

Szent István Egyetem, Állatorvos-  
tudományi Kar

Nagyállatklinika

*A szubklinikai ketózis előfordulásának  
vizsgálata hazai tehenészetekben*

**Készítette:** Bérdi Petra

**Témavezető:** dr. Szelényi Zoltán

Nagyállatklinika, Üllő

Budapest

2012

# Tartalomjegyzék

1. Bevezetés .....	3
2. Irodalmi áttekintés.....	4
2.1 A ketonaemia kórfejlődése.....	4
2.2 Klinikai tünetek .....	6
2.2.1 Klinikai ketózis.....	7
2.2.2. Szubklinikai ketózis .....	7
2.3 A szénhidrát-anyagforgalmi zavarok kapcsolata más betegségekkel.....	8
2.3.1 Baloldali oltógyomor-helyzetváltozás .....	8
2.3.2 Szaporodásbiológiai következmények.....	9
2.3.3 Tejtermelés-csökkenés.....	10
2.3.4 Egyéb befolyásoló tényezők .....	11
2.3.5 A szubklinikai ketózis előfordulása a laktáción belül.....	12
2.4 Az energiaháztartás zavarainak monitorozása.....	12
2.5 Ketonanyagok laboratóriumi kimutatása .....	13
2.6 Mintavételkor kerülendő hibák.....	14
3. Anyag és módszer .....	15
4. Eredmények.....	17
5. Megbeszélés .....	19
6. Összefoglalás .....	22
7. Summary .....	23
8. Köszönetnyilvánítás.....	24
9. Irodalomjegyzék.....	25

## 1. Bevezetés

A szarvasmarhák az ellés körüli időszakban különböző anyagcsere-betegségekben szenvedhetnek. Nagy tejtermelésű állományokban a laktáció elején a tejtermelés mértéke és energiaszükséglete gyorsabban nő, mint az állat szárazanyag-felvevő képessége. Ezt a 8-12 hétig tartó intervallumot negatív energiamérleg (negative energy balance-NEB) jellemzi. A tejtermelés 4-6 hét alatt eléri a maximumát, de a (fiziológiás) NEB állapota csak később, a 8-12. hét után áll helyre. A különböző anyagcsere-profilvizsgálatok egyik legfontosabb kérdése az állatok energiaforgalma. Az ellés körüli (tranzíciós) időszak leggyakoribb betegségei közé tartozik a szénhidrát-anyagcsere zavara, a ketózis. Mind a megelőző intézkedéseknek, mind a betegség felderítésének széleskörű irodalma van. Az egyes hivatkozások részletesen taglalják a ketózis kapcsolatát a különböző betegségekkel, a tejtermelés-csökkenéssel és ezáltal a gazdasági mutatók romlását. Mindezen okok miatt szükség van az állományaink folyamatos vizsgálatára, nyomon követésére.

A ketonanyagok kimutatásának ún. „gold standard”-ja a béta-hidroxi vajsav spektrofotometriával történő mérése laboratóriumi körülmények között. Az utóbbi időben azonban megjelentek az ún. „cow-side” tesztek, azaz az istálló körülmények közötti mérésre használatos tesztek. Ezek között található olyan, szemikvantitatív tesztcsík, amely tejből színreakcióval tudja a béta hidroxi vajsavat kimutatni, ill. az utóbbi időben kereskedelmi forgalomba került egy készülék, amely egy csepp vérből képes - a vércukorméréshez hasonló elven - béta- hidroxi vajsavat kimutatni.

Szakdolgozatom célja magyarországi tehenészetekben a szubklinikai ketózis előfordulási gyakoriságának felmérése volt egy új, Magyarországon eddig nem használt kézi mérőműszerrel. Vizsgálatomat az ország 29 nagylétszámú szakosított tejtermelő tehenészetében végeztem, mindegyik gazdaságban az ellés körüli időszakban megmintázva az állományt. Felmérésemben szerettem volna a szakirodalmi adatok tükrében megfogalmazni hazai gazdaságainkban az ellés körüli időszak energiaforgalmának esetleges zavarait és kapcsolatát egyes klinikai megbetegedésekkel.

## 2. Irodalmi áttekintés

A laktáció megindulásával a tejtermelő tehén az energiaszükségletének fedezése céljából a saját testének energiatartalékait mozgósítja. A legfontosabb energiaforrások a zsírszövet, ahonnan fokozott lipidmobilizáció indul meg. A másik ilyen szövettípus az izom, ahonnan fehérjét mozgósíthat, de ennek mennyisége már lényegesen kisebb, akárcsak a szénhidrát tartalék (HUSZENICZA et al., 2002). A fokozott lipid mobilizáció következménye a testtömegvesztés (kondíciópontoszám-csökkenés). A vérplazmában is változások következnek be, úgymint hypoglikæmia valamint nem észterifikált zsírsavak (NEFA) vérbeli koncentrációjának növekedése. A májban zajló zsírsavak metabolizációja nem teljesértékű, ezért emelkedik meg a NEFA szint, melyet gyakran a vér ketonanyag-szintjének emelkedése is követ. Mindezek mellett a tejtermelés kezdetén a nagy mennyiségű abrakarmánnyal bevitt keményítő hatására a bendő pH-ja is csökken, és bendőacidózis alakulhat ki. Ha a takarmányban túlzottan nagy a bendőben könnyen lebomló fehérjék (RDP) mennyisége, akkor az ebből keletkező többlet ammónia karbamiddá átalakítása és vizelettel való kiválasztása további nagy mennyiségű energiát igényel, ami így fokozza a hyperketonaemia kialakulását. (TÓTH, 2007) Ezzel egy időben zsírok halmozódnak fel a májban (főleg trigliceridek), és kialakul a zsírmájzindróma. Élettaninak mondható a 20% alatti máj lipidakkumuláció mértéke, 20-40% közötti összlipidtartalom esetén közepes, míg 40%-ot meghaladó esetben súlyos fokú májelzsírosodásról beszélünk (HUSZENICZA et al., 2002). Májelzsírosodás során a májsejtfunkciók romlása tapasztalható (ammónia-detoxikáció romlása, glükoneogenezis csökkenése, koleszterin, epesavak, bilirubin anyagcseréjének károsodása).

### 2.1 A ketonaemia kórfejlődése

Az energiahány kompenzálására nagy mennyiségben szabad zsírsavak (NEFA) jutnak a májba, ahol azokból a béta-oxidáció során aktív ecetsav molekulák képződnek (AcCoA). Oxidációjuk a citromsav ciklusban energiát szolgáltat, ha a citrátkörbe való belépéséhez szükséges oxálecetsav (OES) jelen van. Egyidejűleg azonban a tejcukor képződése is zajlik, amihez nagy mennyiségű glükóz szükséges, ez a nagy mennyiségű glükóz csak glükoneogenezissel (GNG) biztosítható. Ez a folyamat azonban elvonja az oxálecetsavat a

zsírbontásból származó AcCoA-molekuláktól, ezért, azok kémiai partner hiányában acetilacetyl-CoA-vá kondenzálódnak, majd ketonanyagok alakulnak ki. Vagyis röviden a NEB dekompenzálódásának eredménye a ketonanyagok létrejötte (HUSZENICZA et al., 2003). A három leggyakrabban képződő ketonanyag az aceton, a béta-hidroxi vajsav (BHB), és az acetecetsav, amelyek a vérplazmán kívül a tejben és a vizeletben is megjelennek. A ketózisos tehenekben a ketonanyagok aránya a következő: tejketon:vérketon:vizeletketon-1:5:10.

A ketózis kialakulásának oka nemcsak a máj fokozott ketogenezise, hanem lehet különböző endokrin faktorok megváltozása is. Emelkedik a növekedési hormon (STH) produkciója (hatása: lipolítikus), nő a glucagon mennyisége (hatása: lipolítikus), csökken az inzulinszekréció (hatása: antilipolítikus), csökken az inzulin/glucagon arány. Ezek a változások a ketogenetikus folyamatoknak kedveznek. A magas vajsav tartalmú takarmány etetése is szintén növeli a ketózis kialakulásának kockázatát (ANDERSSON, 1988). Ezen folyamatok eredményeképpen a vérben és egyéb biológiai folyadékokban (tej, vizelet) a keringő ketonanyagok mennyisége megnő. Hyperketonaemia, ketonuria, ketolactia alakul ki (HUSZENICZA et al., 2003).

A fent említett szerzők (HUSZENICZA et al., 2003) négy csoportba sorolták a ketózis formáit.

1) Éhezési ketózis. Éhezési állapot kialakulhat takarmánymegvonás hatására, vagy a takarmányfelvétel csökkenésével járó megbetegedések nyomán is. Ilyenkor a vércukor- és inzulinszint csökken, a zsírbontásból pedig a ketonanyagok képződnek.

