melyek a zsírmobilizációból származnak. Kis mértékben a bendő eredetű illő zsírsavakból, de ezek mennyisége elenyésző. Megállapítható, hogy bármi, ami fokozza a zsírmobilizációt (betegség, csökkent takarmány felvétel) növeli a ketózis kockázatát.

A szubklinikai ketózis meghatározása Andersson, 1988 szerint az, amikor többlet keton test található a keringési rendszerben anélkül, hogy klinikai tünetet okozna. A keringési rendszerben lévő ketontestek közül a béta hidroxilajsavat (BHB) használják leggyakrabban (ami a keringő ketonanyagok kb. 80%-át teszik ki) a szubklinikai ketózis kimutatásához. Az vérplazma élettani értéke tehenben legfeljebb 0,85 mmol/l. A fokozott ketogenezis a májban és a periférián csökkent ketolízis eredményeként gyakran 0,35 mmol/l feletti acetecetsav (Ac) és 1,00 mmol/l feletti BHB mérhető. A vér-vizelet-tej ketonanyag koncentráció aránya általában 5:10:1. (Gál, 1999). Az alacsonyabb BHB küszöbérték a szubklinikai ketózis diagnózisához 1,2 mmol/l. Más tanulmányokban az alsó küszöbértéket 1,0 - 1,4 mmol/l közöttinek veszik. A szubklinikai ketózis felső határértéke (a meghatározás szerint) amikor már megjelennek a klinikai tünetek. Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy a klinikai tünetek nagyban különböznek állományonként. A 3,0 mmol/l vagy annál nagyobb BHB értékek jelentik a szubklinikai ketózis felső határértékét (Oetzel, 2004; McArt és mtsai, 2011). Egy állományon belül a klinikai és szubklinikai ketózis előfordulását a „jéghegy - effektussal” jól jellemezhetjük.

A Negatív energiamérleg és a következményesen kialakuló szubklinikai ketózis következményei és a kialakult betegségek, tünetek egymáshoz való viszonyát és komplexitását jól érzékelteti az 1. ábra.

1. ábra. A negatív energia egyensúly és a fokozott zsírmobilizációból következő betegségek, és ezek egymáshoz való viszonya.



A ketózis kialakulásáért felelős energiaforgalmi zavarok előfordulásának gyakorisága a magyarországi állományokban jelentős, azonban az állományok és évek közt eltérések lehetnek. Egy itthoni tanulmány szerint az ellést követő 1-7 napban (ellettő) minden második, az ellés előtti 14 napban (előkészítő), illetve az ellést követő 8 - 30

napban (fogadó) minden ötödik tehen érintett energiaforgalmi zavar szubklinikai formájában (Könyves, 2013)

A ketózisokat előfordulási idejük és megjelenési formájuk alapján több csoportba oszthatjuk:

1.táblázat Tejelő állományokban megfigyelhető ketózis típusok (Oetzel G. R. 2007.)

Eredmény	Ketózis típusa		
	I. típus	II. Típus	Vajsavas szilázs
Leírás	Spontán Alultakarmányozás	Kövér tehen Zsíros máj	Nedves szilázs
Vér BHBA	Nagyon magas	Magas	Nagyon magas vagy magas
Vér NEFA	Magas	Magas	Normál vagy magas
Vér glükóz	Alacsony	Alacsony (kezdetben lehet magas)	Változó
Vér inzulin	Alacsony	Alacsony (kezdetben lehet magas)	Változó
Test kondíció	Valószínűleg sovány	Gyakran kövér (lehet, hogy már veszített a zsírból)	Változó
NEFA sorsa	Keton testek	Kezdetben triglicerid a májban majd keton testek	Változó
Máj glükogenezis	Magas	Kicsi	Változó
Máj patológiája	Nincs	Zsírtej	Változó
Legnagyobb a kockázata	3 - 6 hét ellés után	1 - 2 hét ellés után	Változó
Prognózis	Kiváló	Gyenge	Jó
Diagnózis	Korai laktáció BHB	Ellés előtti NEFA	Szilázs illózsírsav analízis
Beavatkozás	Ellés utáni menedzsment és takarmányozás	Ellés előtti menedzsment és takarmányozás	Szilázs megsemmisítése vagy hígítása

