

Szent István Egyetem
Állatorvos-Tudományi Kar
Állathigiéniai, Állomány-egészségtani és Állatorvosi Etológiai
Tanszék

SZUBKLINIKAI ANYAGFORGALMI ZAVAROK
ELŐFORDULÁSA TEJHASZNÚ TEHENÉSZETBEN

OCCURENCE OF SUBCLINICAL METABOLIC DISORDERS
IN DAIRY HERD

Készítette: Schuster Norbert

Témavezetők: Prof. Dr. Brydl Endre
Dr. Könyves László

2012

TARTALOMJEGYZÉK

1.BEVEZETÉS.....	4
2.IRODALMI ÁTTEKINTÉS	6
2.1 A tejelő szarvasmarha élettana	6
2.1.1 A Holstein-fríz	6
2.1.2 Energiaforgalom és zavarai	7
2.1.3 A negatív energiamérleg endokrinológiai háttere	10
2.1.4 Az energiaegyensúly zavarai az ellés körüli időszakban (zsírmáj; ketózis)....	13
2.2 A fehérjeforgalom és zavarai.....	17
2.3 Sav-bázis egyensúly és zavarai.....	19
2.3.1 A metabolikus acidózis.....	20
2.4 A makroelem forgalom és zavarai	21
2.4.1 A Ca – és a P– forgalom és zavarai.....	21
2.4.2 A Mg forgalom és zavarai	24
2.4.3 A Na- és a K-forgalom és zavarai	25
2.5 Nyomelem ellátottsága és zavara.....	27
2.5.1 A cink anyagforgalom és zavara.....	27
2.5.2 A mangán anyagforgalom és zavarai	28
2.5.3 A réz anyagforgalom és zavarai.....	29
2.5.4 A szelén anyagforgalom és zavara.....	30
2.6 A szarvasmarha vitaminellátás szüksége, hiánybetegségek	31
2.6.1 A β -karotin és az A-vitamin ellátottság hiányosságai	32
3. SAJÁT VIZSGÁLATOK.....	35
3.1. A vizsgálat célja és előzményei	35
3.2. Vizsgálatok	35
3.3 Laboratóriumi vizsgáló módszerek.....	37
3.4 A helyszíni és laboratóriumi vizsgálatok eredményeinek értékelése	38

3.5. Javaslatok	42
4.ÖSSZEFOGLALÁS	48
5.SUMMARY	50
6.KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS.....	52
7.IDÉZETT FORRÁSMUNKÁK	53
8.RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE.....	56
9.MELLÉKLET	57

1.BEVEZETÉS

„ A produkciós betegségek ember által előidézett, a genotípus, a takarmányozás és a tartás diszharmóniája által okozott anyagforgalmi zavarok, amelyek előfordulási gyakorisága, elterjedtsége és a tünetek súlyossága a termelőképeség, illetve a termelési eredmények növekedésével arányosan fokozódik”

J.M Payne

Hazánkban a II. világháború után a növekvő fogyasztói igények és az egyre fejlettebb gépesített nagyüzemi termelés a tenyésztőket a tej és hús irányú termelés kettéválasztására kényszerítette. A legfőbb cél ekkor a nagyüzemi termeléshez leginkább alkalmazkodni képes állomány kialakítása volt. Erre legalkalmasabbnak az USA-kanadai importú holstein-frízek bizonyultak. Magas tejtermelő képességük és a gépi fejéshez ideális tőgyük miatt hamar a tejtermelő telepek elsősorú fajtájává váltak. 1962-ben megindult a tisztavérű holstein-fríz állományok importja, majd az 1972. évi kormányprogrammal elkezdődött az addig domináns magyar tarka átkeresztzése tejelő, illetve hús irányba.(28) A fajta számos előnyös tulajdonsága mellett (altruista típus) az elvárt termelési színvonal fenntartásához szükséges tartástechnológiai és takarmányozási költségek, valamint feladatok is gyarapodtak. A magyar tarkánál lényegesen érzékenyebb neurohormonális szabályzó rendszerrel és élénkebb anyagcserével bíró holsteinek már a kisebb környezeti változásokra is enyhébb-súlyosabb anyagforgalmi, ill. reprodukciós zavarokkal reagálnak. Így az anyagforgalmi betegségek a termelés limitáló tényezőivé váltak. (24)

Az állomány genetikai képességeinek kibontakozásához teljes értékű takarmányozásra van szükség, ellenkező esetben a hibás telepi menedzsment és a nagyobb környezeti terhelés hatására az állatok hamarabb kimerülnek. Ezek először szubklinikai (pl.: anyagforgalmi rendellenesség, tőgygyulladás) majd klinikai tünetek (pl.: sántaság, oltógyomorhelyzetváltozás, meddőség) formájában manifesztálódnak, lerontva a termelési eredményeket és a szaporodásbiológia mutatókat. Mindezek az állatok hasznos élettartamának csökkenését okozzák. Az ebből adódó gazdasági veszteség bizonyos esetekben felülmúlja a magasabb tejtermelés által okozott haszon nagyságát, valamint a tenyészállomány genetikai visszaesését is maga után vonhatja, mivel általában a legnagyobb termelésű, legjobb genetikai adottságokkal bíró egyedek kerülnek először selejtezésre az állományból.

Hazai gazdaságokban végzett felmérés szerint a selejtezések miatt az állományok 14,6-30,4 %- a évről évre kicserélődik.(28)

Érdekes módon a lényeges létszámcsökkenés ellenére az összesített tejtermelés mértékében csak kisebb visszaesés mutatkozott a tejlő tehenek figyelemre méltó produktív növekedése miatt. Az ellenőrzött tehénállomány létszáma 1999 és 2010 között 270.010-ről 178.857-re redukálódott. (8) (1.táblázat)

1.táblázat: Fekete Balázs: Az állattenyésztés helyzete, kilátásai hazánkban. Balatonvilágos, őszi hagyományos továbbképző agrárkonferencia, 2010.

Július	Tenyészetek száma	Záró létszám	Összes tej (kg)	Istálló átlag
1999	928	270010	4175289	15,46
2000	890	258540	4484470	17,35
2002	803	240074	4469773	18,62
2004	686	213740	4028631	18,85
2006	610	199859	3887958	19,45
2008	580	195940	4061018	20,73
2010	497	178857	3599952	20,13

Az anyagforgalmi rendellenességek időben való felismerése és megelőzése a hatékony és gazdaságos termelés előfeltétele. Ezért fontos, hogy tisztában legyünk az állomány általános egészségi állapotával, az anyagforgalmi betegségek gyakoriságával és az alkalmazott takarmányozási rendszer esetleges hibáival, hiányosságaival. Ehhez nyújt segítséget a részletes és átfogó anyagcsere-vizsgálat. A biológiai mintákat szaporodásbiológiai és laktációs állapot alapján különböző élettani csoportokból szűrőpróbaszerűen kiválasztott, klinikailag egészséges állatokból veszik.(4) A vizsgálati eredményeket figyelembe véve, az esetleges hibákat kijavítva egy jövedelmezőbb és eredményesebb gazdaság üzemeltethető.

2.IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1 A tejelő szarvasmarha élettana

2.1.1 A Holstein-fríz

1. kép: Holstein-fríz tehén. Forrás: internet (www.edenkert.hu)



A frízlandi és holstein-vesztfáliai területről az észak-amerikai kontinensre bevitt állományokat "holstein-fríz" elnevezéssel illették és tartották nyilván. Őse az ún. „feketetarka marha”, a németalföldi Friesland. A tipikus fekete-fehér változat csak a XIX.század elejére Dániában, Schleswig-Holstein és Friesland

tartományban alakult ki.(36) A tenyésztésben a respiratorius típus kialakításán, nagy tejtermelő képesség fejlesztésén fáradoztak. Az európai szemlélet figyelembe vette azt a körülményt, hogy a kisüzemi paraszti gazdálkodás a változó piachoz alkalmazkodva tejet és húst is elő kíván állítani. Az amerikai farmok üzemi méreteinek növekedése, a fejlett gépesítés és a specializáció a tenyésztőket arra készítette, hogy az egyoldalú tejelő jelleget fejlesszék a nagy tejtermelésre és a gépi fejhetőségre irányuló szelekció mellett. Fontos szerepet játszottak a tartástechnológiai körülmények is. A maximális jövedelem elérésében a tenyésztők óvakodtak minden túlzó és az állatok biológiai igényeit meghaladó elhelyezéstől. Mindenkor a legegyszerűbb, legolcsóbb megoldásokat alkalmazták. Ez a körülmény is hozzájárult ahhoz, hogy a holstein-fríz tehének az elhelyezési (istállózási) és klimatikus viszonyokkal szemben nem támasztanak különleges igényeket, sőt igen jól tűrik a félig nyitott istállóban való, kötetlen csoportos tartást és a hideget. A takarmányozással szemben - nagy genetikai képességük kibontakoztatása céljából - igényesek, teljes értékű takarmányozást igényelnek. Ellenkező esetben először a kondíciójuk, majd a reprodukciós teljesítményük, végül tejtermelésük is leromlik („önfeláldozó” típus). A szaporasági mutatók gondos fölneveléssel, megfelelő takarmányozással és szakszerű szárazraállítással javíthatók. Az ellések lefolyása általában normális, a nehézzellések előfordulása nem jellemző. Ivári koraérése kedvező, középkorán érő fajta. Az üszök tenyésztésbe vétele 360-380 kg testtömeg elérésekor, 16-18 hónapos életkorban lehetséges. A fajta hústermelő képességét közepesnek tartjuk. A hízó állatok izmoltsága általában nem megfelelő, a növendékek növekedési erélye

viszont nagy. Egy napra jutó élőtömeg-termelés tekintetében sok esetben nem marad el a kettős hasznosítású fajtáktól, sőt a húsfajták egy részétől sem. Kedvező az is, hogy a hízó bikák viszonylag nagy végtömegre (kb. 500 kg) hizlalhatók. A vágott áru minősége közepes vagy gyenge.

Bár a fajtára a feketetarka színeződés jellemző, előfordulnak vöröstarka (red holstein) egyedek is, amelyek színre nézve homozigóták. (A vörös szín a feketetarkában recesszív tulajdonság.) A red holstein-fríz értékmérő tulajdonságai nem térnek el lényegesen a feketetarka változatától. A vöröstarka változatot elsősorban olyan keresztezésekben használják, amikor a színek keveredését el akarják kerülni (pl. vöröstarka színű fajták holstein-frízzel való cseppvérkeresztezése). A holstein-fríz fajta elsősorban fogyasztói tej előállítására alkalmas. Az egyes változatokat ma már országonként tartják számon (pl. Izrael: 11000 kg/év fölötti tejmenyiség). Átlag tejtermelése 7000-8000 kg/év 3,5-3,7 tejsír % mellett..(36) Nagy tejmenyisége, gépi fejésre alkalmas tőgye, jó technológiatűrő képessége révén az iparszerű tejtermelő telepek legfontosabb fajtája. Európában elsők között magyar szakemberek ismerték fel a fajta értékét. Horn Artúr 1963-ban tett előterjesztést behozatalára, amit a tenyészállatimport fellendülése és kiterjedt fajtakeresztezések követtek. Eredményeként Magyarországon van jelenleg Európában a legnagyobb holstein-fríz állomány. Hazánkban fajtatisztán és keresztezésekben egyaránt kiterjedten használják, a tejirányú specializáció egyik alapfajtájaként számolunk vele. A tisztavérű holstein fríz állományok importja 1969-ben kezdődött. A hazai állomány termelése igazolja a fajtához fűzött várakozásokat.(31)

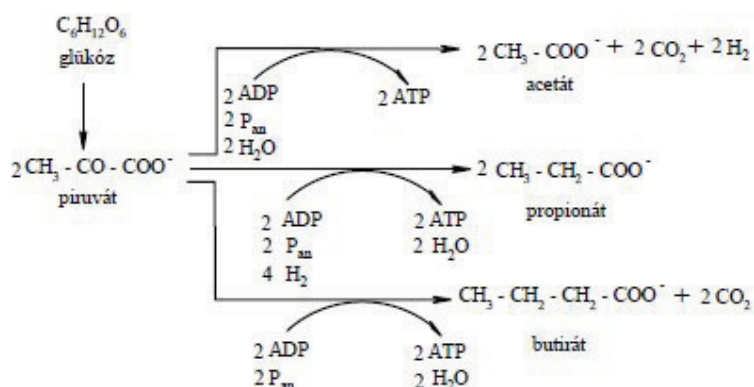
2.1.2 Energiaforgalom és zavarai

A kérődzők anyagcseréje -előgyomrok kifejlődése miatt- lényegesen eltér a monogastricus állatokétól. Hasonló takarmányt fogyasztó monogastricus állatokéhoz képest más összetételű tápanyagok szívódnak fel az emésztőcsőben. Ennek az eltérésnek az oka a gazdaállat és a bendőben élő mikroorganizmusok (baktériumok, protozoák) közötti szimbiózis. Az előgyomrokba került táplálékból a szimbionták extracelluláris enzimeikkel a monogastricus állatok számára hozzáférhetetlen vegyületekből (pl. cellulóz) a kérődzők számára hasznosítható formára alakítják át. Ehhez a gazdaállat megfelelő környezeti feltételeket biztosít (hőmérséklet, pH).