2) Vemhességhez és laktációhoz társuló ketózis. Az anyai szervezetben hypoglikaemiához vezet, ha a magzat(ok) szőlőcukor igénye meghaladja az anyai teljesítőképességet. A laktációhoz társuló ketózis az ellés utáni első hetekben a tejhasznú tehenekben a leggyakoribb. Ilyenkor kulcsfontosságú a plazmaglükózból képződő tejcukor.

3) Cukorbetegséghez társuló ketózis.

4) Fokozott fizikai megterheléshez társuló ketózis. Ebben az esetben a vázizomzat szokatlanul erős fizikai igénybevételekor jelentkezik fokozott glükóz igény.

A tejhasznú tehén ketózisa az első két esetben felsorolt formák kórtani sajátosságaival jellemezhető.

Herdt (2000) a ketózisos állapotot kórfejlődés szerint csoportosítja, mely alapján két típust különít el.

I-es típusú ketózis akkor következik be, mikor a szervezet glükóz igénye felülmúlja a máj glükoneogenetikus kapacitását. Ekkor a glükoneogenetikus út maximálisan kihasznált (a máj GNG-a igen aktív), de a glükóz prekursorok mennyisége elégtelen, amitől nem lesz maximális a glükóz előállítás. A vér glükóz és inzulin szintje alacsony. Az utóbbi miatt az I-es típusú diabetes mellitushoz hasonló, de itt a pancreas zavaráról van szó, míg az I-es típusú ketózisnál a krónikus hypoglykaemia miatt glükóz prekursor hiány lép fel. Három-hat héttel az ellés után alakul ki, közel a laktáció csúcsához. Prognózisa jó. Felderítésére az ellés utáni BHB mérések szolgálnak (állomány szintű/egyedi). A frissen ellettek megfelelő managementje, és azok takarmányozása segít leküzdeni az I-es típusú ketózist. (OETZEL, 2007)

II-es típusú ketózis (zsírmáj szinróma) kórfejlődése során nagy mennyiségben érkezik a májba NEFA, de a glükoneogenezis és ketogenezis nem működik tökéletesen. Hyperglykaemia és hyperinzulinaemia jellemző a betegségre. Mindezekon felül inzulinrezisztencia is megfigyelhető, mint a II-es típusú diabetes mellitusnál. A szárazonállás végén elhízott ( $\geq 4$  BCS) tehenekben figyelhető meg, a máj GNG aktivitása alacsony, a máj elzsírosodik. Leggyakrabban az ellés utáni 1-2 hétben fordul elő. A prognózis kifejezetten rossz. Diagnosztizálására az ellés előtti NEFA plazmakoncentráció mérése alkalmas. Ennél a típusú ketózisnál, mivel NEFA koncentrációt mérünk, az ellés előtti management és takarmányozás a jelentős (OETZEL, 2007).

A két típus között a különbség a klinikai tünetekben és kezelésükben van. A zsírmáj és a II-es típusú ketózis az ellés után hamar mutat klinikai tüneteket, még mielőtt a laktáció elérné a csúcsát. A II-es típusú ketózis kezelésre adott válasza általában kevésbé látványos, és kevésbé kedvező, mint az I-es típus esetén. (HERDT, 2000)

## **2.2 Klinikai tünetek**

Az oktanilag elkülöníthető kórképekhez eltérő súlyosságú klinikai tünetek társulnak.

### **2.2.1 Klinikai ketózis**

A klinikai ketózisban a tünetek kifejezettek, viszont gyakran általánosak, ezért az elkülönítő kórhatározásnak különösen fontos szerepe van. A klinikai ketózisnak két formája különíthető el:

1) Emésztőszervi ketózis. A tünetek anorexiával, a bendőmozgások, a kérdőzés csökkenésével kezdődnek. A bélsár száraz és formált (ritkán hasmenéses) (CARRIER et al., 2004). A tehén sokszor felhúzott hassal áll, májtájék tapintása, kopogtatása fájdalmas lehet. A tejtermelés jelentősen csökken, acetonszagú vizelet és lehelet kórjelző értékű lehet. Szövődménymentes lefolyása többnyire kedvező, esetenként spontán gyógyulás is történhet.

2) Idegrendszeri ketózis. Izgalmi tünetek, magatartásváltozás. Körben járás, opisthotonus, fogcsikorgatás, nyálzás, test szerte izomremegés jelentkezhet. Ez a forma az összes ketózisos eset kb. 10%-ában jelentkezik.

### **2.2.2. Szubklinikai ketózis**

Szubklinikai ketózisban a vérben, a tejben és a vizeletben a ketontestek magasabb koncentrációja mérhető, azonban ez klinikai tünetekkel még nem jár (DUFFIELD, 2000). A szubklinikai ketózis a tejtermelés csökkenése, a szaporodási mutatók romlása, az oltógyomor-helyzetváltozás fokozott kockázata és a klinikai ketózis kialakulásának nagyobb valószínűsége révén okozhat nagy gazdasági veszteségeket (IWERSEN et al., 2009).

A különböző felmérésekben a szubklinikai ketózis gyakorisága az egyes állományokban 7 és 34% között mozog (DUFFIELD, 2000). Ezen szerző vizsgálataiban a szérumban BHB koncentráció határértékét 1200  $\mu\text{mol/L}$ -nél állapították meg, így a szubklinikai ketózis előfordulása a laktáció korai időszakában 14,1% volt. Egy közelmúltban megjelent iráni felmérésben (HAGHIGHAT-JAHROMI és NAHID, 2011) 7,2% volt a jelenség előfordulási gyakorisága. Egy nemrégiben publikált kutatás során a szubklinikai ketózis gyakorisága 14% volt 1,2 mmol/L-es BHB határérték mellett (JORRITSMA et al., 1998). Bryk-Lucy és munkatársai (2008) több tehenészeti telepet is vizsgáltak, és nagy különbséget tapasztaltak az állományokon belül a jelenség előfordulása között (8-44%). Egy németországi

felmérésben pedig 196 vérminta közül 17 (8,7%) tartalmazott  $\geq 1200$   $\mu\text{mol/liter}$  vér BHB-t, 10 vérminta (5,1%) pedig  $\geq 1400$   $\mu\text{mol/liter}$  vér BHB-t (IWERSEN et al., 2009). További német szerzők (Borchardt és Staufenbiel) 2012-es felmérésében különböző küszöbértékeknel eltérő gyakoriságot tapasztaltak. 1000, 1200, 1400  $\mu\text{mol/L}$  BHB koncentráció esetén 30,7%, 19,3%, és 13,6% volt a szubklinikai ketózis előfordulása. Amerikai szerzők vizsgálatai során még gyakoribb előfordulást állapított meg, ugyanis a vizsgált tehenek 43,2%-nál (ellés utáni 3.-16. napig) fordult elő legalább egyszer, hogy a vér BHB szintje 1,2-2,9 mmol/L között volt. Hazai körülményeink között egy közelmúltbéli összefoglaló, valamint több dolgozat hívja fel a figyelmet a szubklinikai megbetegedések, ezen belül a szénhidrát-anyagcsere zavarainak jelentőségére (BRYDL, 2008; HUSZENICZA et al., 2003; GEISHAUSER et al., 2001).

Az egészséges és a ketózisos tehenek közötti határérték megállapítására is eltérő adatok vannak. Mások alsó határnak az 1400  $\mu\text{mol/l}$  értéket veszik, vagy 1200  $\mu\text{mol/l}$  (DUFFIELD, 2000). A  $\geq 1200$   $\mu\text{mol/L}$  szérumban BHB koncentrációt több szerző is határértéknek választotta (DUFFIELD et al., 1998; NIELEN et al., 1994; ENJALBERT et al., 2001; MCART et al., 2012; LEBLANC et al., 2005). Egyes szerzők pedig több határértékkel is dolgoztak a kutatás során (IWERSEN et al., 2009; BORCHARDT és STAUFENBIEL, 2012; LEBLANC, 2010; PANOUSIS et al., 2012).