I. típusú ketózis: Spontán vagy alultakarmányozás miatt kialakuló ketózis. Tipikusan az ellést követő 3 - 6 hétben alakul ki. Azért nevezik I. típusú ketózisnak, mert sok hasonlóságot mutat az I. típusú diabetes mellitus-szal. Mindkét esetben alacsony a vér inzulin koncentrációja, habár ez különböző okokra vezethető vissza. Az I. típusú diabetes mellitus esetében az elégtelen hasnyálmirigy működése miatt, az I. típusú ketózis esetében pedig azért, mert krónikus hipoglikémia alakul ki a glükózprekursorok (limitáló faktor) hiánya miatt. Az I. típus a ketózis klasszikus formája. A tehenek valamilyen takarmányozási hiba következtében egyszerűen nem képesek lépést tartani a tejtermelésük energiaszükségletével. Az I. típusú ketózisban lévő állatok nagyon jól reagálnak a ketózis elleni kezelésekre. Csak egy „kis lökés” kell nekik, hogy utolérjék az energiaszükségletüket. Kulcsfontosságú, hogy maximalizáljuk az állatok energiafelvételét a laktáció elején.

II. típusú ketózis: A ketózisnak ez a formája magában foglalja a régebbi elnevezés szerinti „kövér tehen szindrómát” is, de ennél több állatra is kiterjed. A

ketózisnak ez a formája az ellést követő 1 - 2 hétben alakul ki, és érinti az összes egyed, amelyik ellés előtt vagy elléskor súlyos negatív energiamérleg állapotba kerül. Azért hívják II. típusú ketózisnak, mert metabolikus kialakulása hasonlít a II. típusú diabetes mellitus kialakulásához. A vér inzulinszintje és a vércukorszint mindkét esetben magas (habár csak átmenetileg a II. típusú ketózisban szenvedő teheneknél.) Az inzulin rezisztencia jellemző mindkét esetben. A kövérség fontos szerepet játszik az inzulin rezisztencia kialakulásában. A II. típusú ketózisba tartoznak mindazok a tehenek, amelyek súlyos negatív energia egyensúlyba kerülnek, és nagymértékben elkezdik mobilizálni a zsírtartalékaikat már az ellés előtt vagy az elléskor. A kövér tehenek vannak kitéve a legjobban ennek a problémának, mert náluk a csökkent szárazanyag-felvétel tovább tart (Treacher és mtsai., 1986), de a sovány tehenek számára ugyanúgy kockázatos, ha az előkészítő és/vagy ellés körüli takarmányozási menedzsment gyenge. A probléma kialakulásában nem az elhízás játssza a döntő szerepet, hanem az, hogy már ellés előtt fokozott zsírmobilizáció alakul ki.