A bendőbe kerülő szénhidrátok döntő hányada poliszacharid (főleg keményítő és cellulóz). A bakteriális emésztőenzimek hatására a bendőben a poliszacharidok

glükózegységekre bomlanak. Az így keletkezett glükóz a baktériumok sejtjébe jutva tovább bomlik anaerob módon. A glükóz – a glikolízis megfelelő lépésein keresztül – piruváttá, majd rövid szénláncú zsírsavakká alakul (acetát, propionát, butirát).

1.ábra.A piroszőlősav átalakításának különböző biokémiai lépései



(forrás: Vereseyházy T.: Összehasonlító biokémia II.;2003)

A mikrobák növekedése során saját testfehérjéjük szintéziséhez a piroszőlősav illózsírsavakká történő redukciója közben termelődő ATP mennyiség biztosítja a szükséges energiát. Így a szénhidrátok elégtelen fermentációja kihat a keletkező bakteriális fehérje mennyiségére is. A bendőfolyadék pH-ja hatással van az illózsírsavat termelő baktériumok szaporodására, ily módon a tehén energiaellátottságát is jelentősen befolyásolja. Savasabb pH-n a cellulóz és a hemicellulóz fermentációja nagy- a pektiné kis mértékben csökken.

Fiziológiás körülmények között a bendőfolyadék pH-ja 6,2-7 aminek kialakításában– a savas karakterű anyagokkal szemben–elsődleges szerepet tölt be a kérődzés során termelődő, majd bendőbe jutó lúgos kémhatású nyál (90-160 l/ nap). A termelődő nyál mennyisége a kérődzés függvénye, amit a bendőmotorika befolyásol. Bendőacidózis esetén következményes bendőatonia léphet fel, ami magával vonja a kérődzés idejének csökkenését. Kevesebb kérődzéssel kevesebb lúgos hatású nyál jut a bendőbe és a bendőacidózis súlyosabb lesz, aminek következtében csökken az étvágy (takarmányfelvétel) és energiaellátási zavar alakul ki.

A bendőatoniát és bendőacidózist kiválthatja továbbá az állatokat érő stressz és a hirtelen adott, nagy mennyiségű abrak takarmány. Ilyenkor az energiaegyensúly megbomlása miatt zsírmobilizációs betegség és ketózis kialakulásának fokozott veszélye áll fent. (1;4) Sok könnyen emészthető, magas szénhidráttartalmú takarmány etetése esetén a bendőfolyadék

pH-ja –és ennek következtében az acetát koncentrációja is–csökken. Kezdetben nő, majd csökken a propionát és nő a butirát koncentrációja, a laktáté pedig nő.(6) (2.ábra)

Energiaellátás szempontjából az illózsírsavak mennyisége és egymáshoz való arányuk is lényeges. Összes mennyiségük 80-120 mmol/l. Legmagasabb szintet etetés után 3-5 órával érik el. Ideális bendő pH esetén az ecetsav 60-65 mol % , a propionsav 20-25 mol % , a vajsav 10-15 mol%-ban van jelen. (Kb. 5% mol%-ban egyéb zsírsavszármazékok is megtalálhatóak.) Normál esetben a tejsav csak nyomokban van jelen. (30) Arányuk túlnyomóan szálas és tömegtakarmányok esetén acetát:propionát:butirát=70:20:10. Kiemelkedően fontos az acetát:propionát aránya. Legkedvezőbb 3:1 megoszlásban, ugyanis az acetát mennyisége kritikus a tejsírképzés szempontjából. Ennek fontos előfeltétele, hogy a takarmány nyersrosttartalma a szárazanyagtartalom 17-23 %-a legyen.

A felszívódó illózsírsavak fedezik a szarvasmarha energiaigényének 60-70 %-át. Ez csak normál takarmányozás esetén valósulhat meg, amikor a tömegtakarmány-abrak aránya $\geq 1:1$,a tejelő tehén energiakészletének ≥ 70 %-át a bendőben fermentálódó illó zsírsavak, ≤ 30 %-át az egyéb forrásból származó energia biztosítja. Ekkor a tehén energiaellátása egyensúlyban van.

Az *ecetsav* a bendőben legnagyobb koncentrációban keletkező illózsírsav. A bendőből a zsír- ill. izomszövetbe kerül (tejtermelő tehén esetén a tejmirigybe) ahol eltérő biokémiai folyamatok alkotója lesz. A zsírszövetben a zsírsejtek citoplazmájában acetyl CoA-vá alakul majd hosszabb láncú zsírsavak épülnek fel belőle. Az izomsejtekben a mitokondriumban CoA-származékká alakulva a citrátkörben, majd az oxidációs láncban ég el. Egy ecetsav molekula oxidációja 10 molekula ATP-t szolgáltat a gazdaállat számára. Az energiaszolgáltatáson túl keton anyaggá is képes alakulni (ketogenetikus anyag). Ha kevés oxálecetsav áll a citrátkör rendelkezésére, nem tud bekapcsolódni és acetecetsavvá alakulhat, aminek fontos kórtani szerepe van a tejelő tehének ketózisában. A *propionsav* különleges a illózsírsavak között,mivel glükogenetikus,azaz glükóz képződhet belőle. A bendőben képződő propionsav kb. 81 %-a vesz részt a glükóz képződésben, annak legfontosabb kiinduló vegyületeként. Másik jellegzetessége, hogy keletkezése során nem képződik hidrogén gáz, így „energiát takarít meg „, a gazdaállat számára. A *vajsav* több,mint 50 %-a a bendő hámsejtjeiben átalakul egy ketonanyaggá, 3-OH-vajsavvá. Mivel intakt formában jut át a bendőfalán részt vehet az állat energiaháztartásában.. A két szénatomos egységekre való szétesés után acetyl-CoA keletkezik, amely oxidálódva fedezi a kérődző energiaigényének egy részét. A szénhidrátok bontása során olyan gáz halmazállapotú végtermékek is keletkeznek ($H_2;CH_3$) amelyeket a kérődzők nem képesek energiaforrásként felhasználni. Ez

alól kivétel a propionsav, melynek képződése során nem képződik H_2 (sőt a folyamathoz H_2 használódik fel) ezáltal a takarmány jobb hasznosulását és kevesebb energiaveszteséget tesz lehetővé.(1) **(2. táblázat)**

2.1.3 A negatív energiamérleg endokrinológiai háttere

A laktáció első heteiben nagy tejtermelésű tehenek esetén az állat fokozódó energia szükséglete és a szárazanyag felvevő képessége negatívan konvergál. Ebben a 8-12 hétig tartó időszakban a fokozott energiaszükségletet az állat saját tartalékainak bontásából próbálja fedezni, aminek következtében negatív energiaállapotba (NEB) kerül.

Létfontosságú, hogy az állat képes legyen megőrizni saját homeostasisát, ami a szervezetben lévő egyensúly heveny kontrollja, tehát az élettani egyensúly percről-percre történő fenntartása (pl.:vércukorszint;testhőmérséklet állandó szinten tartása).(15) A homeorézis fogalmát Bauman vezette be. Az anyagcsere olyan összerendezett, szöveti változásait jelenti, amely az aktuális élettani állapotot (pl.:laktáció) hivatott fenntartani. Az anyagforgalom átállása hosszabb időre szól és ezt a sajátos élettani állapotot képes kiszolgálni a fölszívódott táplálóanyagok megfelelő eloszlásával.(1)

A mozgósítási folyamatok érdekében elsődlegesen a zsírszövet bontása történik (FLM). Elhanyagolható mennyiségben, de energiaszerzés céljából végbe megy az izom–főleg vázizom–és a máj glikogén raktárainak felhasználása is. Fokozott veszélynek vannak kitéve az ellés előtt viszonylag magas ($BCS \geq 3.75$) kondíció ponttal bíró tehenek ugyanis náluk a nagyobb mennyiségben rendelkezésre álló lipid raktárak hirtelen lysise prediszponálja őket a „kövér tehén” („fat cow syndrome”) szindrómára. Az elhízott tehenek ellés után is rosszabb termelési mutatókkal rendelkeznek alacsonyabb kondíciópontú társaiknál ugyanis energiaszükségleteiket elsődlegesen zsírraktáraik bontásából fedezik. Az így mobilizált zsírszövet bontása során a vér magas zsírsavszintje miatt az étvágy tovább romlik aminek következtében a szárazanyag felvétel csökken így az energiahányos állapot tovább súlyosbodik.(1;15)

A laktáció korai szakaszában a legnagyobb energia felhasználó szerv a tejmirigy. Egy 50 kg tejet termelő tehén mintegy 2 kg tejsírt, 1,6 kg tejfehérjét és 2,5 kg tejcukrot állít elő naponta.(18) Az emiatt kialakulóban lévő energiadeficit ellen a szervezet homeosztatisz rendszere igyekszik mind hormonális úton, mind pedig az egyéb szervek energiafelhasználását (glükóz, egyéb energiahordozó metabolitok) csökkentve fellépni. Előfordulhat azonban–főleg a laktáció első heteiben-, hogy a homeosztatisz reguláció nem

elegendő és a fokozott tejtermeléshez szükséges többlet energia megbontja az energia egyensúlyt a tejmirigy javára (dekompenzált NEB). Ennek következtében különféle reprodukciós zavarok kialakulása is várható. (13;14;15)

Az ellés körüli időszakot és a laktáció bevezető szakaszát jellemző katabolikus folyamatok szabályozásában a növekedési hormon (STH), inzulinszerű növekedési faktor-I (IGF-I) és az inzulin–leptin tengely bír meghatározó szereppel. A kérődzők tejtermelésének megindulásáért és fenntartásáért a hypofízis eredetű STH a felelős. A növekedési hormon plazmakoncentrációja az ellést közvetlenül megelőzően emelkedni kezd majd kismértékű csökkenést mutatva magas szinten állandósul a laktációs csúcstermelés időszakában. Az STH közvetlenül és inzulin antagonistá hatása révén közvetett módon is serkenti a glükózneogenezist. Az STH mellett az IGF-I-nek és kötőfehérjéjének is szerepet tulajdonítanak a növekedés és a tejtermelés szabályozásában. A májsejteken lévő STH receptorok kifejeződése az ellés körüli időszakban, továbbá energia és fehérjehiányos állapotokban csökken, ami az STH májra gyakorolt biológiai hatásgyengülését eredményezi. Ekkor csökken az IGF-I szintézise és elválasztása, maga után vonva a negatív visszacsatolás gyengülését az STH elválasztásra, növelve annak plazmakoncentrációját. NEB és FLM idején jelentősen csökken a máj STH hatására képződő IGF-I mennyisége. Az STH a tartalékszírszövetben serkenti a zsírbontást – ezzel megemelve a vérplazma NEFA koncentrációját- továbbá gátolja a zsírszintézist és a szövetek inzulinfüggő glükóz felvételét. Kérődzőkben a plazma inzulin koncentrációja pozitív korrelációt mutat az energia felvétel és a propionát-felszívódás pillanatnyi mértékével. Ennek megfelelően a tehénben az ellés utáni plazma inzulin szint legtöbbször alacsony.