## **2.3 A szénhidrát-anyagforgalmi zavarok kapcsolata más betegségekkel**

### **2.3.1 Baloldali oltógyomor-helyzetváltozás**

A szubklinikai ketózis bár tünetek nélkül jelentkezik, mégis érzékelhető hatásai vannak, úgymint a tejtermelés csökkenése, a szaporodásbiológiai mutatók visszaesése, hajlamosít a bal oldali OHV-ra, vagy akár csökkentheti a nem specifikus immunválaszt (ENJALBERT et al., 2001). Geishauser (2000) szerint a szubklinikai ketózis hajlamosító tényező lehet az OHV kialakulásakor, viszont ebben a cikkében azt is megjegyzi, hogy nem lehet pontosan eldönteni az ok-okozati összefüggéseket. Az ellés után 1-3 hét között OHV-t diagnosztizált tehenek BHB plazmakoncentrációja az ellés előtt 3 héttel nem emelkedett, míg az ellés utáni mérések növekedést mutattak a koncentrációban. Amennyiben a szérumban BHB mennyisége  $\geq 1,4$  mmol/L, úgy az OHV megjelenésének



valószínűsége az ellés után 1-3 hétben négyszeres (GEISHAUSER et al., 2000b). Amennyiben a szérumban a BHB koncentrációja  $>2,4$  mmol/L, úgy az OHV megjelenése 3-szor valószínűbb. Azoknál a teheneknél 6,1-szer nagyobb eséllyel alakul ki OHV, akiknél az első pozitív tesztet a postpartum 3.-5. napja között mérik (MCART et al., 2012). Egy másik szerző (LEBLANC et al., 2005) megállapítása szerint az OHV nyolcszor nagyobb eséllyel fordul elő azoknál a teheneknél, ahol a szérumban a BHB koncentrációja  $\geq 1200$   $\mu\text{mol/L}$  az ellés után. Geishauser (2000a) javaslatot tesz a szubklinikai ketózis alsó értékének megállapítására ( $\geq 1400$   $\mu\text{mol/L}$ ), mivel így a betegség korán felismerhető lesz. A szubklinikai ketózis 90%-a a laktáció első 60 napjában fordul elő, viszont a tehenek első héten való BHB mérését javasolja, mert az OHV már ebben az időszakban megjelenhet.

### **2.3.2 Szaporodásbiológiai következmények**

Rendkívül sok közlemény számol be az újravemhesülés zavarainak és a tőgy gyulladással elváltozásainak a ketózisos tehenekben megfigyelhető halmozott előfordulásáról. Amennyiben hyperketonaemia miatt alakulnak ki az involúció bakteriális szövődései, úgy az állat az elváltozások meggyógyulásáig nem kerül termékenyítésre, vagy esetleg a meddőség miatt selejtezésre kerül (HUSZENICZA et al., 2003). A szubklinikai ketózis (1200-1400  $\mu\text{mol/L}$  szérumban a BHB koncentráció) az első két hétben OHV-t, puerperalis metritist, klinikai endometritist, elnyújtott anovulációs időszakot, mastitist, és alacsony tejtermelést eredményezhet (LEBLANC, 2010). A postpartum 3-5 nap között mért pozitív BHB teszt (1,2 mmol/L-2,9mmol/L) a selejtezési arányt 4,5-szörösre növelte, és körülbelül a felére (0,7) csökkentette az első termékenyítés sikerességét (MCART et al., 2012). Ugyanez a szerző megjegyzi, hogy ha a tehenek hyperketonémiája a laktáció legelején alakul ki az nagyobb valószínűséggel okoz kedvezőtlen egészségügyi változásokat, és vezet alacsonyabb tejtermeléshez, mint a később megjelenő emelkedés. Az első termékenyítés után üresen maradt egyedek esetén, az ellés utáni első héten emelkedett BHB koncentráció volt tapasztalható a szérumban, ellentétben a vemhesültekkel. Walsh 2007-es vizsgálatában a szubklinikai ketózis szaporodásbiológiai mutatókra gyakorolt hatását vizsgálta. Megállapítást nyert, hogy mind az első héten mért  $\geq 1,0$  mmol/L (a vizsgált tehenek 40%-ánál), mind a második héten mért  $\geq 1,4$  mmol/L (19%) szérumban a BHB koncentráció csökkentette az esélyét a sikeres első termékenyítésnek. A vemhesülés valószínűségét 20%-kal csökkentette az ellés utáni

első és második héten diagnosztizált ketózis. A postpartum 2. héten minden egyes 100  $\mu\text{mol/L}$  BHB koncentrációemelkedés 3%-kal csökkentette a vemhesülés esélyét. Összességében az első, és a második héten kialakult ketotikus állapot 8 nappal eltolta a termékenyítések megkezdésének idejét. A laktáció korai szakaszában megbetegedett állatoknál 50-100 nappal később mutatkozott a megromlott reprodukciós teljesítmény. Tóth (2007) az állatokat vemhességvizsgálatuk és progeszteronvizsgálati eredményük alapján 4 csoportba osztotta. Úgy találta, hogy szignifikánsan magasabb BHB plazmakoncentráció csak a visszaivarzó tehenekben volt. Ugyanis a BHB (és NEFA) magas szintje negatívan befolyásolja a tüszők egyes metabolikus hormonok iránti érzékenységet (gátolódik az ösztrogéntermelés és így az ovuláció). A szerző vizsgálatait összegezve elmondható, hogy az ellés utáni 90. és 120. nap között már élettanilag igazolható összefüggéseket nem lehet kimutatni a vemhesülés, az üres állatok petefészekműködése, a fehérje- és energiaellátottságot jellemző metabolikus vérparaméterek között, ugyanis az energia hiányos állapot az ellés utáni 3-4 hónapban megszűnik. Mindezek alapján a szubklinikai ketózis késlelteti az ellés utáni involúciós folyamatok lezajlását, növeli a szerviz periódust, és a petefészek ciszták kialakulására való hajlamot (ANDERSSON et al., 1988; GUFFIELD, 2000).

A betegséggel összefüggésbe hozható a mastitis gyakoribb előfordulása is. Ennek oka, hogy hyperketonaemia során a leukocyták fagocitózisos aktivitása csökkent, és a bakteriális fertőződés után a cytokinek mennyisége csökken, akárcsak a leukocyták száma a vérben. Összegezve elmondható, hogy a tőgy megromlott védekező mechanizmusa a NEB idején összefüggésbe hozható a hyperketonaemia jelenlétével. Vagyis NEB során a klinikai tőgygyulladás kialakulásának veszélye megnő (SURIYASATHAPORN et al., 2000). Hasonló megállapítást tett Duffield (2000) is, miszerint mastitis kialakulásában a ketonanyagok gátló hatást fejtenek ki az immunrendszer fontos alkotójára, a fehérvérsejtekre.

### **2.3.3 Tejtermelés-csökkenés**

Andersson (1988) szerint azoknál az állatoknál legnagyobb a veszély a szubklinikai ketózis előfordulására, ahol közvetlenül az ellés után a legnagyobb a tejtermelés szintje. Ugyanakkor a megnövekedett ketonanyagok szintje a vérben másodlagos tejsökkenést okoz. McArt és mtsai úgy találták, hogy a felső határértéken (2,4 mmol/L) mért

állatoknál hozzávetőlegesen 180 kg-mal csökken a leadott tej mennyisége az első egy hónapban, mint akiknél a szubklinikai ketózis határértékének az alsó (1,2 mmol/L) értékét mérték.

#### **2.3.4 Egyéb befolyásoló tényezők**

Az irodalmi adatok szerint a ketózis kialakulásában további szerepe lehet az állatok genetikai hátterének, a laktáció sorszámának, a kondíciónak, valamint esetlegesen az évszak is befolyásolhatja az elváltozás kialakulását. Az utóbbi esetében csökkent a betegség kialakulásának kockázata a nyáron, az ősszel, és a télen ellő teheneknél, szemben a tavasszal ellőknél, ahol a szérum BHB szintje magas volt, a glükóz koncentráció pedig alacsony. Ezt a megállapítást a szerző (DUFFIELD et al., 1998) már egy korábbi írásában is megfigyelte, ellentétben más szerzők feljegyzéseivel (ANDERSSON, 1988). Egy másik szerző (ENDECOTT et al., 2004) fiatal, legelőn tartott teheneket vizsgált, BHB mérésére alkalmas kézi műszerrel. A vizsgálat során megállapította, hogy a júliusban mért BHB koncentrációk magasabbak voltak, mint a májusban mérték. (0,34 mmol/l vs 0,16 mmol/l). Bár ezek az értékek nem vezettek a szubklinikai ketózis kialakulásához.

A laktáció számának növekedésével, és az elhízott (BCS  $\geq$  4) teheneknél nagyobb gyakorisággal alakulhat ki a szubklinikai ketózis. Duffield (2000) felmérése szerint a tehenek kondíciójának növekedésével egyenes arányban megnő a mind a szubklinikai, mind a klinikai ketózis, és az összetett oktanú betegségek kialakulása. Az ellést megelőző elhízás és a postpartum kondíció vesztes magas kockázatot jelent a szubklinikai ketózis kialakulására nézve. Egy egységgel alacsonyabb kondíció vesztes megkétszerezi a szubklinikai ketózis megjelenését. Az elhízott tehenek 1,6-szer hajlamosabbak a betegségre, míg a sovány tehenek esetében a kockázat 33%-kal csökken. Ezek alapján elmondható, hogy a testtömeg pontozása és a BCS változása rizikótényező a szubklinikai ketózis kialakulásakor, így kiemelt fontosságú megakadályozni a laktáció korai szakaszában a nagymennyiségű testtömeg vesztes, és a következő laktáció kezdeti szakaszára nézve megelőzni a „fat cow” szindrómás tehenek kialakulását (DUFFIELD et al., 1997).