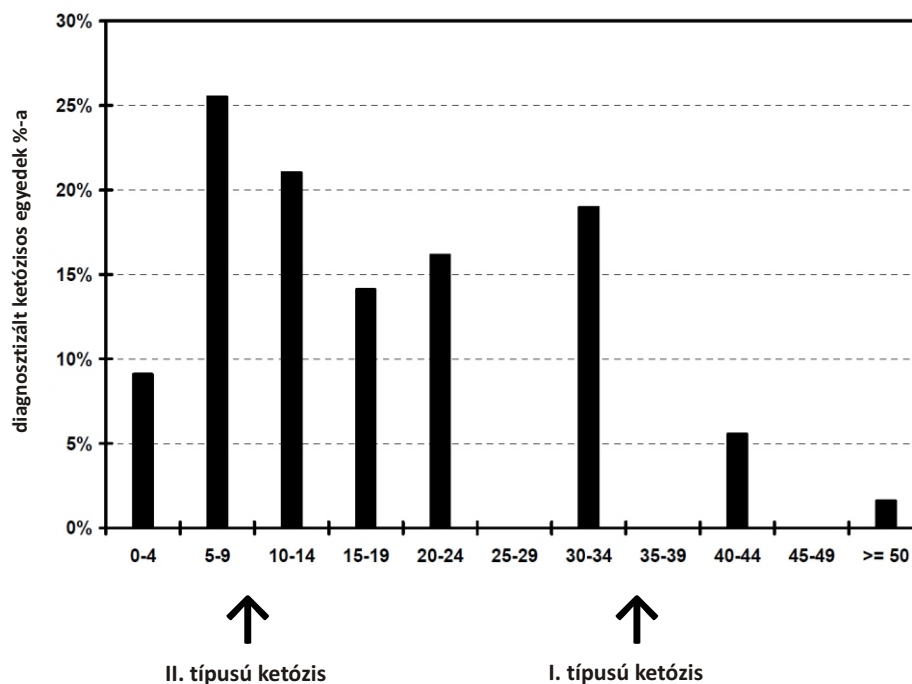
A II. típusú ketózis kialakulásában az alapvető kiváltó ok a zsírmáj-szindróma. A májnak a zsírral való átszóttsága az ellés időpontjára nagyjából kialakul, de klinikailag nem jelent problémát egészen az ellésig. Ez rontja a máj glükogénikus kapacitását, amely nagymértékben növeli a ketózis kialakulásának kockázatát a tejtermelés elindulásával. A zsírmáj szindrómával érintett tehenek az ellés utáni 1. vagy 2. héten ketózisosak lesznek. Ha a zsírmáj már kialakult, az ellés utáni menedzsmentnek korlátozott a hatása a II. típusú ketózis kockázatát illetően, ugyanis a zsírmáj-szindrómával érintett tehenek szükségszerűen ketózisosak lesznek - az energia egyensúlyuk és a stressz miatt - már az ellés előtt vagy közvetlenül utána (Oetzel G.R. 2007). A kövér tehenek fokozottan hajlamosak a zsírszövet érzékenységére, ami abban nyilvánul meg, hogy stressz vagy negatív energiámérleg esetén rendkívül gyorsan mobilizálják a zsírtartalékaikat. Ez tovább súlyosbítja az állat problémáját, mert a többlet mobilizált zsír

növeli a májban a zsír lerakódását, ami keton anyagok képződéséhez vezet, és még jobban csökkenti az étvágyat. A nagyon kövér tehenek közvetlen az ellés után metabolikus spirálba kerülnek és ez nagyarányú elhulláshoz vezethet (Oetzel G.R. 2007).

Vajsavas szilázs okozta ketózis: Némely állománynál állandó ketózis probléma alakul ki vajsavas szilázs miatt (Tveit és mtsai., 1992). A fűfélék szilázssai, amelyeket túl nedvesen takarítanak be (nem megfelelő fonnyasztási idő betartásával vagy egy menetben szilázsnak készítenek), vagy amelyek kevés vízben oldható szénhidrátot tartalmaznak, kedvező feltételeket biztosítanak a klosztridiumok elszaporodásának. Ezek a baktériumfajok a fermentálható szénhidrát egy részéből vajsavat fermentálnak a kívánatos tejsav helyett.

A ketózisok megjelenésének időrendiségét figyelembe véve (2. ábra) a kiváltó okokat külön-külön elemezzük.

2. ábra. A diagnosztizált ketózis aránya a laktációs napok számának függvényében (1088 tehen 73 állományban). Oetzel, 2007



Tenyészetektől függően a ketózis megjelenésének prevalenciája 7 - 14% között mozoghat a laktáció első 60 napjában, és ezen belül is az első két hétben gyakoribb (Könyves, 2013). A kórjelzésben alapvetően a ketonanyagok kimutatására támaszkodunk. Ez történhet a vérből (szérum), tejből és a vizeletből is. Az értékeléseknél azonban figyelembe kell venni, hogy mely ketonanyagot, és honnan származó mintát vizsgáltunk.

A ketózis mérések „gold standard”-je a vérből történő BHB szint mérés. Ez a ketontest sokkal stabilabb a vérben, mint az aceton, vagy a vajsav (Tyopponen and Kauppinen,

1980). A szubklinikai ketózis kórjelzésében leggyakrabban a BHB szintet veszik figyelembe. A vérből történő laboratóriumi meghatározások során attól függően, hogy honnan történt a mintavétel, eltérő eredményt kapunk a BHB-ra (Mahrt A. 2014).