Az ellés körüli időszakban tejhasznú tehénben ún. inzulinrezisztencia alakul ki melynek következtében a perifériás szövetek inzulinérzékenysége valamint a hasnyálmirigy inzulin elválasztása glükóz hatására csökken. Az agyban és a tőgyben nem csökken az inzulin érzékenység. A tőgyben zajló laktóz szintézis glükóz igényének kielégítése elsőbbséget élvez más szövetekkel szemben (kivéve központi idegrendszer). Védett zsírok etetése általában jó hatással bír a tejtermelésre, mivel a tőgy mirigyhámsejtjei –korlátozott mennyiségben ugyan- képesek NEFA-t használni glükóz helyettesítő anyagként. A laktáció előrehaladtával nő a szárazanyag felvétel és javul az energiaegyensúly. Fokozatosan növekszik az inzulin elválasztás. Az inzulin segíti a máj STH receptorainak kifejeződését ,ezáltal fokozódik az STH serkentette IGF-I termelés is. Az IGF-I gátló hatásának következtében csökken a vérplazma STH koncentrációja. A laktáció előrehaladtával járó hormonális változások a tejelő

tehén anyagcsere egyensúlyát fokozatosan átbillentik katabolikus folyamatokból az anabolikus állapot felé.(18)

A leptin egy fehérje, ami a zsírszövetben szintetizálódik. Elsődleges szerepe a takarmány felvétel és a reprodukciós folyamatok szabályozásában van. Emelkedett plazma koncentrációja esetén a hypothalamus éhségközpontja csökkenti a takarmányfelvételt tehát ellentétes hatású a hypothalamus által termelt anabolikus peptiddel a neuropeptid y-al (NPY). Koncentrációja az ellés időpontjában és negatív energia egyensúlyi állapotban is csökken. A leptin plazmakoncentrációja pozitívan korrelál az inzulin és a glükóz valamint negatívan a plazma STH és NEFA koncentrációjával. Negatív energia egyensúlyban a perifériás vérben emelkedett koncentrációk mellett csökken a pajzsmirigy hormon (T3;T4) és leptin koncentrációja. Jelen ismereteink szerint a perifériás szövetek a T4 és a T3 inaktíválásának a fokozásán és/vagy a T4-ből történő T3-képződésnek a csökkentése révén próbálja összhangba hozni a saját sejtszintű anyagcseréjüket a szervezet egészét a NEB idején jellemző katabolikus állapottal. Habár egészséges állatokban a pajzsmirigy tireotrop hormon (TSH) vagy a thyreotrop releasing hormon (TRH) által indukált T4 válaszkészsége a NEB idején nem sokat csökken, a pajzsmirigy hormonjait lebontó deiodáz (5D) enzimrendszer (főleg májbeli) aktiválódásának tulajdoníthatóan a perifériás vérben számottevően alacsonyabb T3 és T4 szintek figyelhetők meg. Egyidejűleg emelkedik az inaktív metaboliként ismert 3,3',5'-trijódtironin (rT3) koncentrációja. Endotoxin hatására a plazmában csökken a T3 és emelkedik a rT3 koncentrációja. A folyamat kiváltásában kulcsfontosságú szerep tulajdonítható a különféle-endotoxin hatásnak kitett-immunrendszer által termelt citokineknek (tumor necrosis factor- α és interleukin-1) amelyek egyaránt képesek gátolni az adenohipophyseáli TSH-leadását valamint a pajzsmirigyben és /vagy a májban csökkenteni az ún. I. típusú deiodáz (5'D) aktivitását.(15) Leírták a zsírsejtekben termelődő adiponektin és az emésztőrendszer eredetű ghrelin hormonok energiaforgalomra gyakorolt hatását is, ami a szárazanyag felvétellel függ össze.(18) **(3.táblázat)**

Napjainkban nincs olyan takarmány, ami kielégítené a laktáció első harmadára jellemző hatalmas energiaigényt. Ennek következtében minden nagy tejtermelésű tehén a tejtermelés megindulásával negatív energiaállapotba kerül. Azokban az állatokban amelyekben megbomlik ez az érzékeny egyensúly különféle produkciós betegségek (ketózis; zsírmobilizációs betegség) kialakulása következik be.

2.1.4 Az energiaegyensúly zavarai az ellés körüli időszakban (zsírmáj; ketózis)

Az ellés utáni néhány hétben a hirtelen meginduló intenzív tejtermelés energiaigényét az állat szárazanyag felvétele nem tudja kielégíteni és a számított energiamérleg negatív lesz. A katabolikus időszak hosszát a genetikailag predisponált tejtermelés, a tartás és takarmányozási módszerek valamint a szárazanyag felvétel befolyásolja. Ezen kívül az ellés előtt pár naptól egészen az ellésig jelentkező fájások okozta stressz hatására fiziológiásan csökken a bendőmozgások száma és intenzitása aminek következtében csökken a kérődzés és ezáltal az étvágy és a szárazanyag felvétel is. (4)

Az ellés előtt és a laktáció első 30 napjában a fokozott zsírmobilizáció (magas NEFA-koncentráció) és a szubklinikai zsírmobilizációs betegség (magas NEFA-koncentráció és AST-aktivitás) a domináns. A laktációs napok számának növekedésével fordítottan arányos a szubklinikai zsírmobilizációs betegség előfordulásának valószínűsége. A szubklinikai ketózis kialakulása az ellés után a leggyakoribb és a legtöbb esetben a zsírmobilizációs betegség szubklinikai formájával együtt jelentkezik. (24)

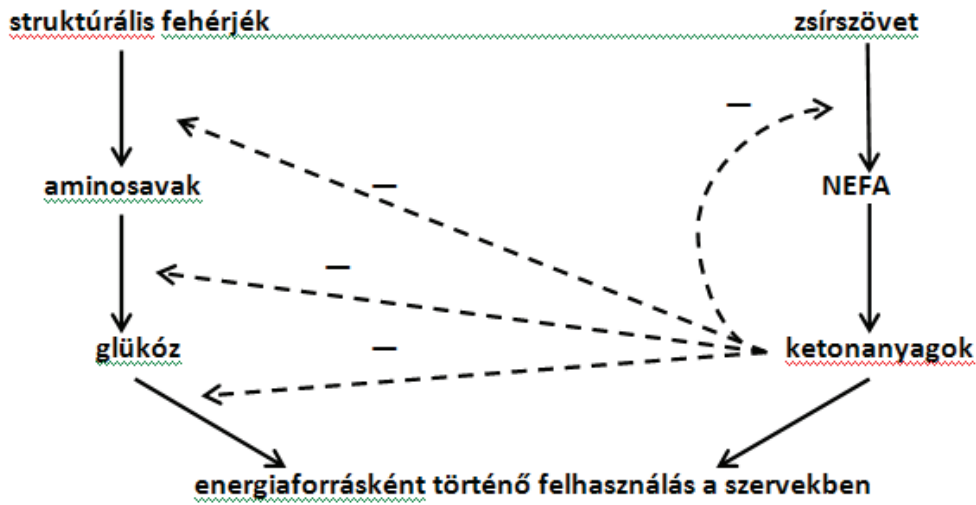
A ketolízis sebessége nem minden esetben tud lépést tartani a ketogenezisével. Ilyenkor a ketolitikus szövetek kevesebb keton anyagot képesek elégetni, mint amennyi keletkezik, ennek következményeként megnő a vérben a keton anyagok (aceticétsav, aceton, β -hidroxilajsav) koncentrációja, amit később a vese kompenzációs folyamatként elkezd üríteni, ezzel energia veszteséget idéz elő. Viszonylag poláros, vízoldható vegyületek, a biológiai membránokon könnyen átjutnak, transzportjukhoz hordozófehérje nem szükséges. Két acetyl-CoA összekapcsolásából jön létre az acetoacetát, ami már kikerülhet a citoplazmába, de nagy része még a mitokondriumban β -hidroxilbutiráttá redukálódik. A keton anyagok a vizeleten kívül a tejbe is kiválasztódnak (ketolaktia). A keton anyagok felhalmozódása a vérben annak pH-ját savas irányba tolja el, metabolikus acidózist okozva. A ketózis előfordulhat önálló kórformaként (elsődleges ketózis) és más betegségekhez csatlakozva is (másodlagos ketózis). Elsődleges ketózis tehenekben a laktáció első trimeszterének vége felé, amikor az állat a legtöbb tejet termeli, figyelhető meg. Mivel a tej kb. 4,8%-át laktóza adja, szintéziséhez nagymennyiségű glükóza van szükség. Ugyancsak glükóza igényes a tejsír szintézise is, mivel a de novo szintézis redukált NADP igényét a pentózfoszfát-ciklus elégíti ki, ahol a hidrogének glükóz oxidációja során kerülnek a hidrogénszállító koenzimre. Ebben az állapotban a máj fokozott glükoneogenezisre kényszerül, energiát azonban csak a zsírsavak lebontásából nyerhet. A fokozott acetyl-CoA képződés mellett csökken a máj mitokondriumainak oxalacetát koncentrációja. Az alacsony oxalacetát koncentráció miatt

lassul a citrátkör, aminek hatására tovább nő a β -oxidáció sebessége. A nagy mennyiségű acetyl-CoA től a máj csak ketogenezis útján tud megszabadulni. A májból a vérbe igen sok ketonanyag kerül, emiatt a normál érték 10–20 szorosára is emelkedhet a vér ketonanyag koncentrációja. Ha eléri a 20–30 mmol/l értéket megindul a ketonanyag kiválasztás (ketonuria, ketolaktia).

A ketózisra hajlamosítja még a kórózdókat nagy tejtermelés mellett, hogy a bélből nincs glükóz felszívódás, ezért a teljes glükóz igény kielégítése csak a glükoneogenezis által termelt szénhidrátból lehetséges. Másodlagos ketózis pl. az éhezési ketózis. A máj és az izom az energiát zsírsavak égetéséből fedezi, amik zsírraktárak mobilizálásából származnak. A májban fokozódik a ketogenezis, nő a máj által leadott keton anyagok mennyisége, de ezt a mennyiséget az izom és az agy el tudja égetni. Ilyen esetben a vér keton anyag koncentrációja csak kissé emelkedik meg. (34) A Baird-féle „hypoglikemia elmélet” értelmében tehát a laktációs ketózt az éhezési ketózis azon esetének tartjuk, amelyben a ketogenezis felgyorsulására vezető hypoglikemia elsődleges kiváltója nem az éhezés által okozott ellátási zavar, hanem a nagy tejtermelés-tejcukor szintézis-okozta fokozott glükózfelhasználás (16)

A keton anyagok közül az aceton és az acetoacetát kvalitatív kimutatását egyszerűen elvégezhetjük vér, vizelet ill., tej mintából. A vizsgálathoz nitroprusszid-nátrium tartalmú porkeveréket (Ross-reagens) és/vagy tesztesíkot (Ketostix, Ketophan) használunk. Aceton és acetoacetát hatására a reagens püspöklilára színeződik. A lila szín intenzitásának mértékét +, ++, +++ jelekkel értékeljük. A β -hidroxivajsav nem okoz színváltozást. (30) A Kégl és Gaál (1992) által bevezetett ketonúriás index kiszámítása pontosabbá teszi a mutatót. A minősítés alapja a módosított Rothera-próbával kimutatott ketonuria 1-5 keresztjes fokozata. A keresztjes számának tízszeres szorzata képezi az index alapszámát, amit a ketonuria keletkezésének az elléshez viszonyított ideje módosít. (1;18). Több tanulmány alapján, az 1000 $\mu\text{mol/L}$ (10,4 mg/dL) feletti BHB szérum koncentráció szubklinikai-, míg a 2600 $\mu\text{mol/L}$ (27 mg/dL) feletti koncentráció klinikai ketózisnak tekinthető, bár a klinikai tünetek megjelenéséhez szükséges koncentráció egyedenként nagyon eltérő lehet. A ketonanyagok továbbá egy feedback mechanizmuson keresztül csökkentik a lipolízist (2. ábra), ezáltal szabályozzák a NEFA felszabadulást (Rukkwamsuk et al., 1998).

3.ábra:A ketonanyagok szabályozó funkciói



(forrás: Szűcs Zsolt Tamás: Az energiaforgalom vizsgálata az ellés körüli időszakban tejhasznú tehenekben c. szakdolgozat, 2012; 9. oldal)

A zsírmáj szindróma a máj magas lipid és triglicerid koncentrációjával jellemezhető megbetegedés. A zsírszövetből felszabaduló hosszú szénláncú zsírsavak, mint nem észterifikált zsírsavak (NEFA) kerülnek a véráramba. A vérplazma NEFA aránya egyenes arányban áll a zsír mobilizáció mértékével. Az ellés körüli időszakban a zsírok mobilizása előtérbe kerül a raktározással szemben. Ebben az időszakban a zsírszövet sokkal érzékenyebb a lipolitikus hormonokra (epinefrin, norepinefrin), mint a laktáció későbbi időszakában. Ha ellés körüli időszakban az állatot stressz hatások érik vagy a takarmányozási menedzsmentben vannak hibák, a szárazanyag felvétel csökkenését vonhatja maga után ebben az amúgy is labilis időszakban. Ilyenkor azonnali, intenzív zsír mobilizáció következik be. A betegség a máj nagymértékű NEFA-felvétele következtében alakul ki.

A májban 3 úton alakulhat tovább:

- CO_2 és ATP képződése mellett teljesen oxidálódik és energiát szolgáltat a májnak.
- részleges oxidáció után ATP és ketonanyagok képződnek, majd utóbbiak a véráramba kerülve más szöveteknek szolgálnak energiaforrássul.
- Trigliceriddel alakulnak és lipoproteinek formájában eltávoznak a májból

Ha a triglicerid szintézis mértéke meghaladja az elszállításért felelős VLDL szintézis mértékét, akkor a trigliceridek lerakódnak a májsejtekben. A zsírok májban történő lerakódása a szerv több fontos funkcióját is gátolja, mint pl.: májsejtek hormonális válaszkészségét, a

karbamid szintézist és a glükoneogenezist. A betegség főként szubklinikai formában fordul elő. Súlyosabb esetben klinikai tünetekben is megnyilvánulhat.