Az ellések száma is meghatározza a szubklinikai ketózis előfordulását. Nyilvánvaló tendencia mutatkozott az ellésszám növekedése és a szubklinikai ketózis

gyakoróságának előfordulása között (DUFFIELD et al., 1997). Az első és második borjas egyedeknél a hyperketonaemia, és hyperketolactia lényegesen kevesebbszer fordul elő, mint a többet ellőknél.

### **2.3.5 A szubklinikai ketózis előfordulása a laktáción belül**

A szubklinikai ketózis előfordulása több szerző szerint is az ellés utáni első két héten a leggyakoribb. A korai laktációs időszakban (ellés után első két hét) négyszer nagyobb arányban fordult elő a betegség (DUFFIELD et al., 1997). Az első két hétben a tehenek kb. 40 %-a esik át legalább egyszer a ketotikus állapoton (GEISHAUSER et al, 2001). McArt (2012) írásában szubklinikai ketózis leggyakrabban az ellés utáni 5. napon volt megfigyelhető, a vizsgált állatok 28,9%-nál. Brydl és munkatársai (1999) 1991 és 1997 között 80.000 tehenre kiterjedő vizsgálatot végeztek 6 év alatt, 130 tehenészetben. Azt találták, hogy a ketonaemia előfordulása az ellés utáni első hétben 21,6%, az ellés után 2-3 héttel 14,7%. A hyperketonaemia és szubklinikai zsírmobilizációs betegség együttesen szintén az első hétben (7,6%) illetve az ellés utáni 2-3 hétben (3,8%) fordult elő nagyobb arányban. A mintákat klinikailag egészséges állatokból szűrőpróbaszerűen vették.

### **2.4 Az energiaháztartás zavarainak monitorozása**

Egyes szerzők ajánlásokat tesznek a szubklinikai ketózis állományszintű mérésére. Oetzel (2007) szerint az állományszintű ketózis felmérésére legalább 12 állatból érdemes mintát venni (a laktáció 5. és 50. napja között), és a szérumban BHB határértéke  $\geq 1400 \mu\text{mol/L}$  legyen. A szerző korábbi tanulmányok és jelen kutatásaira hivatkozva megállapítja, hogy a ketózis gyakorisága állományszinten 15% körül mozog. Ez alapján 10% előfordulási gyakoriság felett állományszinten kezelendő problémáról beszélünk. A szerző 53 állományt vizsgált. Ebből mindössze csupán 26% lett teljesen negatív állomány, 34% ún. borderline állomány (1 pozitív minta), míg 40% pozitív állomány. Brochardt (2012) szerint a NEFA és a BHB vérbeli koncentrációja rendkívül pontosan detektálja az állományszintű szubklinikai ketózt. A szerző 10 állat mintáját javasolja vizsgálni egy állományban.

A megelőzésben fontos a megfelelő monitoring programok használata, a selejtezési arány, takarmányozási management, a BCS rendszeres használata, és egyszerű metabolikus tesztek alkalmazása a helyszínen (LEBLANC, 2010). Az állomány szelekciója a párosítási tervek során hozzájárulhat a hyperketonaemia alacsony előfordulásához a laktáció kezdetén (DRIFT, et al., 2012).

## **2.5 Ketonanyagok laboratóriumi kimutatása**

A szubklinikai és a klinikai ketózis kórjelzésére a leggyakorlatiasabb a ketonanyagok lehetőleg azonnali, a helyszínen történő kimutatása, ami történhet vérből, vizeletből és tejből. A keringésben fokozott mértékben jelenlévő keton anyagokat többféleképpen mutathatjuk ki. A módszerek közül „arany-standard”-ként a plazmában vagy a szérumban a béta-hidroxi vajsav (BHB) szintjének a mérése terjedt el (DUFFIELD, 2000; OETZEL, 2004). A vizeletből és tejből történő kimutatás elvégezhető hozzá adott kémiai reagensekkel (Rothera-reagens, Ross-reagens) és készen kapható tesztcsíkokkal. Mindkét módszer lényege, hogy a nitroprusszid-nátrium hatóanyag reagál a minta acetecetsav és aceton tartalmával, miközben világosabb-sötétebb püspöklila szín alakul ki. Ezekkel a módszerekkel béta-hidroxi vajsavat kimutatni nem lehet. Több cikk is született már a tesztcsíkok alkalmasságát, pontosságát vizsgálva. Értékelésükkor gyakran félrevezető diagnózist jelent az alacsony szenzitivitás és/vagy specificitás, azaz a téves pozitív/negatív esetek magas aránya. Mindezek következtében bár ezek a tesztek alkalmazhatók mindennapi gyakorlatban, mind az egyedi klinikai vizsgálat során, mind az állományszintű felmérő vizsgálatok esetében szükség van a beta-hidroxi vajsav közvetlen mérésére, ha a ketonanyagok képződésének a mértékére vagyunk kíváncsiak (LEBLANC, 2010; LEBLANC et al., 2006; OETZEL, 2004). Carrier és mtársai (2004) három diagnosztikai eszközt teszteltek a szubklinikai ketózis (szérum BHB koncentrációja  $\geq 1400 \mu\text{mol/L}$ ) felderítésére. A vizsgált tesztek: KetoCheck por (tejből acetecetátot), Ketostix csík (vizeletből acetecetátot), és KetoTest csík (tejből BHB-t). Mindegyik tesztnek vizsgálták a szenzitivitását, és specificitását. Az eredmények alapján a szerzők megállapították, hogy a KetoTest és a Ketostix tesztek hasznos eszközök a szubklinikai ketózis egyedi diagnosztizálására. Enjalbert és munkatársai (2001) jelen tanulmányban a különböző keton anyagok koncentrációját mérték a tejben és vérben, és kiértékelve meghatározták melyik koncentráció használható a szubklinikai ketózis detektálásához. Az aceton, az acetoacetát, és a BHB mennyiségét kvantitatív módon

meghatározták a vérből és a tejből, míg egy szemikvantitatív módszerrel – Ketolac csík – a tejből mutatták ki a BHB-t. A szubklinikai ketózis határértékének az 1200  $\mu\text{mol/L}$ -t tekintették. Magas korrelációs koeficienszt állapítottak meg a vér aceton és acetoacetátja között, és ugyanezt tapasztalták a tej és a vér acetonja közöt. A Ketolac csík túlbecsülte a tej BHB koncentrációját. A szerzők szubklinikai ketózis szempontjából a legjobb specifitás-szenzitivitás kombinációnak az acetoacetátot találták mind a tejben, mind a vérben (küszöbérték 50 és 125  $\mu\text{mol/L}$ ). A BHB meghatározása a tejből enzimatis módon és a Ketolac csík segítségével is használható eredményt ad (küszöbérték: 70 és 100  $\mu\text{mol/L}$ ).

Iwersen (2009) és Panousis (2011) BHB mérésére szolgáló elektronikus kézi mérőműszer (Precision Xtra) diagnosztikai teljesítőképességét vizsgálták tejelő állományokban. A mérés előnye, hogy istállókörülmények között pontos képet kaphatunk az állat egészségi állapotáról különösen, ha egyidejűleg a vér glükózsintjének mérésével is kiegészítjük a vizsgálatot, amely szintén egyszerűen és olcsón kivitelezhető. Egy másik felmérésben BHB és glükóz koncentráció értékek szignifikánsan magasabbak voltak a kézi mérő műszerrel (Optium Xceed), mint a laboratóriumban mérve. 1200  $\mu\text{mol/L}$  szérum BHB koncentráció esetén a kézi műszernél a szenzitivitás 85% és a specifitás 94% volt. Laboratóriumban mért magasabb határértékkor (1400  $\mu\text{mol/L}$ ) a szenzitivitás 90%, míg a specifitás 98% volt (VOYVODA és ERDOGAN, 2010).

## **2.6 Mintavételkor kerülendő hibák**

Különböző eredményeket kaphatunk, ha nem a megfelelő vénából vesszük a vért. A tőgyvénában a ketontestek koncentrációja sokkal alacsonyabb, mint a torkolati vénában (vena jugularis) vagy akár a farkvénában (v. caudalis mediana) (ENJALBERT et al., 2001). Többen is vizsgálták a különböző helyekről vett vér acetoacetát és BHB koncentrációk hányadosát. Enjalbert és munkatársai (2001) nem találtak az előbb említett hányadosban különbséget egészséges és szubklinikai ketózisban szenvedő állatok esetén.