A tejből történő diagnózist megnehezíti, hogy itt alacsonyabb ketontestek koncentrációja, mint amit vérből mérhetünk. A tej BHB koncentrációja azonban mindig magasabb, mint az acetoacetát vagy aceton koncentrációja, ezért a tej BHB mérése alkalmasabb a ketózis diagnosztizálására. Ma már megoldott a

teljesítményvizsgálati tejből történő AC és BHB koncentráció meghatározása is. A mérések kielégítő pontossággal elvégezhetőek FITR spektrofotometriás eljárással (A.P.W. de Roos 2006).

A szubklinikai ketózt a gyakorlati teljesítményellenőrzés is jelezheti, mivel ez a betegség együtt jár a zsír és karbamid szint növekedéssel, illetve a fehérje, laktóz csökkenéssel (Miettinen 1994, Reist et al. 2002). Mivel ezeket a paramétereket más tényezők is befolyásolják, ez az összefüggés nem a legmegfelelőbb indikátor a ketózis kimutatására. A tejszír:tejfehérje arány vizsgálatával azonban értékes információkhoz juthatunk. Bendő acidózisnál vagy SARA esetében csökken ez az arány, és a tejszír 2,5 % alatt van. Ketózis esetében emelkedik ez az arány és 1,5 -nél magasabb értékeket tapasztalunk. Fontos megemlíteni, hogy ebben az esetben interferencia van a bendő-acidózis és a ketózis közt, hisz az előbbi csökkenti, az utóbbi növeli a zsír%-ot, egyes esetekben a kettő el is fedheti egymást.

Áttételesen a negatív energiamérlegből (NEB) is következtethetünk a ketózisra. Ha a NEB huzamosabb ideig fennáll, akkor előbb vagy utóbb a BHB koncentráció is emelkedni fog.

A tejből történő szubklinikai ketózis állományszintű előrejelzéséhez ma már több irány is létezik (ICAR, 2015) Európában. Az egyes modellek az AC és BHB koncentrációkat mérik, bár eltérően értékelik. Az USA-ban Barbano D. és mtsai. (ICAR, 2015) megállapították, hogy a metabolikus problémákat a „de novo” zsírsav szintézis csökkenése jelzi. A zsírsav összetételén belül ketózis esetén a „de novo zsírsavak” mennyisége csökken.

Napjainkban az olajsav koncentrációjából következtethetünk az energiahiányos állapot nagyságára. Gross J. és mtsai 2011. bizonyították, hogy indukált NEB hatására a C18:1,9 cisz olajsav koncentrációja a tejben szignifikánsan megemelkedik, jelezvén hogy a testszövetekből jelentős mennyiségű zsír mobilizálódott. Ugyanerre a megállapításra jutottak Van Haeleest és mtsai 2008.

A legfontosabb elv, miszerint a szubklinikai ketózis takarmányozás menedzsmenti probléma, míg a klinikai ketózis állatorvosi feladat. Ez az elv behatárolja a gyógykezelés mikéntjét is. A beavatkozások célja a negatív energiaegyensúlyi helyzet megszüntetése. Specifikus gyógyszer nincs, alapelv a vér glükóz koncentrációjának helyreállítása, a máj glükogén tartalmának emelése a lipolízis és ketogenezis visszaszorítása.

Anyag és módszer

A cél létrehozni egy olyan olcsó és könnyen kivitelezhető, de stabil monitoring rendszert, mely alkalmas a tejelő állományokban a szubklinikai ketózis kockázatának becslésére, és információt szolgáltatni mind az egyed mind az állomány vonatkozásában. Első

lépésben a terhelt egyedeket kell azonosítani egy állományon belül, majd ezen tehenek arányát kell meghatározni az összes létszámhoz képest. Így a szubklinikai ketózzal érintett állományokat is fel lehet deríteni. Mivel a szubklinikai ketózis leggyakrabban az ellés utáni 5-100. nap közt fordul elő, a rendszer csak ezen teheneket értékeli.

A vizsgálatokat FTIR (Furier Transform Infrared Spectrometry) infravörös spektroszkópia elven működő Bentley FTS/FCM 500-as kombi gépeken végeztük. A kalibráció a mérések alapján a vér BHB koncentrációjára következtet. A kalibráció fejlesztése a vér BHB koncentráció méréseken alapult, de figyelembe vesz más méréseket is. Különös tekintettel a különböző ketontestek szintjére, és az összes olyan tej alkotóra (tejszír, tejfehérje, tejcukor, karbamid, zsírsav), amely közvetve vagy közvetlenül az anyagcsere forgalom zavaraihoz kapcsolódik (Bentley, 2013).