A zsírmáj szindróma multifaktoriális betegség, amely legfőképp az ellés körüli időszakban lép fel olyan más produkciós betegségek következményeként, amik csökkentik a szárazanyag felvételt és növelik a zsír mobilizációs folyamatokat. A megbetegedésre a vemhesség utolsó időszakában lévő magas kondíciópont és szárazanyag felvétel csökkenés kifejezetten hajlamosít. A zsír mobilizáció foka, ennek megfelelően a betegség súlyossága annál nagyobb, minél kövőbb az állat az ellés időpontjában.(6)

A szárazanyag felvételen kívül annak értékesülése is fontos tényező. Ez elsősorban a bendőflórától és a bendőhámsejtek adaptációs képességétől függ, amit nagymértékben meghatároz a sav-bázis anyagcsere állapota. Így a fokozott zsír mobilizáció kialakulásáért közvetve a bendőacidózis is felelős. A folyamatot súlyosbítja, ha az állat az előkészítés idején abrakban dús és rostban szegény takarmányon tartják ill. ha nem biztosítanak fokozatos átmenetet az ellést megelőző és az azt követő takarmányozás között.(18) Az ellés előtti napokban jelentkező fájások (méh kontrakció) okozta stressz hatására fiziológiásan csökken a bendőmozgások száma, aminek következtében csökken a kérődzés, így az étvágy is. A kérődzés csökkenése látens bendőacidózist idéz elő, ezért csökken a bendőben folyó illózsírsav termelés, ami szintén közrejátszik a normális energiaellátás megbomlásában. Az így keletkezett energiahányt a szervezet szabad zsírsavakból próbálja fedezni aminek növekvő koncentrációja a vérben tovább csökkenti az étvágyat. Ha az energiahány mértéke 10-20 MJ NE₁ (tejtermelő nettó energia) az állat energiaszükségletének nagyobbik részét (60-85 %) nem a bendőben képződő illó zsírsavak, hanem a tartalék zsírok mobilizálásából származó, nem észterezett zsírsavaknak a citrátkörben energiává történő oxidálódásából származó energia fedezi.(4)

Továbbá a zsírmáj szindróma enyhébb-súlyosabb formájában elhullott, ill. kényszervágott állatok endocrin szerveinek kórbonctani vizsgálata során sokszor már szabad szemmel is látható patológiás elváltozások is feltűnnek. Enyhébb esetekben a pajzsmirigy mérsékelten megnagyobbodott, állománya barnászörös, szivacsos tapintatú, metszéspapja kissé zselatinszerű. Súlyosabb esetben a pajzsmirigy rendszerint egészében megkisebbedett, állománya világosbarna színűvé, tömött tapintatú válik. Szöveti vizsgálatokkal enyhébb esetben a pajzsmirigy egyes folliculusainak megnagyobbodása, a hám ellapulása és a folliculus üregek enyhén eozinofil anyaggal való kiteltsége figyelhető meg. Súlyosabb formában a folliculus sejteinek elfajulása, necrosis a folliculus üregeiben rendellenes kolloid kialakulása észlelhető.(17)

2.2 A fehérjeforgalom és zavarai

Az előgyomrok kialakulásának következtében a kérődzőknek nem csak a szénhidrát anyagcseréje különbözik a monogastricus állatokétól, hanem a N-anyagcseréje is nagyban eltér azokétól. A monogastricus állatokkal szemben nem csak a takarmány fehérjét képesek bontani és hasznosítani, hanem az NPN anyagokat is. A bendőben egyszerre megy végbe a N-tartalmú vegyületek bontása és a fehérjeszintézis. A N-tartalmú anyagok 60-80 % –a bomlik le a bendőben. Ennek mértékét elsősorban a N-tartalmú anyag oldhatósága határozza meg.(1) A takarmányfehérje bontását a baktériumok által termelt proteázok végzik. Az aminosavak intracellulárisan, a dezaminálás során alakulnak ammóniává. A takarmány fehérjetartalmát illetően megkülönböztetünk könnyen és nehezen hidrolizálódó komponenseket. Az előbbinek nagyobb mennyiségben történő felvételekor gyors és jelentős ammónia felszabadulás követi, a bendőfolyadék ammónia koncentrációja órákon belül tetemes mértéket érhet el. Különösen nagy mennyiségű ammónia keletkezik akkor, ha a takarmányból hiányoznak a könnyen fermentálódó szénhidrátok.(10) A képződött ammónia döntően a bendőfolyadékba jut és jelentős része a bendőfalán át felszívódva a májba kerül, ahol az ornitin ciklusban karbamid lesz belőle.(1) A felszívódás mértéke egyenesen arányos a bendő ammónia koncentrációjával és kémhatásával. A pH-nak a jelentősége abban van, hogy ammónia abszorpciós sebessége sokkal gyorsabb, mint az ammónium ioné.(10)

Az ornitin ciklus kérődzőkben különösen nagy jelentőséggel bír. Az itt képződött karbamid a szisztémás keringésbe kerül, s annak jelentős hányada a nyálmirigyeken, ill. közvetlenül a bendőfalán keresztül kiválasztódik a bendőbe, ahol a bendőfalhoz tapadt baktériumok ureáz enzime széndioxidra és ammóniára hidrolizálja, másik része a vizelettel ürül. Az ureáz aktiválódására nagy jelentőséggel bír a bendőfolyadék pH értéke. Ideális esetben ez pH 8.5 (bázikus) körül van.(10) Az ammóniának ezt a máj és bendő közötti körforgását nevezzük ruminohepatikus körforgásnak. Jelentősége, hogy két takarmányfelvétel között is biztosítva legyen a bendő mikroflórája számára a szükséges nitrogénforrás.(34)

A bendőben található karbamid így a takarmány NPN-anyagaiból ill. az endogén anyagcseréből származhat. Az anaerob baktériumok az ammóniát képesek saját endogén fehérjévé alakítani. Beépülése közben az ammónia α -keto-glutársavval glutaminsavvá egyesül. A reakciót a glutaminsav-dehidrogenáz katalizálja elegendő redukált NAD jelenlétében. A glutaminsavból ezután transzaminálással a szervezet enzimrendszerétől függően más aminosav is képződhet. Ennek az aminosav szintetizálásnak köszönhetően csekély a kérődzők esszenciális aminosav igénye.(10)

Aszerint, hogy a növekedésükhöz szükséges energiát milyen típusú szénhidrátok bontásából nyerik, jelentős eltérések vannak a N-felhasználásban is. A strukturális szénhidrátot (cellulóz, hemicellulóz) fermentálók a fehérjeszintézishez kizárólag ammóniát, a nem strukturális poliszacharidokat (keményítő) bontók az ammónia mellett aminosavakat és peptideket is felhasználnak. Az aminosavak bontásának általános reakciói a dezaminálás, a transzaminálás és az oxidatív dekarboxilezés. Az aminosavak dezaminálása gyors, oxidatív folyamat. A dezaminálást a aminosav oxidázok végzik, melynek során α -ketosavak és a nitrogén ammónia formájában szabadul fel. A transzaminálás α -ketosavak és α -aminosavak között lejátszódó reakció. A dezaminálás és a transzaminálás folyamatának köszönhető, hogy a bendőben van lehetőség esszenciális aminosavak keletkezésére. Mivel az ammónia jelenti a fő N-forrást a mikrobiális fehérjeszintézis számára, a baktériumok maximális szaporodási sebességéhez szükséges egy optimális ammónia koncentráció, ami kb. 3–5 mmol/l bendőfolyadék értékben található. Általánosságban elmondható, hogy ha a bendőtartalom ammónia koncentrációja 40–50 mmol/l fölé emelkedik csökenti, 60–120 mmol/l között gátolja, 150 mmol/l fölött pedig teljesen megszünteti a bendőmozgásokat. Ezen kívül az ammónia-toxikózban számolni lehet a ketonanyagok mennyiségének megszorodásával, ugyanis a magas ammónia koncentráció akadályozza a glükóz felhasználódását, mert sejtekben az α -ketoglutarát jelentős része az ammóniához kötődik, ami gátolja a citrátkör megfelelő működését.(10)

A túlzott mennyiségben fogyasztott, különösen a bendőben könnyen metabolizálódó fehérjeforrásból nagy mennyiségben képződik ammónia, aminek túlzott mennyiségéből a bendőben élő mikrobák már nem képesek saját testfehérjéjüket szintetizálni a szüksége energia hiánya miatt. (10 g baktérium fehérje szintéziséhez 60–70 g takarmány szervesanyag energiátartalma szükséges). Az energiahány következtében csökken a bendőben élő baktériumok száma és fehérjeszintetizáló kapacitása és tovább nő az ammónia koncentráció. A nagy mennyiségben felszívódó ammónia méregtelenítése komolyan megterheli a májsejteket, ami idővel kimerüléséhez vezet. Ilyenkor az ammónia a nagyvérkörbe kerül, károsítva az agyvelő motoros sejtjeit és májkómát idézhet elő. A fokozott karbamidszintézis elősegíti a májsejtek elzsírosodását, mert a túlzott igénybevétel miatt csökken az elszállításért felelős apoprotein szintézise.(4)

A takarmányfehérje lebonthatóságánál fontos tényező, hogy hányad része bomlik le a bendőben (RDP), vagy halad át azon (UDP). Nagy tejtermelésű tehen esetén a tejtermelés többletfehérje igényét a mikrobiális fehérjeszintézis mennyisége nem elégíti ki. (Épp ezért nem szabad tejelő teheneknél karbamid kiegészítést alkalmazni). A megoldás a magas UDP

tartalmú takarmányok etetése. Mivel a takarmány UDP-szintjének növelésére a régebben adott állati eredetű fehérjék adagolása manapság már tilos, növényi eredetű takarmányok jöhetnek csak szóba erre a célra.(1)

A fehérjehiány a termelés elmaradásán kívül szaporodási és immunológiai zavarokat is előidézhet. A szaporodásbiológiai zavarok oka, hogy a vér karbamid koncentrációjának növekedésével együtt a méhnyálka pH-értéke is növekszik, ami kedvezőtlen hatással van a zigóta megtelepedésére. Ezen kívül nem elhanyagolható a karbamid spermicid tulajdonsága sem. Tekintettel arra, hogy a fehérjeellátottság limitálja a tejtermelést, a tejtermelés csökkenése következik be, és mivel relatíve energiafelesleg alakul ki, az állatok a laktáció középső és befejező szakaszában meghízhatnak. Annak, hogy a relatív energiafelesleg ellenére ebben a periódusban ritkábban alakul ki acidózis az az oka, hogy a kisebb abrak adag nem idéz elő fokozott mérvű tejsavtermelést. Az előkészítés időszakában (várható ellés előtt 3. héttől az ellésig) jelentős a borjúmagzat fejlődésének és a kitőgyelésnek a fehérjeigénye. Hiányos fehérjeellátás esetén a kitőgyelés mértéke is elmarad a várttól, ami a kívántnál alacsonyabb laktációs termelést eredményez.(24)

2.3 Sav-bázis egyensúly és zavarai

Sok más anyagcsere folyamathoz hasonlóan, a kérődzők sav-bázis egyensúlya is sok tekintetben eltér a monogastrius állatokétól. A modern szemlélet szerint meg kell különböztetni a bendőt és magát a gazdaállatot, mint suborganikus egységet. Amíg a gazdaállat viszonylag stabil pH értékét a szervezet kifinomult homeosztatisz regulációs rendszerei igyekeznek állandó szinten tartani (pH 7,4), addig a bendőfolyadék pH értékei tág határok között mozoghatnak. (3)

A takarmányozási viszonyoktól függően a pH általában enyhén savas (6,2-7,0). Legalacsonyabb 1,5-2 órával a takarmányfelvétel után, mert akkor a legintenzívebb az illószírsavak képződése. Abrakban dús takarmányozás esetén a pH érték alacsonyabb, rostos (szálas) takarmány etetése után bázikusabb lesz.(30)

A bendő működését és anyagforgalmát kedvezően képesek befolyásolni a különböző bendőpufferek. Tekintettel, hogy a szarvasmarha napi nyáltermelése 90-160 l körül van, a pufferek nagy része így jut el a bendőbe. A nyállal naponta 1-2 kg NaHCO_3 és 250 g Na_2HPO_4 jut a bendőbe, biztosítva az ott élő mikrobák számára az ideális pH-t. Megfelelő pufferolás hiányában a bendőben képződő illószírsavak a normál pH-nál lényegesen alacsonyabb kémhatást hoznának létre, megbontva ezzel az ideális mikroba összetételt és

működést. A bendőbe jutó nyál mennyiségét első sorban a takarmány összetétele határozza meg. Optimális esetben a takarmány szárazanyagtartalma 18-23 % közötti, ami biztosítja a megfelelő bendőmozgást, a rendszeres kérődzést és a megfelelő rágást. Az abrak:szálas takarmány aránya legalább 65:35-nek kell lennie, különben nem tud az állat elegendő rostot felvenni. Ezért nem tudjuk a laktáció alatt a tehén plusz energiaszükségletét az abraktakarmány mennyiségének növelésével kielégíteni. A nyálon kívül egyéb puffer rendszerek is működnek a bendőben, ám jelentőségük korántsem akkora. A pH 6 alatti értéknél a cellulózbontó baktériumoknak ideális környezeti viszonyok megszűnnek, aminek következtében lassul vagy leáll a tejszír képzésben létfontosságú ecetsav termelődése.