### 3. Anyag és módszer

Vizsgálatainkat 2011. június és július hónapokban végeztük. Vizsgálataink során az ország területén véletlenszerűen kiválasztva 29 nagylétszámú, szakosított tejtermelő tehenészetben végeztük a mintavételezést. A gazdaságok Magyarország 12 megyéjében véletlenszerűen kiválasztva szerepeltek a vizsgálatban.

A gazdaságokban mindenhol tiszta vérben vagy magas vérhányadban holstein-fríz fajtájú szarvasmarhák tenyésztése folyt. A legkisebb létszámú telep 250, a legnagyobb 1400 állattal rendelkezett. A mintavétel napjának fejési átlaga 19 és 32 liter között változott.

A mérésekhez minden esetben a farokvénából vettünk egy alkalommal 2 ml alvadásban nem gátolt vért, melyet a vérvétel után azonnal felhasználtunk. Vizsgálatainkhoz egy, a humán gyakorlatban cukorbetegéknél hasonló mérésre használatos kézi mérőműszert (Precision Xtra, Abbott Laboratories, Illinois, USA) a hozzávaló tesztcsíkokkal használtunk. A mérés elve, hogy a tesztcsíkra a készülék bekapcsolása után egy csepp vért cseppentve, a vérminta BHB tartalma enzimhatásra acetecetsavvá alakul át a NAD<sup>+</sup> redukciója mellett. A NADH ezután egy redox mediátoranyag hatására az eredeti BHB mennyiség arányában ismét eloxidálódik, ebből számítja ki a készülék az eredeti BHB koncentrációt. A mérés végén a készülék mmol/l -ben jelzi ki a kapott eredményt.

Az egyes gazdaságokban az ellés körüli időszakból válogattunk teheneket. A telepenként mintázott 10-10 állat a várható ellés előtt egy héttel, illetve az ellés után maximum 15 nappal volt. Összességében 294 állaton végeztünk méréseket. A mintavételi napok szélső értékei a várható ellés előtti 12. naptól az ellés utáni 28. napig voltak.

A vizsgálatok során további adatokat is gyűjtöttünk a mintázott állatokról. Feljegyeztük az állatok kondícióját, a laktációs napok számát és a laktáció számát. Feljegyeztük a mintagyűjtés idején előforduló klinikai megbetegedéseket: a magzatburok visszatartást, a klinikai méhgyulladásokat, a lábvég-betegedéseket, tőgygyulladásokat, a bal oldali oltógyomor helyzetváltozást, valamint a klinikai ketózis esetleges jelenlétét. Adatgyűjtésünk alapjául minden esetben a telepi nyilvántartás szolgált. Nem vettünk mintát azokból az állatokból, amelyek a mintagyűjtés előtti 7 napban vitamin-készítményeket, ill. az anyagcserére ható gyógyszereket kaptak.

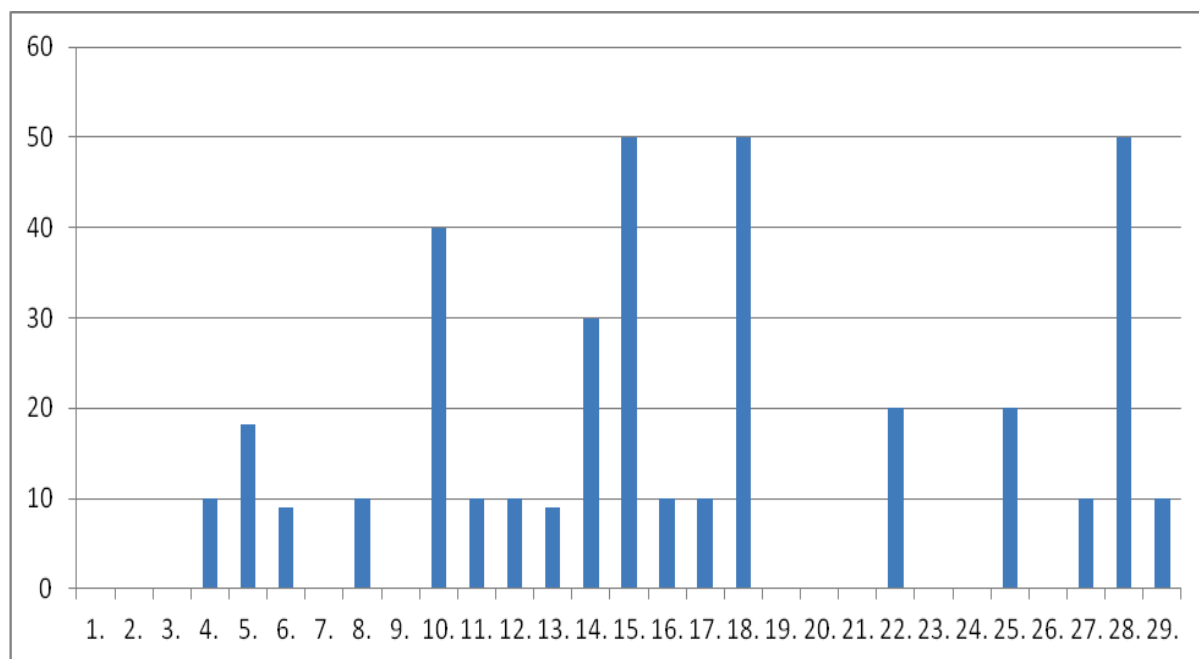
A vizsgált állatok megoszlása a laktációk sorszáma szerint a következő volt: első laktációját 77 állat teljesítette (26,2%), második laktációt 84 állat (28,5%), harmadik laktációt 56 állat (19%), negyedik laktációt 37 állat (12,6%), ötödik laktációt 25 állat (8,6%), hatodik laktációt 11 állat (3,7%). A 7. laktációban 2, valamint a nyolcadik és kilencedik laktációban 1-1 állatot vizsgáltunk (1%). A laktációk átlagos száma 2,66 volt.

A statisztikai elemzés során azokat az állatokat tekintettük a szubklinikai ketózisban érintettnek, melyeknek BHB szintje 1,4 mmol/l felett volt, klinikai ketózisban szenvedő állatoknak pedig a 3,0 mmol/l felettieket (LEBLANC, 2010). Vizsgáltuk azt is, hogy a hazánkban az élettani érték felső határának elfogadott 0,85 mmol/l-es értéket választóvonalnak véve milyen arányú a jelenség előfordulása (BRYDL et al., 2008). Amennyiben egy adott gazdaságban a vizsgált 10 tehén közül legalább kettőnek magasabb volt a BHB szintje, mint 1,4 mmol/l, az adott telepen a szubklinikai ketózis halmozott előfordulását állapítottuk meg (HAGHIGHAT-JAHROMI és NAHID, 2011; IWERSEN et al., 2009; KÖNYVES et al., 2009). A szubklinikai vagy klinikai ketózis (BHB szint 1,4 mmol/l felett), valamint a kondíció, a laktáció szám, valamint a potenciálisan előforduló, szárazanyag-felvételt és étvágyat csökkentő, ezáltal esetlegesen ketózist előidéző betegségek (pl: ellési bénulás, MBV, tőgygyulladás, bal oldali oltógyomor-helyzetváltozás, lábvégbetegségek, méhgyulladások, klinikai ketózis, egyéb megbetegedés) jelenléte közötti összefüggést Fisher-féle egzakt teszttel vizsgáltuk. A Fisher-teszt eredményeként nemcsak a változók közötti kapcsolat szignifikancia szintjét, hanem az esélyhányadost (OR) és annak konfidencia intervallumát (CI) is megkaptuk. Szignifikancia szintnek a  $P < 0,05$ -ös értéket választottuk. Az elemzésekhez az R 2.12.2. statisztikai szoftvert használtuk.



## 4. Eredmények

Vizsgálatainkban 294 állat mérési eredményeit értékeltük. Az összes mérésből 38 esetben mértünk 1,4 mmol/l koncentrációnál magasabb BHB szintet (12,9%). Az alacsonyabb határértéket választva (1,2 mmol/l) 45 állat esetében tapasztalhattunk eltérést (15,3%). 10% feletti előfordulási gyakoriságot (több mint egy minta pozitív) 8 gazdaságban mértünk (27,6%). 3,0 mmol/l feletti vérszintet 14 állatban találtunk (4,7%). A 14 állat 12 különböző gazdaságban volt fellelhető. A hazai szakirodalomban elfogadott és a gyakorlatban alkalmazott 0,85 mmol/l határértéket figyelembe véve 73 állatban tudtunk határérték feletti koncentrációt mérni (24,8%).