A monitoring eljárás kidolgozása során a tejből különböző paramétereket mértünk, melyeket kiegészítettünk vérvétellel és abból történő paraméterek (glükóz, NEFA, BHB) meghatározással. Majd a mért és számított adatok alapján soroltuk kockázati csoportokba a teheneket.

A ketózis jelző rendszernek a tehenek besorolásához az alábbi adatokra van szüksége:

- tehen azonosító
- utolsó ellés dátuma laktációs napok kiszámolásához
- tejszír %
- tejfehérje %
- tejcukor %
- tejkarbamid érték
- olajsav (OA) érték
- béta-hidroxi vajsav (BHB) érték

Számított adatok:

- OA/TP olajsav valódi fehérje arány (TP tru protein)
- OA/F olajsav zsír % arány (F fat)
- F/P zsír fehérje arány
- F/L zsír % és tejcukor (L laktóz) arány

Számítás menete:

1. Csak a laktáció első 100 napjában lévő tehenek adataival kell elvégezni az értékelést.
2. Kategorizálni kell a teheneket: olajsav értékek OA, OA/TP arány, OA/F arány, F/P arány, F/L arány alapján.
3. A mért és számított értékekhez nagyságuk alapján diszkrét értékeket rendelünk. Ezek összes értéke dönti el, hogy egy tehen melyik kockázati csoportba tartozik.

A fentiekben leírt módon kiszámolt súlyozott értékeket összegezni kell és a kapott összegzett értékek alapján kell az egyedeket besorolni a „szubklinikai ketózisra kockázatos tehenek” vagy a „szubklinikai ketózis gyanúja nem áll fenn” kategóriákba. Az összes vizsgált (a laktáció első 100 napjában lévő tehenek) egyedre vonatkozóan el kell végezni egy százalékarány számítást. Ha az összes vizsgált egyednek több mint 10%-a „szubklinikai ketózis gyanúja fennáll” kategóriába tartozik akkor *állomány szintű szubklinikai ketózis* áll fenn a telepen! Azoknál az egyedeknél, amelyek az előző besorolás alapján a „szubklinikai ketózis **gyanúja áll fenn**” kategóriába kerültek, a mért BHB értékek alapján is meg kell vizsgálni. Amennyiben a BHB érték nagyobb, mint 1,4, akkor az

egyedet be kell sorolni a „*klinikai ketózis gyanúja áll fenn*” kategóriába.

Vizsgálatainkat két hónapon keresztül négy eltérő adottságú, elhelyezkedésű és létszámú magyarországi telepen végeztük el. A telepi és takarmányozási menedzsment is különböző szintű volt. A telepek termelési mutatói és az elvégzett vizsgálati számokat a 4. táblázat tartalmazza.

A vizsgálatok során a teljesítményvizsgálati tejmintákat használtuk fel és a mérési eredmények alapján megjelöltük a kockázatos tehenek csoportját, melyekből vért vettünk további vérvizsgálatokra (SZIE, ÁOTK, Állathigiéniai Tanszék - NEFA, BHBB, glükóz).

3.táblázat. A vizsgálatban részt vett tenyészetek termelési adatai, és az elvégzett vizsgálatok száma.

BHB kalibráció – február								
telep	záró létszám	fejt létszám	tejtermelés (kg)	fejési átlag	OA	BHBM	NEFA	BHBB
A	1450	1179	32 996	27,99	352	352	37	37
B	550	498	11 428	22,95	112	112	11	11
C	564	499	12 034	24,12	100	100	12	12
D	449	403	12 437	30,86	84	84	12	12
ÖSSZ					648	648	72	72
BHB kalibráció – március								
B	561	486	11564	23,79	56	56	10	10
C	579	514	12149	23,64	99	99	12	12
D	458	410	12428	30,31	72	72	9	9
Össz.					227	227	31	31

Eredmények

A kapott eredmények értékelésénél a vérmintákból kapott BHB mérési adatokat vettük „gold standard”-nek, és ehhez hasonlítottuk a tejvizsgálati eredményeket, melyeket a 4. táblázat tartalmaz részletesen. A könnyebb átláthatóság érdekében sárga színnel jelöltük az élettani értékeknél magasabb szinteket a vérvizsgálat során, zöld színnel a tej esetében magasnak vélt eredményeket. Összesen 84 vérvizsgálati eredmény került összehasonlításra a 103- ból. Ennek oka, hogy a haemolizált mintákat nem vettük figyelembe, mivel a haemolízis torzítja a mérési eredményeket, illetve az adatfeldolgozás során is „elvesztettünk” pár adatot.