A vér megfelelő sav-bázis egyensúlyát elsősorban annak $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ rendszere szabályozza. Ez egyedülálló abban a tekintetben, hogy a szervezetben lévő savakat képes szénsavvá alakítani, ami CO_2 és H_2O formájában ürül a szervezetből. Másik fontos puffere a vérnek a hemoglobin/oxihemoglobin rendszer. Különlegessége, hogy a H^+ ionok megkötése mellett leadásukra is képes. Testfolyadékok pufferolását végzik még a plazmafehérjék és a foszfát pufferrendszer (elsősorban IC pufferhatás). Ezeken kívül beszélünk még pulmonális és renalis szabályozásról. A pulmonalis szabályozás lehetőséget biztosít az anyagcsere folyamán termelt CO_2 gyors és folyamatos eltávolítására. (11) **(4.táblázat)**

2.3.1 A metabolikus acidózis

A sav-bázis egyensúly savas irányba történő felborulása acidózis kialakulásával jár. Megkülönböztetünk respirációs és metabolikus acidózist. Respirációs formában a szénsav mennyisége, metabolikusnál a HCO_3^- mennyisége csökken számottevően. (30)

Metabolikus acidózis kialakulásában elsődleges szerepe van az etetett takarmány abrak:szálas takarmány arányának. Ha az arány nagymértékben az abrak javára tolódik el lecsökken a pH. Ezt még súlyosbítja, hogy kevesebb szálastakarmány etetése esetén csökken a rágás, így a nyál mennyisége is, ami által kevesebb puffer jut a bendőbe. A nagy mennyiségben etetett, könnyen fermentálható szénhidrátokat tartalmazó abrak etetése esetén jelentősen megnő az illózsírsavak mennyisége – főleg propionsav, tejsav- ami súlyosabb esetekben klinikai tünetekben is megnyilvánuló bendőacidózist és tejsavmérgezést is okozhat. Heveny bendőacidózis esetén a hirtelen etetett gyorsan fermentálódó szénhidrát hatására elszaporodó tejsavtermelő baktériumok még tovább fokozzák a tejsav szintjét. A tejsav felszívódása jóval lassúbb, mint az illó zsírsavaké, így jelentős része a bendőben marad. Az így erősen savassá váló pH-jú bendőben a normális flóra és fauna nagy része elpusztul és a Lactobacillusok

válnak uralkodóvá. Előrehaladott állapotban az illózsírsavak termelése megszűnik és a szénhidrátok szinte kizárólag tejsavvá bomlanak. A tejsav fölhalmozódása következtében a bendőmozgások leállnak annak bendőizomzatra és a nyúltvelői mozgatóközpontjára kifejtett hatása miatt. A tejsav a bendő falán keresztül a portalis keringésbe kerül. Savi természeténél fogva fokozatosan kimeríti a szervezet báziskészletét ezzel metabolikus acidózist okozva.(11)

A pH csökkenés következtében az aminosav–dekarboxilázok hatására biogén aminok keletkeznek (főleg hisztamin) aminek hatására fokozódik a kapillárisok permeabilitása, fokozva ezzel a savós csülökirha gyulladás kialakulásának valószínűségét. Idült bendőacidózisnál tejsav helyett a vajsav jelenléte dominál. A butirát koncentráció emelkedésének hatására a bendő nyálkahártyában a sejtek osztódása csökken és az elszarusodás mértéke fokozódik. A bendőhámsejtek fokozott elszarusodása gátolja a bendőben keletkezett metabolitok felszívódását így a szarvasmarha anyagcseréjében létfontosságú illó zsírsavak felszívódása 40-70 %-kal csökkenhet. Ezen kívül a fekélyes bendőrészek bemeneti kaput jelentenek a bendő normális flórájához tartozó *Fusobacterium Necrophorum*nak, amely ha a portalis keringéssel ascendálva bendőparakeratosis–májtályog szindrómát idézhet elő. Előfordulása főleg ellés után gyakori teheneekben, ha az ellés előtti időszakban abrakot etetnek az állattal vagy ha hozzászoktatás nélkül kap nagyobb mennyiségű abrakot.(11)

2.4 A makroelem forgalom és zavarai

A makroelemek közül a szerves vegyületekre jellemző összetevőket (COHN) organogen elemeknek nevezik. Az elemek közül azokat, amelyeknek hiánya a szervezet működésének zavarával jár, s a hiány pótlásával ez megelőzhető, szükségesnek-esszenciálisnak- tekintik szemben azokkal, amelyek jelenléte az élő szervezetben nem szükséges vagy szerves vegyületek esetén azok képzésére képes az állat. Az esszenciális elemekre jellemző, hogy mennyiségük a szervezetben viszonylag állandó szinten van.(9)

2.4.1 A Ca – és a P– forgalom és zavarai

A kalcium a szervezeten belül esszenciális szereppel bír. Szarvasmarhában a legnagyobb mennyiségben lévő makroelem. Fő feladata a csontok, fogak strukturális vázképzése és homeosztatisz szereppel is bír.. Fontos szerepe van a véralvadásban (IV. faktor), az idegizom ingerlékenység fenntartásában, az izomkontrakció kiváltásában, a membránok

permeabilitásának és ingerületének szabályozásában.(30) Ezen kívül nagytejelő tehenekben különösen fontos, hogy 1kg FCM (Fat Corrected Milk) előállításához 2,8 g kalciumra van szüksége az állatnak. A vérplazmában mintegy 50%-ban fehérjéhez kötötten van jelen, élettani értéke 2,1–3,0 mmol/l. A kor előrehaladtával a vér Ca/Ca^{2+} tartalma csökken.

A foszfor a csontképződésben vesz részt, de nélkülözhetetlen az energia átvitelben, a nukleinsav szintézisben, ezen kívül fontos pufferanyag is. 80-85 %-a a csontokban, a többi a lágy szövetekben található. Az anorganikus foszfát (Pi) élettani értéke 1–2,4 mmol/liter. A magvak foszfortartalmának kb. 50%-a fitinhez kötött, amit a bennőmikrobák által termelt fitáz enzim mezoinozitra és szerves Ca- és P- sókra bontja. Így a szarvasmarha –monogastrius állatokkal ellentétben – képes a fitinhez kötött foszfort is értékesíteni.(3)

A Ca- és a foszfor- anyagcsere szoros kapcsolatban áll egymással. A vér Ca-tartalma szigorúbban, a P-tartalma kevésbé szabályozott. A takarmánnyal bevitt Ca- és P-mennyiségnek kb. 20-30 %-a a vékonybélből szívódik fel. A felszívódás mértéke elsősorban az aktuális igénytől, az életkortól és a két elem egymáshoz viszonyított arányától függ. A kihasználás hatékonysága az életkor előrehaladtával csökken. A kalcium felszívódása a vékonybélből Ca-kötő fehérjéhez kapcsolódva (CaBP) , mint aktív folyamat történik. A fehérje abszorpciós képesség függ a D- vitamin ellátottságtól és a szervezet egyensúlyi állapotától. A tág (4:1) Ca:P arány rontja, a szűk (<2:1) javítja a P felszívódást. Mindkét elem főleg a bélsárral, kisebb mértékben a vizelettel és a tejjel is ürül

. A vizelet Ca-tartalma kevésbé függ a takarmány Ca- tartalmától, mint a bélsaré. A vizelet P-tartalmát a szervezet sav-bázis állapota nagy mértékben befolyásolja. A savanyú kémhatású vizelet P-koncentrációja akár 20–50 szerese is lehet, mint a normál vegyhatásúé. A takarmány túl szűk Ca:P aránya is fokozza a P- vizelettel való ürülését. A tej Ca- és P-tartalma nagyjából standard. 1 liter tej 1,2 g Ca-ot és 0.9 g P-t tartalmaz. A szervezet Ca- és P-forgalmának fő szabályozója a parathormon(mellékpajzsmirigy termeli) és a kalcitonin (pajzsmirigy C-sejtjei termelik), ezen kívül a szervezet sav-bázis egyensúlya is hatással van rá. A parathormon szerepe kiemelkedően fontos, mivel a D-vitamint aktiválja. Fontos még az elfogyasztott takarmány Ca,P tartalma és az elemek egymáshoz való aránya. Az utóbbiak a vér Ca- koncentrációjának befolyásán keresztül fejtik ki hatásukat a felszívódás után. Ezért lényeges , hogy ellés előtt 2-3. héttől az etetett napi takarmány adag Ca:P aránya közelítsen az egyhez. Elléskor, a laktáció megindulásával jelentős mennyiségű Ca- és P- ürül a szervezetből. A nagy mennyiségű Ca-vesztés miatt csökken a vér Ca-tartalma, amire a mellékpajzsmirigy fokozott parathormon szekrécióval reagál. A D-vitaminból a májban biológiailag inaktív metabolit , 25-hidroxi-kolekalciferol (25-OH-D3) képződik, ami a vesében

enzimikus hatásra biológiailag aktív vegyületté -1,25-dihidroxi-kolekalciferollá (1,25-[OH]₂-D₃) alakul. A biológiailag aktív forma aktiválja a bélhámsejtek Ca-kötő fehérjéjének a termelését, ezáltal a Ca- felszívódását fokozza. Egy időben nő a csontok reszorpciós folyamatainak intenzitása valamint a vesetubulusokban a Ca- visszaszívása. Ezen folyamatok hatására nő a vér Ca- koncentrációja. Egyidejűleg a P-felszívódása és a vizelettel való ürülése is fokozódik, ezáltal az arány a Ca- javára tolódik el. A vér megemelkedett Ca- koncentrációja gátlólag hat a mellékpajzsmirigy parathormon elválasztására, ugyanakkor fokozza a pajzsmirigy C-sejtjeinek kalcitonin termelését. Előbbi folyamat következtében csökken a bélből a Ca-felszívódása, utóbbi a csontreszorpciót csökkenti, de a P-koncentrációt nem befolyásolja. Így nő a vér P-koncentrációja, de a Ca-tartalma nem változik.

A szervezet Ca-, P- forgalmát a szervezet sav-bázis állapota is befolyásolja. Acidózisban fokozódik a vizelettel történő Ca- és P- ürítés. A vizelet emelkedett foszfortartalma a savterhelés súlyosságával arányos. A vizelettel való Ca- és P- ürítés acidózisban nagyrészt független a takarmány Ca- és P- tartalmától. A bélsárra történő kiválasztásuk is fokozódik. Ily módon az acidózis negatív Ca- és P- egyensúlyt hozhat létre. A fehérjeellátás is befolyásolja anyagforgalmukat, mivel fehérjehiány esetén csökken a csontmátrix képzése, aminek következtében a Ca-; P- beépülése is.

A tejelő tehenek leggyakoribb és legfontosabb Ca-, P- anyagforgalmi betegsége az ellési bénulás, amelynek közvetlen oka az ellés után hirtelen kialakuló viszonylagos Ca-hiány. A betegség kialakulásában az ellés előtti túlzott mennyiségű Ca- etetésnek és P -hiánynak van jelentősége. (széles Ca:P arány) ,mert a szabályzó mechanizmuson keresztül csökkenti a bélben a Ca-kötő fehérje aktivitását ,ezáltal a bélből történő felszívódását. Hosszabb időn keresztül adagolt túlzott mennyiségű Ca- bevitele esetén kezdetben nő a vér Ca-koncentrációja, emiatt a mellékpajzsmirigy aktivitása. Ezzel egyidejűleg a kalcitonin csökkenti a csontreszorpciót. Ilyen esetben a szervezet-különösen többször ellett tehénnél- nem képes alkalmazkodni az ellés után meginduló laktáció fokozott Ca- szükségletéhez. Ellés körüli időszakban a tehen vérében élettanilag is csökken a Ca- és a P - koncentráció a Mg szintje pedig kismértékben emelkedik. A tejtermelés megindulásával a vér Ca- szintje rohamosan csökken, Mg túlsúly jön létre és kialakulnak az ellési bénulás pathognomicus klinikai tünetei. Az ellési bénulás kialakulását elősegíti a zsírmobilizációs betegség, mivel a fokozott lipolízis hatására csökken a Ca²⁺ mennyisége.