1. ábra: Az 1,4 mmol/l-nél magasabb BHB szintet mért tehenek aránya az egyes gazdaságokban

A 29 vizsgált gazdaság közül 8 esetben a 10 vizsgált tehen közül legalább kettőnek magasabb volt a BHB szintje mint 1,4 mmol/l. Alacsonyabb határértéket választva (0,85 mmol/l) már 16 gazdaság válik érintetté minimum két egyeddel (55,2%). Tizenegyszer nagyobb eséllyel található 1,4 mmol/l-nél magasabb BHB szintű állat a nem érintett gazdaságokban azokhoz képest, melyekben megállapítottuk a szubklinikai ketózist (OR=11,1, CI: 4,9-27,5, P<0,001). Viszont sem a tehenek kondíciója (t-teszt, P=0,111),

laktációs száma (t-teszt,  $P = 0,066$ ), tejtermelése (t-teszt,  $P = 0,779$ ) vagy a potenciálisan ketózik eredményező betegségek előfordulási gyakorisága (Fisher-teszt,  $P = 0,322$ ) között nem találtunk szignifikáns különbséget.

A legtöbb (58,5%) tehén átlagos kondíciót mutatott. Amennyiben egy állat kondíciója 3,5 vagy annál magasabb, a szubklinikai vagy klinikai ketózis előfordulásának esélye 7,5-tel nő az alacsonyabb kondíciójú egyedekhez képest (OR=7,5, CI: 2,8-20,3,  $P < 0,001$ ).

1. táblázat: BHB értékek az állatok kondíciójának függvényében

kondíció	BHB szint (mmol/L)			1,4 mmol/l felett (%)
	1,4 alatt (db)	1,4-3 között (db)	3 felett (db)	
<b>2.5</b>	10	6	2	<b>44,4</b>
<b>3</b>	172	10	6	<b>8,5</b>
<b>3.5</b>	60	6	3	<b>13,0</b>
<b>4 v. több</b>	11	2	0	<b>15,4</b>

Vizsgáltuk a laktációk számának a hatását is. A mért BHB értékek megoszlását a tehenek laktációi szerint az 2. táblázat mutatja be. Ha az állat laktációs száma 2-nél nagyobb, a szubklinikai vagy klinikai ketózis előfordulásának esélye 2,3-mal nő az egyes vagy kettes laktációs számú egyedekhez képest (OR=2,3, CI: 1,1-5,1,  $P = 0,023$ ).

2. táblázat: BHB értékek a laktáció sorszáma függvényében

laktáció sorszáma	BHB szint (mmol/l)			1,4 mmol/l felett (%)
	1,4 alatt (db)	1,4-3 között (db)	3 felett (db)	
<b>1</b>	71	1	5	<b>7,8</b>
<b>2</b>	76	6	2	<b>9,5</b>
<b>3</b>	46	5	5	<b>17,9</b>
<b>4 v. több</b>	63	12	2	<b>18,2</b>

A kísérő betegségek tekintetében elmondható, hogy összesen 93 (31,6%) tehennek volt potenciálisan ketózyst eredményező betegsége, ebből 30 állatnak egyszerre egynél több problémája is (23 tehennek 2 különböző betegsége, 5 tehennek 3, 2 tehennek 4 különböző klinikai megbetegedése is volt egyszerre). A potenciálisan ketózos állapotot eredményező betegségek közül a leggyakoribb előfordulással a méhgyulladás (n=39, 13,3%) és a magzatburok-visszatartás (n=36, 12,2%) szerepelt. Ezt követték a tőgygyulladások (n=21, 7,1%), az ellési bénulás (n=14, 4,8%), a lábvég-megbetegedések (n=11, 3,7%), a bal oldali oltógyomor-helyzetváltozás (n=5, 1,7%), valamint a kevesebb mint 1%-os előfordulási gyakoriságú egyéb tényezők, pl. hasmenés, lázas állapot, korábbi császármetszés. Amennyiben az állatnál megfigyelhető valamelyik potenciálisan ketózyst eredményező betegség, a szubklinikai vagy klinikai ketózis előfordulásának esélye 2,5-tel nőtt a betegségben nem szenvedő egyedekhez képest (OR=2,5, CI: 1,2-5,2, P=0,014).

## 5. Megbeszélés

Felmérő vizsgálatunkban 29 hazai tehenészetben arra voltunk kíváncsiak, hogy állományszinten a szubklinikai ketózis előfordulása milyen mértékű, illetve milyen a jelenség kapcsolata más betegségekkel. Azt is vizsgáltuk, hogy az állatok különböző termelési paraméterei hogyan befolyásolják a jelenség előfordulását.

A szubklinikai ketózis jelentősége elsősorban a betegség okozta másodlagos kártételben rejlik, éppen ezért az állományszintű szubklinikai ketózis esetleges jelenlétével és mértékével mindig tisztában kell lennünk. Ismeretében választ kaphatunk termelési eredményeink, szaporodásbiológiai mutatóink romlására, illetve segítségével megfelelő védekezési stratégiát dolgozhatunk ki. Az egyes egyedekben pedig a már diagnosztizált elsődleges betegség prognózisát javíthatjuk, és a gyógykezelésünket kiegészíthetjük.

Eredményeink alapján hazai tehenészeink 28%-ában állományszinten is a keton anyagok felszaporodásával kell számolni. További 34%-ban határérték körüli értéket kaptunk, azaz a vizsgált állatok 10%-a mutatta a ketózos állapotra jellemző magas BHB-értékeket. A különböző felmérésekben igen változatos a szubklinikai ketózis előfordulása. Az összes állatra vetítve a minták 12,9%-ában jeleztünk magas értékeket az általunk felállított határértékkel. Alacsonyabb határértéket választva már a minták

15,3 %-a lett volna pozitív, mégis az újabb keletű irodalmi ajánlások az 1,4 mmol/l –es értéket veszik a szubklinikai ketózis határértékének (IWERSEN et al., 2009; LEBLANC, 2010). A legmagasabb előfordulási gyakoriság 50%-os volt, azaz a vizsgált minták felében magasabb volt a BHB koncentráció. A hazai szakirodalomban használt alacsonyabb, 0,85 mmol/l-es határértékkel számolva az állatok közel egynegyedénél (24,8%) szubklinikai ketózt diagnosztizáltunk (BRYDL et al., 2008). Azokat az állományokat értékelve, ahol ezzel a határértékkel számolva kettőnél több pozitív állatot találunk, 55,2%-os előfordulást lehetett megállapítani, ami a hazai szarvasmarha-állományaink egyértelmű terhelttségét jelzi. Meg kell azonban jegyezni, hogy egy kanadai felmérés szerint ennek aránya akár 80% is lehet (LEBLANC, 2005).

Az összes vizsgált mintaszám közel 5%-ában 3 mmol/l feletti értéket, azaz klinikai ketózt találtunk. Ezek az állatok minden esetben egészséges állatként kerültek vizsgálatra, azaz kórelőzményi adataikban nem szerepelt anyagforgalmi megbetegedésre utaló klinikai tünet vagy kezelés. A rendszeres állományszintű szűrés előnye lehet, hogy az ilyen állatok beazonosítására mód nyílik. A kezelésük abban az esetben is szükséges, ha a magas BHB értéken kívül más kóros elváltozást nem találunk (LEBLANC, 2005).

Érdekes eredményt hozott az állatok kondíciójának és a laktáció sorszámanak összefüggése. Megállapítást nyert, hogy a 3-as kondíciópontszám felett a szubklinikai ketózis előfordulása lineárisan nő, valamint, hogy az alacsony kondíciójú teheneben is gyakran magasabb értékekre kell számítani. Valószínűleg ezekben az esetekben másodlagosan emelkedik a ketonanyagok képződésének mértéke valamilyen kondíciócsökkenést okozó betegség következtében. A laktációk sorszámaival szintén emelkedett a pozitív minták aránya. Az egyszer ellett állatokban is 7,8 %-os elfordulást tapasztalhattunk, ez az arány a 4. és későbbi laktációkat magában foglaló csoportban 18,2 % volt, ami azt jelenti, hogy közel minden 5. állat veszélyeztetettnek bizonyult a sokszor ellett tehenek közül.

A kísérleti állomány 31,6%-ának a vizsgálattal egyidejűleg vagy azt megelőzően (az ellés óta) valamilyen ismert klinikai betegsége is volt. A kérdőíven szerepeltetett megbetegedések közül a magzatburok-visszatartás és az involúció bakteriális szövődményei szerepeltek a leggyakrabban. Mértékük 10% feletti, azaz a vizsgált populációban önmagában is állományszintű problémát jelentettek az ellés körüli

szaporodásbiológiai zavarok. A többi megbetegedés alacsonyabb gyakorisággal szerepelt.