A NEB nagyságának megállapításánál a vérből mért NEFA szinteket vettük alapul, és hasonlítottuk össze a tejből mért olajsav eredményekkel és számított paraméterekkel. A vérvizsgálatok alapján 17 egyed volt kóros, súlyos fokú negatív energiaállapotban, amiből a tejvizsgálat 15 egyednek nyilvánított érintettnek. A tejvizsgálati módszer szenzitivitása 88,24%-nak bizonyult. Ennek alapján a módszer specifitása 52,24 %. A minta szerinti prevalencia szintek a vér esetében 0,20, míg tej esetében 0,54.

A ketotikus tehenek megállapításánál a vérvizsgálatoknál a Magyarországon használatos 0,8 mmol/l feletti szinteket tekintettük érintettnek (szubklinikai ketózis),

míg tej esetében az 1,4 mmol/l feletti koncentrációt. Itt újra meg kell említeni, hogy a tejből végzett BHB mérés esetében a rendszer a vér BHB szintekre következtet. A vérvizsgálat által 21 egyed volt pozitív, amiből a tej monitoring 13 egyedet azonosított (szensitivitás 61,90%). A specificitás 63,49% - nak bizonyult. A ketózis vizsgálatok esetében a minta szerinti prevalencia a vérvizsgálatoknál 0,25, tej esetében 0,43.

Az előfordulási gyakoriságot vizsgálva (5. táblázat) megállapítható, hogy a kóros negatív energiaállapot a fejt létszámhoz viszonyítva 1,7 % és 13,48 % közt mozog. Ha a fogadó csoport nagyságához viszonyítjuk (ahol a mérések történtek), akkor az előfordulási gyakoriság már 9,72 % és 45,17 % közt mozog. Ketózis esetében ezek a számok a fejt létszám esetében 1,03 % és 11,45 % köztiek, míg a fogadó csoportban 7,07 % és 38,35 %.

4. táblázat. A vérből és a tejből mért eredmények

Tehén száma	Laktációs nap	Vérből mért paraméterek			Tejből mért paraméterek		Számított értékek			
		Glükóz	BHB	FFA	OA	BHB	OA/TP	OA/F	F/P	F/L
7601	21	4	0,31	0,03	0,73	1,47	0,31	0,2	1,18	0,74
7528	23	4,24	0,34	0,03	0,32	0,52	0,16	0,11	1,05	0,68
8361	14	3,97	0,33	0,07	0,58	1,22	0,29	0,19	1,12	0,61
7600	11	3,57	1,86	0,29	0,48	0,75	0,21	0,14	1,16	0,74
9119	20	3,53	2,79	0,3	0,48	0,59	0,19	0,13	1,11	0,73
8757	15	4,34	0,45	0,05	0,41	0,15	0,17	0,12	1,12	0,73
8621	12	4,17	0,23	0,1	0,93	1,66	0,42	0,21	1,53	0,88
9317	18	5,03	0,36	0,25	0,75	1,18	0,31	0,18	1,26	0,79
8679	5	4,24	0,75	0,07	0,47	0,72	0,23	0,15	1,08	0,63
8312	26	3,85	0,23	0,05	0,66	0,82	0,26	0,16	1,23	0,84
7818	7	3,48	0,3	0,13	0,91	1,81	0,41	0,22	1,39	0,86
8215	23	3,87	0,46	0,05	0,88	1,45	0,37	0,21	1,46	0,91
8380	82	3,62	0,55	0,08	0,52	1,21	0,21	0,15	1,08	0,73
7942	14	3,34	0,39	0,08	0,89	1,61	0,36	0,21	1,43	0,85
7931	10	4,05	0,35	0,05	0,86	1,27	0,32	0,21	1,26	0,85
2416	24	3,65	0,4	0,19	1,29	1,81	0,45	0,22	1,71	1,27
7014	15	2,94	1,5	0,42	1,55	2,79	0,48	0,27	1,74	1,27
7558	29	4,18	0,3	0,06	0,89	1,31	0,29	0,19	1,41	0,94
7077	20	3,06	0,85	0,26	1,26	2,21	0,41	0,24	1,64	1,12
6629	66	2,85	0,26	0,03	0,63	1,21	0,24	0,17	1,32	0,75
8358	21	3,83	0,14	0,04	0,61	0,48	0,19	0,14	1,29	0,88
7981	244	3,35	0,18	0,02	0,59	0,46	0,17	0,12	1,34	1,08
6959	81	3,36	0,05	0,02	0,48	0,87	0,15	0,14	1,07	0,72
8302	50	3,78	0,37	0,08	1,51	2,54	0,53	0,18	2,79	1,92
7030	37	3,59	0,34	0,07	0,71	1,08	0,26	0,15	1,61	0,99
7544	31	3,43	0,39	0,07	1,04	2,01	0,35	0,21	1,62	1,02
7727	45	3,77	0,33	0,04	0,55	0,99	0,21	0,15	1,31	0,75
6553	17	3,96	0,34	0,06	0,93	1,76	0,33	0,23	1,14	0,74
1069	24	4,23	0,58	0,09	1,15	1,71	0,47	0,25	1,58	1,08
7531	21	3,55	2,03	0,12	1,46	2,93	0,79	0,29	2,16	1,09
2177	29	4,03	0,31	0,02	0,64	1,59	0,27	0,21	0,97	0,61
8061	8	3,89	0,98	0,12	0,94	1,32	0,34	0,22	1,27	0,97