Atípusos ellési bénulás esetén a vér P- koncentrációja is rohamosan csökken. A teljes bódulat viszonylag ritka viszont gyakran megfigyelhetők hypophosmataemiás rángógörcsök. A szarvasmarha már enyhe P-hiányra is a reprodukciós folyamatok zavarával reagál

(gonadotrop hormonok termelésének csökkenése, tüszőérési zavarok, alimentáris meddőség). Szabálytalan nemi ciklust, csendes ivarzást és korai magzatelhalást is okozhat. Romlik az étvágy, nő a két ellés közötti idő és a takarmány értékesülés is. Gyakrabban fordul elő hüvelyelöesés és az ellés előtti-, utáni- elfekvés. A tehenek puerperális haemoglobinuriája is a P -hiánnyal hozható összefüggésbe.(5)

5.táblázat . A tejelő tehén Ca- és P- szükséglete

g/nap	Ca	P
Létfenntartó, napi 1000 kg testtömegre	75	50
Tejtermelés, 1 kg zsírtartalmú tejt 4%	2,8	1,7
Vehemépitésre, napi (a vemhesség 8.-9. hónapjában)	15	10

(forrás: Brydl Endre. (1987).: *A szarvasmarha anyagforgalmi betegségei és mérgezései. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 151.o*)

2.4.2 A Mg forgalom és zavarai

A szervezet magnézium készletének 70%-a a csontokban található. Fontos szerepe van az IC enzimek (karboxiláz, foszfatáz) aktivitásában és a tejsavképzésben. Befolyásolja az ATP metabolizmusát, mert a sejtekben az ATP a Mg^{2+} -al alkot komplexet.(30) Az acetyl-kolin képzés és lebontás szabályozásával az ingerület átvitelben van szerepe. Túlsúlya az ingerlékenységet csökkenti, hiánya a görcskészséget fokozza. A vérplazma nagyobb része ionos, kisebb része kötött formában van jelen. Koncentrációját a parathormon elsősorban a Ca- vérkoncentrációjának szabályozásán keresztül befolyásolja. Felszívódása az enzimes feltárást követően diffúzióval történik a vékonybélből. Legnagyobb része a bélsárral ürül. A vizelet Mg-tartalma az ellátottságtól függően is változik, a tejé viszonylag állandó. Legsúlyosabb Mg-forgalmi zavar a Mg-hiányos tetánia, amelyre tónusos izomgörcsök jelentkezése a jellemző. Az egész világon előforduló betegség, elsősorban Hollandiában, Franciaországban és Németországban okoz nagy veszteséget. Hazánkban ez ideig felnőtt szarvasmarhában nem fordult elő, de a nagymértékű K- és N- műtrágyázás miatt kialakulásának potenciális veszélyével számolni lehet. Ezt támasztja alá az a megfigyelés is, hogy a tehénállományokból származó vérminták vizsgálata során egyre gyakrabban találni az élettani érték határánál alacsonyabb Mg-koncentrációt a vérplazmában.

Kifejlett szarvasmarha Mg- szükséglete 30g/nap, ezen kívül minden kg megtermelt tejt 0,3 g számítható. A nagy tejtermelés elsősorban akkor lényeges hajlamosító és kiváltó

tényező, ha a takarmánynövények kevés (<1,5 mg/kg) Mg-ot és sok K-ot tartalmaznak, rostban szegények valamint szűk az energia-fehérje arányuk. Utóbbiak rontják a Mg értékesülését. Mg-hiány esetén csökken a vérben a Mg^{2+} -koncentráció, ami megváltoztatja az ionegyensúlyt. A K^+ - és Na^+ - túlsúlyba kerül, emiatt fokozódik a neuromuscularis ingerlékenység és tetániás görcskészség alakul ki. A vér Mg^{2+} -koncentrációja a klinikai tünetek jelentkezése esetén <0,4 mmol/l. A vizelet Mg-tartalma jól követi az ellátottságot, de kórjelzésre kevésbé alkalmas. A jó ellátottságot a >8,2, a mérsékelt hiányt a 4,1 a kifejezett hiányt a <0,8 mmol/l Mg tartalom jelzi a vizeletben. A vér Ca-, szerves P- és Mg-tartalmát egészséges, frissen ellett és ellési benulásos teheneiben.(5) Az istállótetánia a zöld gabonafélék etetésének kezdete 1-2 héttel az istállózott nagy tejhozamú teheneiben, leginkább a laktáció csúcán jelentkezik. A kórforma legtöbbször sporadikusan, de néha halmozottan, az állomány több tagján egyszerre is jelentkezik.(3)

2.4.3 A Na- és a K-forgalom és zavarai

Hasonlóan a Ca- és P- anyagforgalmához, a Na- és K- metabolizmusa is szoros kapcsolatban áll egymással. A két alkálielem a szervezet legmobilisabb ionjai közé tartozik. A Na^+ - az extracelluláris, a K^+ - az intracelluláris tér legfontosabb kationja így fontos szerepük van az izozómózis kialakításában. Felszívódásuk elsősorban a vékonybélben és a bélcső egyéb szakaszain is végbemegy. Ezen kívül a bendő és hüvely nyálkahártyáján és a bőrön át is felszívódnak, de jóval kisebb mennyiségben. A béltartalom és az extracelluláris tér között állandó a kicserélődésük, ezért dinamikus egyensúlyban vannak. Az emésztőnedvek Na- és K-tartalma is lényeges. A Na- és K- transzport mechanizmus mértékét a szervezet aktuális szükséglete és a takarmány elemtartalma befolyásolja. A Na- és a K- felszívódása között, különösen a distalis bélszakaszon, ioncserés antagonizmus mutatható ki. A folyamatot az aldosteron szabályozza. A Na foszfátkötésben elősegíti a foszfor felszívódását. A Na- és a K- a szarvasmarhák szervezete 90-95%-ban a vizelettel, maradék része a tejjel, kisebb mértéke a bélsárral, levált bélhámsejtekkel, verejtékkel, orrváladékkal is ürül. A napi nagy mennyiségben termelt nyál Na- és K- tartalma is számottevő. A Na^+ - és a K^+ -hozzájárul a szervezet homeosztázisának kialakításához és fenntartásához. A permeabilitási viszonyok függvényében hozzájárulnak az idegrostban az ingerületterjedés folyamatához, valamint az azzal kapcsolatos potenciaváltozások kialakításához. Részt vesznek számos enzimrendszer aktiválásában. A vérplazma Na^+ - tartalmának élettani értéke 130-150 mmol/l. Ezen érték alatt hiponatrémia, fölülte hipernatrémia beszélünk. A kálium kb. 98%-a

intracellulárisan található. Koncentrációja a vérplazmában 3-5 mmol/l között mozog. Szarvasmarhák Na hiánya elsődlegesen takarmányozási hibák miatt alakul ki. Fontosabb következményei a növekedésben való visszamaradás, a csökkenő tejtermelés és tejszírtartalom, a rendellenes étvágy, a fokozott ingerlékenység, a megnövekedett vízfogyasztás és vizeletürítés. Abban az esetben, ha a takarmány szárazanyag tartalmában 0,2-0,8 g/kg vagy ennél kisebb a Na^+ -koncentráció, nátriumhiány alakul ki. A kolosztrum Na -tartalmát a rövid ideig tartó nátriumhiány nem befolyásolja. Az újszülött borjakban a hasmenés következtében kialakuló hiponatrémia súlyos beszámítás alá esik. Tehenekben a mérsékelt Na^+ hiány már az első héten a tej mennyiségének és zsírtartalmának csökkenését eredményezi. Megfelelő kiegészítéssel a tej mennyiség és zsírtartalma napok alatt visszaáll a normális értékre. A szarvasmarhák Na^+ hiánya legegyszerűbben a nyál ill. a vizelet vizsgálatával állapítható meg. Élettani körülmények között fiziológiás értéke a vizeletben 20-80 mmol/l.

A Na mérgezés a gyakorlatban leggyakrabban konyhasó túladagolás következtében fordul elő. Viszonylag ritka, mert a rövid ideig tartó túladagolás nem okoz egészségkárosodást. Szarvasmarháknak a toxikus mennyiség viszonylag magas, 2-5 g/ttkg. Ivóvíz felvétel korlátozása esetén a toxikus mennyiség alacsonyabb. Legjellegzetesebb tünete a szomjúság. A túladagolás mértékétől, időtartamától és a rendelkezésre álló ivóvízmennyiségtől függően csökken az étvágy, a tejtermelés. Emésztőszervi tünetek, elsősorban nyálzás és hasmenés figyelhető meg. Végül idegrendszeri tünetek mellett az állat elpusztul. Nagy mennyiségű konyhasó (1-3kg) felvétele 48 órán belül elhullást idéz elő. A kórhatározást a máj és a bendő tartalom Na^+ -tartalmának meghatározása segíti.

K-hiány szarvasmarhákban normális körülmények között nem fordul elő, mert az etetett takarmány jóval több K^+ -ot tartalmaznak, mint amennyi az állat élettani szükséglete. K^+ hiány, ezzel együtt a hypokalaemia szarvasmarhákban az oltógyomor helyzet változásakor és oltógyomor, illetve- duodenum elzáródás során alakul ki, metabolikus alkalózissal együtt. A metabolikus alkalózis ellensúlyozására az IC térben lévő H^+ ionok az EC térbe áramlanak és a helyükbe K^+ -ionok vándorolnak. Ennek következtében csökken a vérplazma K^+ -tartalma. Hasmenés esetén szintén kialakulhat hypokalaemia. Koncentrációjának bármely irányba történő változása ezen kívül izomgyengeséget és szív ingerületvezetési zavarát okozhatja. (3;5;30)

2.5 Nyomelem ellátottsága és zavara

Nyomelemeknek nevezzük azokat a fémes és nem fémes elemeket, amelyek a növényi és az állati szervezetben kis mennyiségben fordulnak elő és a szövetek felépítésében nem vagy csak igen kis részben vesznek részt. Elsődleges funkciójuk a szervezetben lévő enzimek, enzimrendszerek megfelelő működésének biztosítása. Enzimekkel való kapcsolatuk alapján megkülönböztetünk azokat, amelyek az enzimek prosztetikus csoportját alkotják (metalloenzimek) és amelyek az enzimekkel laza kelátkötésben vannak. Az állati szervezet minimális nyomelem szükségletét nem lehet és nem érdemes megadni, mert az csak egy bizonyos összetételű takarmányra vonatkozhat. A nyomelemek közötti szinergista és antagonistá hatások a szervezeten belül is megvalósulnak és ezek mértéke olykor meghatározó mértékű. Az elemek közötti interakció nagymértékben kivédhető olyan módon, hogy a mikroelemeket nem szervetlen, hanem valamely szerves formában juttatjuk be az állat szervezetébe.

Hazánk talajtani adottságai meglehetősen különbözőek, ezért gyakran akár egy gazdaságon belül is lényeges eltérések vannak a különböző táblákon betakarított növények nyomelem tartalmában. A takarmányozási ajánlásokban szereplő takarmány szárazanyag kg-ra vonatkoztatott ajánlott nyomelem szükségleti értékek gyakorlati körülmények között fedezik az állat biológiai szükségletét, ezért a napi takarmányadag összeállításánál ezekre az adatokra lehet támaszkodni. Fontos, hogy nyomelem hiány észlelése esetén csak a hiányzó nyomelem pótlásáról kell gondoskodni az esetleges aránytalanságok megelőzése miatt. Ilyen esetben figyelembe kell venni az etetett takarmányok tényleges nyomelem tartalmát. A nyomelem hiány diagnosztizálása gyakorlati körülmények között többnyire a vér, a vérplazma és a pigmentált fedőszőr nyomelem tartalmának meghatározásával történik. (3;5)

2.5.1 A cink anyagforgalom és zavara

Az állati szervezetben főként metalloenzimként fordul elő. Szerepe van a sebgyógyulásban, a csontok mineralizációjában, a szulfátanyagcserében, fehérjeszintézisben, az A-vitamin hasznosulásában, az immunrendszer működésében, egyes hormonok szintézisében (pl.: tesztoszteron, inzulin), valamint a biomembránok stabilizálásában. Jó hatással van a tőgy ellenálló képességére. A takarmány megfelelő cink kiegészítésénél (cinkproteinát) megfigyelték a tej szomatikus sejtszámának csökkenését.(5)

Klinikai tünetekben megnyilvánuló cink-hiány viszonylag ritkán fordul elő szarvasmarháknál, viszont szubklinikai tüneteket okozó kórformák már gyakorlati jelentőséggel bírnak. Kialakulásának oka lehet elsődleges (takarmánnyal kevés cinket vesz fel az állat) és másodlagos (antagonista hatású elemek túlzott felvétele, pl.: Ca, Fe, Cd, Pb). Cinkhiány esetén a borjak a fejlődésben elmaradnak. Kifejlett állaton a cinkhiány által előidézett para- és hiper keratózist elsősorban a szutyakon, a fülön, a tőgyön, a pérán, a végbél környékén, a körömhasítékban, a lábvégek hátulsó felületén és a farokvégen lehet megfigyelni. A bőrfelület viszket, megvastagszik, gyulladt lesz, a szőr kihullik. A pártaszél megbetegedése után kialakuló másodlagos bakteriális felülfertőződés következtében csülök irhagyulladás is kialakulhat. Továbbá az A-vitamin transzportjához szükséges fehérje szintetizálásához is szükség van cinkre, így hiánya közvetlen módon okoz A-vitamin és ezzel közvetve β -karotin hiányt is. (21)