A ketózis megelőzésében kiemelten fontos szerepe van a megfelelő takarmányozásnak. Figyelemmel kell lenni, hogy a szárazonállás alatt az állatok ne hízzanak el, ellést követően pedig energiában dús, főleg könnyen emészthető szénhidrátokból álló fejadag kerüljön összeállításra. A takarmányok minősége ugyanolyan fontos, mint az abrak és tömegtakarmány aránya. Egy rossz minőségű, vajsavasan erjedt szilázsból 3-OH vajsav képződik, ami növeli a ketózis kialakulásának kockázatát. A nagy tejtermelésű gazdaságokban az anyagforgalmi betegségek korai felismerését és a takarmányozás megbízható ellenőrzését szolgáló vizsgálati rendszerek alkalmazása jelentős segítséget nyújt az állatok egészségének megőrzéséhez, valamint a gazdaságos termelés fent tartásához.(BRYDL, 1999) A szubklinikai ketózis megelőzésében fontos szerepet játszik a szárazonállók és a frissen ellettek valamint a fogadócsoport takarmányozási managementje. A negatív energiamérleg kiküszöbölésére, a glükoneogenezis fokozására, kézenfekvő megoldást jelenthet a glükoneoplasztikus anyagok használata (propilénglikol, glicerin, különböző propionátok).

A kísérlet lefolytatása közben gyakorlati tapasztalatot szereztünk egy korábban hazánkban széles körben még nem használt, hordozható műszerrel kapcsolatban. A műszer előnye a mérések megbízhatósága (IWERSEN et al.,2009), relatív olcsósága, valamint a vizsgálati idő lerövidülése a laboratóriumi mérőmódszerhez képest. Ezek a tulajdonságok és a mindennapi használat során gyűjtött pozitív tapasztalatok teszik mindenki számára ajánlható módszerré.

## 6. Összefoglalás

Tejelő szarvasmarha állományokban az ellést követő időszak, a laktáció első heteiben a tejtermelés és annak energiaszükséglete gyorsabban emelkedik, mint az állat szárazanyag felvevőképessége. Az ellés körüli időszak leggyakoribb betegségei közé tartozik a szénhidrát-anyagcsere zavara, a ketózis, ami során a vérben, a tejben, és a vizeletben a ketonanyagok koncentrációja a fiziológias szint fölé emelkedik.

A ketonanyagok kimutatásának ún. „gold standard”-ja a béta-hidroxi vajsav spektrofotometriával történő mérése laboratóriumi körülmények között. Azonban az utóbbi időben a ketózis kimutatására több istállópróba („cow-side” tesztek) kapható a kereskedelemben (tesztcsíkok, porok, tabletták).

Újabbán forgalomba került egy készülék, amely egy csepp vérből tud - a vércukorméréshez hasonló elven - béta- hidroxi vajsavat kimutatni. Szakdolgozatom célja volt, hogy ezzel az új, Magyarországon eddig nem használt kézi mérőműszerrel felmérjem a szubklinikai ketózis előfordulási gyakoriságát magyarországi tehenészetekben.

Eredményeinkből arra következtettünk, hogy az elektronikus kézi BHB-mérő rendszer teljes vér alkalmazása esetén hasznos és gyakorlatias eszköz a szubklinikai ketózis diagnosztizálására, valamint hogy a szubklinikai ketózis előfordulása hazai tehenészetekben egy olyan, klinikai tünetekkel nem rendelkező, elsősorban gazdasági károkat okozó betegség, amely előfordulásának csökkentésére minden lehetséges eszközt fel kell használnunk.

## **7. Summary**

Following the period of calving of dairy cattles, in the first week of lactation, the milking and its energy costs grow faster than the dry matter intake capacity. Ketosis, when the concentration of keton bodies in the blood, in milk and in urine raises, is one of the most frequent diseases of the carbohydrate household in the peripartium period.

The “gold standard” test for ketosis is the measure of beta hydroxy butirate by spectrophotometry. Recently more kinds of cow-side diagnostic tests (dipsticks, powders, and tablets) have become available for the test of ketosis.

Recently a hand-held device have been released for use in dairy cattle to diagnose ketosis based on blood sample. The aim of my thesis is to assess the prevalence of subclinical ketosis in Hungarian diary herds with this new hand-held meter that has not been used before in Hungary. Based on our results, to diagnose subclinical ketosis this electronic hand-held BHBA meter is a useful and practical method. Moreover, we found that monitoring of subclinical ketosis is a useful tool in Hungarian dairies due to the economical impact of the disease.

## **8. Köszönetnyilvánítás**

Szeretném megköszönni témavezetőmnek, dr. Szelényi Zoltánnak a szakdolgozatom elkészüléséhez nyújtott önzetlen segítségét. Köszönettel tartozom a Nagyállatklinika tanszéknek, hogy lehetővé tette a dolgozatom elkészülését. Köszönöm a gazdaságok dolgozóinak az együttműködést és a Szent István Egyetem Állatorvos-tudományi Könyvtárának a szakirodalomban történő kereséshez nyújtott segítséget.



## 9. Irodalomjegyzék

1. Andersson, L.: Subclinical ketosis in dairy cows. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 1988. 4: 233-51.
2. Borchardt, S., Staufenbiel, R.: Evaluation of the use of nonesterified fatty acids and  $\beta$ -hydroxybutyrate concentrations in pooled serum samples for herd-based detection of subclinical ketosis in dairy cows during the first week after parturition. *J Am Vet Med Assoc.* 2012. 240: 1003-11.
3. Brydl, E., Könyves, L., Tegzes, L., Jurkovich, V., Tirián A.: Incidence of subclinical metabolic disorders in Hungarian dairy herds during the last decade. *Magyar Állatorvosok Lapja.* 2008. 130, Suppl 1.: 129-134.
4. Bryk-Lucy, J., Nydam, D., Delgado Castro, A., Gonzales Zariquiey, A., Montenegro Vega, M.: Prevalence of subclinical metabolic disease in transition dairy cows on large dairies in Peru. In: *Proceeding of the. 25th World Buiatrics Congress, Budapest, Hungary, July 6-11, 2008.* 6-7.
5. Carrier, J., Stewart, S., Godden, S., Fetrow, J., Rapnicki, P.: Evaluation and use of three cow-side tests for detection of subclinical ketosis in early postpartum cows. *J. Dairy Sci.* 2004. 87: 3725–3735.
6. van der Drift, SGA.; van Hulzen, KJE.; Jorritsma, R.; Nielen, M.; Teweldemedhn, TG.; Heuven HCM.: Genetic and nongenetic variation in plasma and milk  $\beta$ -hydroxybutyrate and milk acetone concentrations of early-lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2012. 95: 6781-7.
7. Duffield, TF., Kelton, DF., Leslie, KE., Lissemore, KD., Lumsden, JH.: Use of test day milk fat and milk protein to detect subclinical ketosis in dairy cattle in Ontario. *Can Vet J* 1997. 38: 713-718.

8. Duffield, TF., Sandals, D., Leslie, KE., Lissemore, K., McBride, BW., Lumsden, JH., Dick, P., Bagg, R.: Efficacy of monensin for the prevention of subclinical ketosis in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci* 1998. 81:2866–2873.
9. Duffield, T.: Subclinical ketosis in lactating dairy cattle. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 2000. 16: 231-53.
10. Endecott, RL., Black, CM., Notah, KA., Petersen, MK.: Blood ketone levels of young postpartum range cows increased after supplementation ceased. *J Anim. Sci.* 2004. Vol. 82, Suppl. 1: 114.
11. Enjalbert, F., Nicot, M. C., Bayourthe, C., Moncoulon, R.: Ketone bodies in milk and blood of dairy cows: relationship between concentrations and utilization for detection of subclinical ketosis. *J. Dairy Sci.* 2001. 84: 583–589.
12. Geishauser, T, Leslie, K., Kelton, D., Duffield, TF.: Evaluation of five cow-side tests for use with milk to detect subclinical ketosis in dairy cows. *J. Dairy Sci* 1998. 81: 438–443.
13. Geishauser, T., Leslie, K., Tenhag, J., Bashiri, A.: Evaluation of eight cow-side ketone tests in milk for detection of subclinical ketosis in dairy cows. *J. Dairy Sci* 2000a. 83: 296–299.
14. Geishauser, T., Leslie, K., Duffield, T.: Metabolic aspects in the etiology of displaced abomasums. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 2000b.16:255-265.
15. Geishauser, T., Leslie, K., Kelton, D., Duffield, T: Kifizetődő-e a tejelő tehenek rendszeres szűrővizsgálata ketosisra? *Magyar Állatorvosok Lapja.* 2001. 123:366-369.
16. Haghghat-Jahromi, M., Nahid, S.: Incidence of subclinical ketosis in dairy cows in fars province of Iran and reproductive performance in early lactation period. *Asian Journal of Veterinary Sciences.* 2011. 5: 158-161.
17. Herdt, TH.: Ruminant adaptation to negative energy balance. Influences on the etiology of ketosis and fatty liver. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 2000. 16: 215-30.
18. Huszenicza, Gy., Fébel, H., Gáspárdy, A., Gaál, T.: A nagy tejtermelésű tehen takarmányozásának, tejtermelésének és szaporodóképességének kapcsolata. *Irodalmi*

áttekintés. 1. Az ellés utáni időszak anyagforgalmi jellemzői. Magyar Állatorvosok Lapja. 2002. 124: 719-726.