Tehén száma	Laktációs nap	Vérből mért paraméterek			Tejből mért paraméterek		Számított értékek			
		Glükóz	BHB	FFA	OA	BHB	OA/TP	OA/F	F/P	F/L
6260	111	3,47	1,31	0,33	1,44	1,76	0,42	0,23	1,54	1,5
1377	8	3,7	0,32	0,11	0,91	1,54	0,33	0,22	1,13	0,86
6456	9	3,95	0,61	0,20	1,41	2,29	0,48	0,24	1,74	1,39
758	10	4,13	1,16	0,30	1,79	3,13	0,89	0,31	2,26	1,27
6185	16	4,31	0,71	0,22	1,45	2,21	0,54	0,26	1,81	1,42
3082	9	4,22	0,3	0,16	0,93	0,91	0,29	0,22	1,09	0,94
1387	7	3,55	1,45	0,28	2,28	3,17	0,76	0,29	2,27	1,98
5623	31	3,78	0,33	0,04	0,49	1,11	0,22	0,16	1,01	0,63
1363	19	3,4	1,99	0,38	1,14	2,21	0,41	0,31	1,11	0,82
7867	31	4,35	0,23	0,04	0,62	1,41	0,28	0,24	0,89	0,53
692	10	3,67	0,89	0,18	1,75	2,27	0,58	0,26	1,91	1,65
6960	16	4,53	0,41	0,23	0,91	1,76	0,34	0,27	1,05	0,69
1329	17	4,36	0,38	0,16	0,59	1,53	0,26	0,23	0,91	0,52
1865	25	5,34	0,38	0,02	0,51	0,11	0,14	0,16	0,83	1,01
5607	12	4,62	1,06	0,36	1,97	2,19	0,76	0,27	2,41	1,76
6500	11	4,49	1,34	0,16	1,83	2,81	0,64	0,29	1,89	1,46
1770	19	3,9	0,27	0,06	0,84	1,67	0,29	0,22	1,24	0,78
6682	25	3,13	6,77	0,43	2,14	3,73	0,84	0,34	2,15	1,37
7399	9	3,87	0,49	0,23	1,02	1,46	0,36	0,26	1,21	0,84
8069	21	4,25	0,46	0,17	0,93	1,88	0,41	0,23	1,39	0,83
8137	31	3,88	0,69	0,26	0,61	0,86	0,21	0,17	1,01	0,81
6552	19	4,11	0,32	0,07	1,07	1,83	0,47	0,26	1,39	0,88
6991	20	3,27	2,07	0,10	1,38	2,55	0,54	0,27	1,61	1,02
7558	63	3,69	0,52	0,01	0,48	0,61	0,22	0,14	1,11	0,76
7844	12	2,77	1,15	0,03	0,82	1,11	0,31	0,19	1,29	1,02
7846	80	3,5	0,7	0,01	0,45	0,96	0,21	0,12	1,33	0,84
8302	84	3,16	0,92	0,02	0,53	0,87	0,29	0,17	1,17	0,73
8025	61	4,04	0,36	0,01	0,94	1,63	0,42	0,21	1,55	1,01
7600	67	3,33	0,71	0,01	0,45	0,81	0,27	0,11	1,51	0,91
7722	26	3,54	0,35	0,02	0,31	0,89	0,18	0,16	0,71	0,78
6915	63	3,54	0,93	0,01	0,44	0,87	0,23	0,14	1,13	0,71
6892	21	3,49	2,36	0,10	0,89	1,61	0,34	0,21	1,34	0,95
8456	29	3,57	1,06	0,03	0,71	1,12	0,32	0,17	1,43	0,85
8198	14	4,14	0,43	0,03	0,64	0,04	0,22	0,16	1,12	0,89
8375	54	3,68	0,56	0,01	0,52	0,65	0,24	0,13	1,33	0,84
2394	7	4,81	0,52	0,04	0,81	0,91	0,29	0,21	1,11	0,81
8371	22	4,4	0,74	0,10	0,91	2,11	0,51	0,24	1,47	0,77
7641	29	3,01	0,8	0,07	0,35	1,01	0,17	0,18	0,68	0,39
7794	29	4,22	0,63	0,02	0,31	0,79	0,17	0,15	0,77	0,45