A cinkhiányra gondolni lehet a klinikai tünetek alapján, de biztosan megállapítani csak a fedőszőr vizsgálatával vagy a vérszérum laboratóriumi vizsgálatával lehet. A vérszérum cinktartalma egészséges állatban $10 \mu\text{mol/l}$. A szarvasmarha cinkszükséglete napi 50-60 mg/takarmány szárazanyag kg. Gyenge minőségű szálatakarmányok esetén többlet cinkkiegészítést érdemes adni. Cinktoxikózis szarvasmarhában viszonylag ritkán fordul elő. Ha mégis, akkor étvágytalanság, hasmenés, testtömeg csökkenés léphet fel. Túladagolása másodlagos rézhiányt okozhat. (5)

2.5.2 A mangán anyagforgalom és zavarai

Szervezetben betöltött szerepei közül különösen jelentős a porcképzésben (mukopoliszacharidok szintézisglikozil-transzferáz enzim) valamint a petefészkek fejlődésében és működésében betöltött funkciója. (26) Részt vesz a fehérjeszintézisben, az oxidatív foszforilálásban, a zsírsav-anyagcserében, a koleszterinképzésben. Hatással van a bendőflóra működésére, elsősorban a cellulóz emésztésre. Felszívódása rossz, különösen lúgos közegben és meszes talajból. Felszívódását a Ca- rontja. Az egyszikűek jelentős mennyiségű, a kétszikűek kevés mangánt tartalmaznak. A szervezet kevés mennyiséget képes raktározni belőle. Főleg a csontokban, májban, hasnyálmirigyben és vesékben tárolódik. Eliminációja az epe és vastagbél váladékával történik. (1)

A jellegtelen klinikai tünetek miatt a mangánhiány nehezen megállapítható. Elsősorban a csökkent fertilitási készségben és a magas borjú veszteségben nyilvánul meg. Hiánya esetén zavart szenved a csontmátrix képződése, a Ca- P- beépülése és a hosszú csöves csontok

epifizisporc állományának csontszöveté alakulása. 10 naposnál fiatalabb borjaknál idegrendszeri, elsősorban bénulásos tünetekben manifesztálódik. Enyhébb esetben a néhány hetes borjak nyelvüket öltögetik és szájpaddlásukat dörzsölik, esetleg dülöngélve járnak. A karcson a test arányához képest rövid, a lábak ízületei megduzzadnak. A legnagyobb gazdasági kárt a tehenek csökkent fertilitási képessége és az ennek következtében kialakuló elnyújtott és csendes ivarzás okozza. Emiatt nehéz lesz a termékenyítés optimális időpontjának a megválasztása és a zigóta méhben való megtelepedése is zavart. Érdekes, hogy mangánhiány esetén a született borjak ivararánya a bikák javára tolódik el. A szarvasmarha mangánszükséglete 60-80 mg/takarmány-szárazanyag kg.

Hiányállapot megszüntetésére, kivédésére a mangánszulfát tartalmú premix vagy nyalósó a legalkalmasabb. A takarmány alacsony mangántartalma által okozott elsődleges mangánhiányon kívül jelentőséggel bír még a túlzott Ca- és Fe- bevitel következtében kialakuló másodlagos hiány. (3;5)

2.5.3 A réz anyagforgalom és zavarai

A réz a hemoglobin szintézishez, egyes enzimek működéséhez (pl.: citokrom-oxidáz; mono-amino-oxidáz) valamint a csontfejlődéshez és a szőrnövekedéshez szükségesek. Legnagyobb mennyiségben a máj, a csontok, az izomzat és a bőr tartalmazza. Legfontosabb ezek közül a máj, ami már magzati korban jelentős tároló kapacitással rendelkezik. A takarmánnyal bekerült réz 5-10%-a szívódik föl a vékonybélből. A szervezetben fehérjéhez kötött formában található. Ilyen pl. a vér cöruoplazminja, ami a kétértékű vas oxidációját katalizálja, alkalmassá téve azt a hemoglobin szintézisre. (1;26)

Kérődzők esetében a réz anyagforgalom különösen nagy jelentőséggel bír. A vörösvértestekben eritrokuprein formában van jelen, ami a szervezetben képződött, erősen toxikus hatású szerves szuperoxid-gyökök hidrogén-peroxiddá és oxigénné való lebontását segíti elő. Szerepe van a prosztaglandinok képzésében is. Rézhiány esetén csökken a pigment képződés, a csökkent myelin képződés következtében károsodik a központi idegrendszer, sérülékennyé válnak a vérerek és a csontok. A borjak és a növendék szarvasmarhák testtömeggyarapodása csökken, a szőrzet dűrvává válik. Súlyos, tartósan fennálló hiánya esetén anaemia is kialakulhat. Növendék állatokban jellemző csontfejlődési zavar, hogy a lábközépcsontok a distalis epifízis vonalában megvastagodnak. Az állatok sokat fekszenek, hátukat púposítják, elülső lábaik csülkeinek hegyfali részén támaszkodnak. Legjellegzetesebb tünet a híg, profúz hasmenés. Jellemző a pigmentált szőr kivilágosodása. Sokan a szem körüli

szőrzet kivilágosodását is jellemzőnek tartják. Szívizom fibrózis miatt előfordulhat a beteg állatok hirtelen elhullása. Vemhes állatok esetében gyakoribbá válhat a korai magzatelhalás. A tehének ivarzási ciklusa hosszabb és rendszertelenebb lesz. A rézhiány kórjelző értékű, ha a vérszérum réztartalma $<10 \mu\text{mol/l}$, súlyos hiányállapot esetén $<6 \mu\text{mol/l}$. A rézellátottságot legjobban a máj réztartalma jelzi, amely felnőtt, egészséges szarvasmarhában 80-150 $\mu\text{gramm/g}$ takarmány-szárazanyag. A hiányállapot rézpremix adagolásával kivédhető/megszüntethető. Réztoxikózis faji sajátossága miatt sokkal ritkában fordul elő, mint juhban. Előfordulására elsősorban borjakban és idült formában lehet számítani. Hemolízis következik be és az állatok néhány nap alatt elhullanak. (3;5)

2.5.4 A szelén anyagforgalom és zavara

A legtöbb szelént a máj és a vesék tartalmazzák. A toxikus mennyiségben bejutó szelén a főként a szőr és szaru képletekben halmozódik föl és a fehérjékbe épül be a kén helyére. Egy része illó formában a tüdőn át távozik, a leheletnek fokhagyma szagot kölcsönözve.(1) A szelén előnyösen hat a bendőfermentációra. Szelén kiegészítés hatására megváltozik az illó zsírsavak koncentrációja, nő a baktériumok által szintetizált fehérje mennyisége. A szelén a szervezetben a glutation-peroxidáz (GSH-Px) nevű enzim alkotója, amely a biológiai membránok integritását védi. A vörösvértestekben lévő GSH-Px aktivitása a szelénellátottsággal arányosan változik, ezért meghatározása a szelénellátottság laboratóriumi vizsgálattal történő ellenőrzésére alkalmas. Felnőtt szarvasmarhában a $>30 \text{ U/g}$ hemoglobin érték megfelelő ellátottságot jelez. (NRC,1989). A GSH-Px-hez részben hasonló feladatot lát el az E-vitamin, azzal a különbséggel, hogy magában a membránban hat. Megvédi a benne lévő lipid természetű anyagokat a peroxidok hatására létrejövő láncszerű autooxidációtól.

A szelénhiány kialakulása elsősorban a talajok Se-hiányos termőhelyi adottságaival és a takarmánykomponensek csekély szeléntartalmával van összefüggésben. A vulkanikus eredetű talajok általában kevés szelént tartalmaznak. A savanyú talajokban a növények által nehezen felvehető szelenit formájában van jelen, általában vastartalmú kolloidokhoz kötve. A talaj magas szulfáttartalma, a foszfor és a kén tartalmú műtrágyák használata is csökkenti a növények szeléntartalmát. A szervesetlen szelénvegyületeket a kérődzők viszonylag csak kis mennyiségben képesek kihasználni, mert a bendőflóra az anorganikus szelenitet kb. 40%-ban oldhatatlan szelénvegyületté alakítja. A szelénhiány vemhes állatokba vetélést, illetve halvaellést okozhat. E-vitaminnal történő együttes hiányos ellátásuk esetén megnő a nem

fertőző eredetű magzatburok visszatartások és mastitisek száma. A szárazonállás alatt adott 50 mg Na-szelenit injectio jó preventív hatással rendelkezik ellene.(1)

A borjak a takarmányozási eredetű izomdisztrófiája is az anyaállat hiányos szelénellátására vezethető vissza. A tünetek aszerint változnak, hogy a szív- vagy a vázizom megbetegedése a súlyosabb. Legnagyobb jelentőséggel a növendék állatok félheveny vázizom elfajulása bír. Izomgyengeséggel, fáradékonysággal kezdődik. Az állatok sokat fekszenek, nehezen kellnek fel, mozgásuk kötött. A teljes vér szeléntartalma 0,25-0,38 $\mu\text{mol/l}$, a májé pedig 0,1 $\mu\text{g/g}$ friss szövetre számolva. A szelénszükséglet kielégítése során a kiegészítés a szelén nagyfokú toxicitása miatt és közvetve ennek élelmezés-egészségügyi vonatkozása miatt nagy körültekintést igényel. A laboratóriumi vizsgálattal megállapított szelénhiány megszüntetése 0,1-0,4 mg/takarmány szárazanyag kg szelén adagolásával javasolható. A szelénhiány gyors gyógykezelésére szelenittartalmú készítmény ajánlható. Néhány napos borjak kezelése esetén 4mg szelénen kívül 200mg D-tokoferol-acetátot is célszerű beadni.

A szeléntoxikózis viszonylag gyakran előfordul. Egyes növényfajok kumulálják, pl. a Astragalus-fajok szeléntartalma elérheti a 1g/kg értéket is. Szeléntoxikózis előfordulhat szeléntartalmú takarmánykiegészítők túladagolása következtében is. Heveny mérgezés esetén bizonytalan járás, hasmenés, elfűvódás és nehezített légzés figyelhető meg. Az elhullást keringési elégtelenség okozza. A kórbonctani képet a tüdőbővérűség, máj- és veseelfajulás uralja. A félheveny toxikózis 10-20 mg/takarmány kg mennyiségű szelén heteken át történő felvétele esetén alakul ki. Az állatok lesóványodnak, szőrzetük dúrva lesz, tántorgó járás és a látás fokozatos romlása, majd vakság alakul ki. Később nyálzás, hasi fájdalom, nehezített nyelés figyelhető meg. Az elhullást légzési elégtelenség okozza. Idült mérgezés 5mg/takarmány kg szeléntartalmú takarmány hosszú időn keresztül történő felvétele esetén alakul ki. A csülökszaru deformálódik, felülete dúrva, egyenetlen lesz. Meddőség, anaemia, szőrhullás figyelhető meg. Az ízületi felület kimaródik, emiatt a mozgás kötött, néha bénulásos tünet jelentkezik. (5)

2.6 A szarvasmarha vitaminellátás szükséglete, hiánybetegségek

Általánosságban elmondható, hogy minél fejlettebb a bél/bendőflóra, illetve annak vitamint szintetizáló képessége, az illető állat annál inkább független az exogén vitaminbeviteltől. Így a kifejlett szarvasmarha a bendő flóra és fauna segítségével szinte az összes B-vitaminhoz hozzájut. Kérődzők esetében gyakori a napi egyedi szükséglet

megjelölése, monogastricus állatok és borjak esetében viszont a légszáraz takarmány megfelelő vitaminszintjét szokták megadni.(1)

2.6.1 A β -karotin és az A-vitamin ellátottság hiányosságai

Szarvasmarhában a bélhámsejtek karotinázaktivitása jelentéktelen, ezért a portális keringéssel a májba jutó karotinoidek mennyisége nagy. A máj sok karotint tud A-vitaminná alakítani, mivel jelentős a karotináz aktivitása. Az át nem alakított karotin ebben a fajban azonban bekerül a vérkeringésbe is. Éppen ezért – mivel a vérben a karotin koncentráció többszöröse más állatfajokhoz képest – a szarvasmarhát karotinállatnak nevezik.(33)