19. Huszenicza, Gy., Kulcsár, M., Dankó, G., Balogh, O., Gaál, T.: A nagy tejtermelésű tehén takarmányozásának, tejtermelésének és szaporodóképességének kapcsolata. 4. A ketonanyag-képződés fokozódása és annak klinikai következményei Magyar Állatorvosok Lapja. 2003. 125: 203-210.

20. Iwersen, M., Falkenberg, U., Voigtsberger, R., Forderung, D, Heuwieser, W. : Evaluation of an electronic cowside test to detect subclinical ketosis in dairy cows. J. Dairy Sci. 2009. 92: 1-7.

21. Jorritsma, R, Baldée, SJ., Schukken, YH., Wensing, T, Wentink, GH.: Evaluation of a milk test for detection of subclinical ketosis. Vet Q. 1998 Jul; 20(3): 108-10.

22. Könyves, L., Szenci, O., Jurkovich, V., Tegzes, L., Tirián, A., Solymosi, N., Gyulay, Gy., Brydl, E.: Risk assessment of postpartum uterine disease and consequences of puerperal metritis for subsequent metabolic status, reproduction and milk yield in dairy cows. Acta Veterinaria Hungarica. 2009. 57.: 155-169.

23. LeBlanc, S., Leslie, KE., Duffield, TF.: Metabolic predictors of displaced abomasum in dairy cattle. J. Dairy Sci. 2005. 88: 159-170.

24. LeBlanc, S.: Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. J Reprod Dev. 2010. 56 Suppl I: S29-35.

24. McArt, JAA., Nydam, DV., Oetzel, GR.: Epidemiology of subclinical ketosis in early lactation dairy cattle. J. Dairy Sci. 2010. 95: 5056-5066.

25. Nielen, M., Aarts, M., Jonkers, A., Wensing, T, Schukken, Y.: Evaluation of two cowside tests for the detection of subclinical ketosis in dairy cows. Can Vet J 1994. 35: 229-232.

26. Oetzel, GR.:Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease.Vet Clin North Am Food Anim Pract. 2004. 20: 651-74.

27. Panousis, N. Kritsepi, M.; Karagiannis, I.; Kalaitzakis, E.; Lafi, S.; Brozos, C.h.: Evaluation of Precision Xceed® for on-site monitoring of blood  $\beta$ -hydroxybutyric acid

and glucose in dairy cows (In English) Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society, Vol. 62, No. 2, April-June 2011. pp. 109-117(9)

28. Suriyasathaporn, W., Heuer, N., Noordhuizen-Stassen, EN. , Schukken, YH.: Hyperketonemia and udder defense: a review Vet Res. 2000. 31: 397-412.

29. Tóth, F., Gábor, Gy., Fébel, H., Huszár, Sz., Mézes, M.: Egyes metabolikus vérparaméterek eltéréseinek vizsgálata vemhes és üres tejelő tehenekben. Magyar Állatorvosok Lapja. 2007. 129: 157-165.

30. Voyvoda, H., Erdogan, H.: Use of a hand-held meter for detecting subclinical ketosis in dairy cows. Research in Veterinary Science. 2010. 89: 344–351.

31. Walsh, RB., Walton, JS. Kelton, DF., LeBlanc, S., Leslie, KE., Duffield, TF: The effect of subclinical ketosis in early lactation on reproductive performance of postpartum dairy cows. J. Dairy Sci. 2007. 90: 2788–2796.

# HuVetA - SZIA

## ELHELYEZÉSI MEGÁLLAPODÁS ÉS SZERZŐI JOGI NYILATKOZAT\*

Név: .....

Elérhetőség (e-mail cím): .....

A feltöltendő mű címe: .....

.....

A mű megjelenési adatai: .....

Az átadott fájlok száma: .....

Jelen megállapodás elfogadásával a szerző, illetve a szerzői jogok tulajdonosa nem kizárólagos jogot biztosít a HuVetA és a SZIA számára, hogy archiválja (a tartalom megváltoztatása nélkül, a megőrzés és a hozzáférhetőség biztosításának érdekében) és másolásvédett PDF formára konvertálja és szolgáltatssa a fenti dokumentumot (beleértve annak kivonatát is).

Beleegyeznek, hogy a HuVetA és a SZIA egynél több (csak a HuVetA és a SZIA adminisztrátorai számára hozzáférhető) másolatot tároljon az Ön által átadott dokumentumból kizárólag biztonsági, visszaállítási és megőrzési célból.

Kijelenti, hogy a átadott dokumentum az Ön műve, és/vagy jogosult biztosítani a megállapodásban foglalt rendelkezéseket arra vonatkozóan. Kijelenti továbbá, hogy a mű eredeti és legjobb tudomása szerint nem sérti vele senki más szerzői jogát. Amennyiben a mű tartalmaz olyan anyagot, melyre nézve nem Ön birtokolja a szerzői jogokat, fel kell tüntetnie, hogy korlátlan engedélyt kapott a szerzői jog tulajdonosától arra, hogy engedélyezhesse a jelen megállapodásban szereplő jogokat, és a harmadik személy által birtokolt anyagrész mellett egyértelműen fel van tüntetve az eredeti szerző neve a művön belül.

A szerzői jogok tulajdonosa a hozzáférés körét az alábbiakban határozza meg (**egyetlen, a megfelelő négyzetben elhelyezett x jellel**):

- engedélyezi, hogy a HuVetA-ban/SZIA-ban tárolt művek korlátlanul hozzáférhetővé váljanak a világhálón,
- a Szent István Egyetem belső hálózatára (IP címeire) korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
- a SZIE Állatorvos-tudományi Könyvtárban található, dedikált elérést biztosító számítógépre korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
- csak a dokumentum bibliográfiai adatainak és tartalmi kivonatának feltöltéséhez járul hozzá (korlátlan hozzáféréssel),
- nem engedélyezi a feltöltött dokumentum(ok) elérését és a dokumentum bibliográfiai adatainak nyilvánossá tételét a HuVetA-ban/SZIA-ban.

\* Jelen nyilatkozat az 5/2011. számú, *A Szent István Egyetemen folytatott tudományos publikációs tevékenységgel kapcsolatos adatbázis kialakításáról és alkalmazásáról* című rektori utasításhoz kapcsolódik, illetve annak alapján készült.

Kérjük, nyilatkozzon a négyzetben elhelyezett jellel a helyben használatról is:

Engedélyezem a dokumentum(ok) nyomtatott változatának helyben olvasását a könyvtárban.

Amennyiben a feltöltés alapját olyan mű képezi, melyet valamely cég vagy szervezet támogatott illetve szponzorált, kijelenti, hogy jogosult egyetérteni jelen megállapodással a műre vonatkozóan.

A HuVetA/SZIA üzemeltetői a szerző, illetve a jogokat gyakorló személyek és szervezetek irányában nem vállalnak semmilyen felelősséget annak jogi orvoslására, ha valamely felhasználó a HuVetA-ban/SZIA-ban engedéllyel elhelyezett anyaggal törvénytörtő módon visszaélne.

Budapest, 2012. év .....hó .....nap

---

aláírás  
szerző/a szerzői jog tulajdonosa

---

*A HuVetA Magyar Állatorvos-tudományi Archivum – Hungarian Veterinary Archive a Szent István Egyetem Állatorvos-tudományi Könyvtár, Levéltár és Múzeum által működtetett szakterületi online adattár, melynek célja, hogy a magyar állatorvos-tudomány és -történet dokumentumait, tudásvagyonát elektronikus formában összegyűjtse, rendszerezze, megőrizze, kereshetővé és hozzáférhetővé tegye, szolgáltassa, a hatályos jogi szabályozások figyelembe vételével.*

*A HuVetA a korszerű informatikai lehetőségek felhasználásával biztosítja a könnyű, (internetes keresőgépekkel is működő) kereshetőséget és lehetőség szerint a teljes szöveg azonnali elérését. Célja ezek révén*

- a magyar állatorvos-tudomány hazai és nemzetközi ismertségének növelése;
- a magyar állatorvosok publikációira történő hivatkozások számának, és ezen keresztül a hazai állatorvosi folyóiratok impakt faktorának növelése;
- az Állatorvos-tudományi Kar és az együttműködő partnerek tudásvagyonának koncentrált megjelenítése révén az intézmények és a hazai állatorvos-tudomány tekintélyének és versenyképességének növelése;
- a szakmai kapcsolatok és együttműködés elősegítése,
- a nyílt hozzáférés támogatása.

*A SZIA Szent István Archivum a Szent István Egyetemen keletkezett tudományos dolgozatok tára.*