5.táblázat. A monitoring rendszerbe mért kóros negatív energiaállapot és ketózis előfordulási gyakorisága a fejt illetve a fogadó csoport nagyságához viszonyítva.

Februári vizsgálatok								
Telep	Fejt létszám	Mért létszám (fogadó csoport)	NEB (db)	NEB (%) fejt	NEB (%) fogadó	Ketózis (db)	Ketózis (%) fejt	Ketózis (%) fogadó
A	1179	352	159	13,48	45,17	135	11,45	38,35
B	498	112	27	5,42	24,11	12	2,41	10,71
C	499	100	24	4,81	24,00	9	1,80	9,00
D	403	84	35	8,68	41,66	33	8,19	39,29
Márciusi vizsgálatok								
B	486	56	12	2,47	21,43	5	1,03	8,93
C	514	99	17	3,31	17,18	7	1,36	7,07
D	410	72	7	1,70	9,72	6	1,46	8,33

Következtetések

A szubklinikai és klinikai ketózis diagnózisának „gold standard”-je a vérből történő BHB koncentráció meghatározása. Azonban az állományok invazív beavatkozás nélküli rutinszerű monitorozására a tej vizsgálati módszerek alkalmasabbak. Érzékenységük kisebb, mint a vérvizsgálatoké, de megfelelőek a takarmányozási és menedzsment problémák jelzésére, és ezen keresztül a szubklinikai ketózis gyakoriságának, és az állomány érintettségének feltárására, becslésére. Az előfordulási gyakoriság (prevalencia) megegyezik a nemzetközi és hazai irodalomban található adatokkal. A szenzitivitási és specifitási mértékek hasonlóak a nemzetközi gyakorlatban használatos tejből végzett

monitoringok adataihoz (Kowalsky, 2015). Ezért a rutin teljesítményvizsgálati tejből végzett monitoring program alkalmas a fokozott energiahiányos állapot állomány-szintű jelzésére, ezen keresztül a szubklinikai ketózisban érintett egyedek felderítésére is.

Az egyedi klinikai ketózis gyanújának megállapítása során azt tapasztaltuk, hogy a ketózisosnak mondott tehének közül jó néhány nem volt az (klinikai tünetet nem mutatott, és a véreredmények sem igazolták a betegséget). Illetve volt olyan valóban ketózisos tehén, amit nem talált meg a kiértékelő rendszerünk. Azonban jól jelezte a rendszer (az OA és BHB emelkedéssel), ha bármilyen betegségből adódóan a tehén étvágya és takarmány-felvétele csökkent.