A karotin, illetve az A-vitamin hatását elsősorban a sejtek membránjának stabilizálása révén fejti ki. A membránok stabilitása lényeges a petefészkek hormontermelése, a tüsző érési folyamatai, valamint a méh nyálkahártya regeneráció – involúció – szempontjából éppúgy, mint a tőgy – ezen belül kiemelten a tőgy bimbócsatorna – integritásának fenntartásában. A karotin, különösen a legnagyobb biológiai aktivitással rendelkező β -karotin hiányában a fentiek alapján teheneknél késedelmes ovuláció, üszőknel elhúzódó ivarzás, valamint az ellést követően késői ciklusba lendülés tapasztalható, mivel a tüsző falából hiányzik az A-vitamin kötéséhez szükséges specifikus receptorfehérje. A β -karotin a vérben lipoproteinbe zárva szállítódik, amit a tüszőhámsejtek is fel tudnak venni és karotináz enzimükkel retinállá hasítani.(33)

A tőgy esetében a karotin és az A-vitamin külön-külön és együttesen is fokozza a bimbócsatorna nyálkahártyáján keresztül a szervezetbe hatoló (invazív) baktériumokkal szemben mutatott ellenálló-képességet, így a mastitis előfordulásának valószínűségét, valamint a szomatikus sejtszám értékét. A sejtmembránok folyamatos átépülésen mennek keresztül, ezért azok védelmét közvetlen vagy közvetett módon biztosító anyagokból az állati szervezet folyamatos ellátását igényel. Ebből a szempontból kiemelt fontosságú, hogy a szervezet β -karotin raktárakkal nem, vagy csak korlátozott mértékben rendelkezik. Az A-vitamin-ellátottságot a májban raktározott jelentős mennyiség ugyan hosszabb ideig biztosíthatja, ugyanakkor a nagy tejtermelésű teheneknél a tejjel jelentős mennyiség is ürül, így a folyamatos ellátás ebben az esetben sem nélkülözhető. Számos kutatási eredmény utalt arra, hogy a karotin kiegészítés hatása hozzávetőlegesen az utolsó kezelést, illetve karotin kiegészítést tartalmazó takarmányozást követően mindössze egy további cikluson keresztül érvényesül. Emiatt a szárazonállás, illetve az ellésre történő előkészítés időszaka különösen kritikus lehet, mivel ez időszak alatt alkalmazott takarmányozással társuló nem kielégítő

ellátás hatása még az ellést követően is érvényesül. Ez tehát azt jelenti, hogy a kedvező szaporodásbiológiai, illetve tőgyegészségügyi hatás csak akkor érhető el, ha az ellátás ebben az időszakban is folyamatos.

Különösen lényeges ez a kérdés a téli-koratavaszi hónapokban, amikor a takarmányok β -karotin-tartalma is általában alacsony. A tejelő tehenek A-vitamin-ellátása kizárólag csak karotin kiegészítéssel is megoldható ugyan, de az átalakulás hatékonysága a szarvasmarha esetében nem optimális, ezért feltétlenül szükséges az A-vitamin-kiegészítés is, lehetőség szerint védett készítmény formájában. Az aktuális szükségletnél alacsonyabb szintű A-vitamin-kiegészítés esetén ugyanis a takarmánnyal adagolt β -karotin jelentős része A-vitaminná alakul, így annak közvetlen hatása nem érvényesül.(20)

A karotin és az A –vitamin ellátottság tekintetében a tejelő teheneknél a gyakorlatban alkalmazott takarmányozás során hiányos, illetve részlegesen hiányos időszakok gyakran előfordulnak. Ennek fő oka, a napi adag összeállítása során felhasznált alapanyagok karotin tartalmának a takarmányozási táblázatokban megadott értékétől való sokszor jelentős eltérés vagy a kiegészítőként alkalmazott készítmények inhomogén keverése. A takarmánynak illetve a takarmány kiegészítőkként bevitt karotinnak aktív formában el kell érnie a vékonybél megfelelő szakaszát. Ennek akadályá lehet a bendőfolyadék pH-jának kóros csökkenése vagyis a bendőacidózis. Alacsony pH értéken a karotin egy része biológiailag kevésbé hatékony vegyületté alakul át. A felszívódott karotin a tejelő tehen szervezetében kétféleképpen fejti ki hatását. Egyrészt közvetlenül hat a petefészek működésére kizárólag β -karotin formájába, másrészt pedig A-vitaminná alakulva védi a hámeredetű szöveteket, illetve segíti azok regenerációját. Az A-vitamin a szervezetben-főleg a májban raktározódik, de hosszabb ideig fennálló hiányos ellátás esetén hiányállapot is kialakulhat. A hiányt viszont gyakorlati körülmények között nem csupán az A-vitamin, de a karotin ellátás zavara is okozhatja. Ilyenkor a takarmánnyal bevitt karotin zöme nem karotinként hasznosul, hanem a felszívódást követően rövid időn belül A-vitaminná alakul. Ez a probléma csak úgy orvosolható, ha a karotin ellátottság mellett az állatok A-vitamin igénye is teljes mértékben kielégítésre kerül. A karotinhoz hasonlóan azonban a takarmányok A-vitamin kiegészítése önmagában nem jelent feltétlen garanciát a szövetek megfelelő A-vitamin ellátottsága tekintetében is. Az A-vitamin-a karotinnal ellentétben-csak egy specifikus transzport fehérjéhez kötött formában képes eljutni a szövetekhez. Ennek a transzport fehérjének többek között szüksége van cinkre a megfelelő működéséhez. A cink ellátottság tehát közvetlen módon befolyásolja az A-vitamin transzportot és ezzel a szövetek A-vitamin alakulását. A cink hasznosítható mennyiségét a szervezetben egyes kóros folyamatok is csökkenthetik. A

krónikus gyulladás során fellépő nutritív immunitásnak nevezett védekező mechanizmus hatására a keringésben lévő elemek egy része kötött formában a májba kerül. Az ellenőrző laboratórium ilyen esetben cinkhiányt diagnosztizál, pedig a takarmány azt megfelelő mértékben és formában tartalmazza. Krónikus gyulladás esetén tehát másodlagos A-vitamin hiány léphet fel még az aktuális szükségletnek megfelelő A-vitamin és karotin ellátás esetén is.(21)

3. SAJÁT VIZSGÁLATOK

3.1. A vizsgálat célja és előzményei

A vizsgálatot 2011. november 29.-én végeztük el egy kelet magyarországi mezőgazdasági zrt. holstein-fríz fajtával termelő tehenészetében.

A vizsgálat célja felmérni a takarmányozással összefüggő, a tejtermelést és tejminőséget az egészségi állapotot és a **szaporodást** károsan befolyásoló szubklinikai és/vagy klinikai tünetekben is megnyilvánuló anyagforgalmi zavarok (ún. produkciós betegségek) előfordulásának és állományon belüli elterjedtségét. További cél az okok feltárása és a zavarok megszüntetésének és megelőzésének lehetőségeire történő javaslattétel.

A **tejtermelés** színvonala aktuálisan 27-28 kg fejési átlaggal, 3,7-3,8 g/100g zsír tartalommal jellemezhető. A tej zsírtartalma a tavaszi és nyári hónapokban alacsonyabb volt. A fejt tehenek átlagosan 213 napja termelnek, ami optimálishoz közeli (cél: <200 nap) jelzi, hogy aránylag a „frissfejős” magasabb termelésű egyedek részaránya magasabb. A tejtermelés emelkedő tendenciát mutat.

Az állományra jellemző 2011 évi átlagos **szaporodási mutatók közül** a produktivitas alacsonyabb az elfogadhatónál (60,3% cél: >70%), a két ellés közötti idő hosszú (424 nap, cél:< 400). A termékenyítési index tehenekben tartósan magas, 2011 évben a 7.-8.- havi eredménytől eltekintve elfogadható 2-3 körüli (cél: <3) üszöknél ugyanakkor csak a 3. 5. és 6. hónapban volt elfogadható (<2,0) a többi hónapban ennél magasabb. A tehenek ellés utáni első termékenyítésére időben sor kerül (<80 nap), de az első termékenyítés fertilitása alacsony (30,4%, cél: >40%).

Az állományban az utóbbi időben állományszinten magas a hasmenéses tüneteket mutató állatok számaránya.

3.2. Vizsgálatok

A *tehenészeti telepen 2011. november 29-én végzett telepszemle alkalmával helyszíni vizsgálatokat végeztünk, valamint vér- és vizeletmintákat vettünk anyagforgalmi vizsgálat céljából végzett laboratóriumi vizsgálatra.*

A biológiai mintákat a szaporodásbiológiai állapot alapján különböző élettani szakaszba tartozó állatcsoportokból szűrőpróbaszerűen választott klínikailag egészséges állatokból vettük a reggeli etetés utáni 3-5. órában.

A mintavételre kijelölt csoportok elnevezése, valamint a mintázott állatszám a következő volt:

- A várható ellés előtt néhány nappal lévő előkészítő tehén csoportja (n=5);
- Az ellető istállóban lévő frissen ellett tehén (n=2);
- A termelésbe lendülés időszakában a tehén fogadó csoportban lévő elsőborjas és többször ellett tehén (n=4 és 5)
- A laktációs csúcstermelés időszakában a nagytejű csoportban lévő tehén (n=5)

A **laboratóriumi vizsgálatok** a hematológiai állapotra, az energiaforgalomra (szénhidrát- és zsírforgalom), a fehérje-, a karotin-, a Ca-, a P-, a Mg-, a Na- és a K-, a Cu-, a Zn- és a Se-el-látottság, a zsírmobilizációs betegség, a ketózis és az ellési bénulás megállapítására, valamint a sav-bázis anyagcserére terjedtek ki.

A mintázott állatok krotália számát, a termelési csoportok megjelölését, a vér-, és a vizeletminták laboratóriumi vizsgálatának eredményeit a mellékelt 5-7. számú táblázatban foglaltam össze.

A **helyszíni vizsgálat** alkalmával adatgyűjtést folytattunk az állomány termelési, szaporodásbiológiai, egészségi állapotával, a takarmányminőséggel és az alkalmazott takarmányozási stratégiával kapcsolatban. Felmértük a kondíció és a bélsár konzisztencia alakulását az egyes termelési, takarmányozási csoportokban.

3.3 Laboratóriumi vizsgáló módszerek

A vérminták vizsgálata

Hematokrit érték: mikrohematokrit meghatározás

Hemoglobin: A hemoglobin meghatározása cianmethemoglobin módszerrel (módosított Drabkin módszer) történik. A hemoglobin kalimferricianiddal hemiglobinná oxidálódik, ami kalciumcianiddal stabil hemiglobincianid festékké alakul, így fotometriásan mérhető. (2)

Acetecetsav: az ecetecetsavra specifikus spektrofotometriás meghatározása a vegyület diazotálása segítségével (35)

Szabad zsírsavak (FFA): a szabad zsírsavak réz-nitráttal komplexet képeznek, majd szerves oldószer eleggyel kirázhatók. Az így kapott zsírsavak réz-dietilditiokarbamáttal sárga színű komplexet képeznek, ami fotometriásan mérhető. (22)

Karbamid: az ureáz enzim specifikusan bontja a karbamidot, a keletkező ammónia lúgos közegben nátrium-hipoklorittal és fenollal kék színű indofenolt képez (Berthelot módszer). A keletkezett termék fényelnyelése arányos a minta karbamid tartalmával (7;25)

Glükóz: a β -D-glükóz a glükóz oxidáz (GOD) enzim glükonsavvá és hidrogén-peroxiddá oxidálja. A keletkezett hidrogén-peroxiddal a peroxidáz (POD) enzim, fotométerrel jól mérhető kinoidális terméket képez az m-krezolból és a 4-amino-fenazonból. (29)

AST: A glutamát-oxálacetát-transzamináz meghatározása: α -ketoglutársav + L-aszparaginsav – GOT-L-glutaminsav + oxálcetsav. A reakció során keletkező oxálacetát, illetve az abból spontán dekarboxilezéssel keletkező piruvát 2,4-dinitro-fenol-hidrazinnal dinitro-fenil-hidrazont képez, amely színét a pH függvényében változtatja. Lúgos közegben vörösesbarna színreakciót ad, amelynek intenzitása arányos az enzimaktivitással.

GSH-Px: A vörösvértestek glutation peroxidáz tartalmát mérik. (27)

Karotin: az összkarotin kimutatása a plazmából petroléter hozzáadásával történik. A plazmából petroléterrel kirázzuk a sárga színű anyagokat és fotometráljuk.

Kalcium: fotometriás módszer. A kalcium ion lúgos közegben o-krezolftalein-komplexonnal ibolya színű komplexet alkot. A keletkezett komplex fényelnyelése arányos a minta kalcium tartalmával. (12)

Foszfor: az anorganikus foszfát molibdénsavval képzett komplexét ferro-só redukálószerrel molibdénkékké redukálják. A savas közegből a fehérjék oldatba vitelét és a szén stabilitását trietanolaminnal végzik, majd fotometrálják. A fotometriás mérést 620 nm-en végezzük.(32)

Magnézium: fotometriás módszer. A magnézium xilidinkékkal alkotott komplexét fotometráljuk.(19;32)

Cink és réz: atomabszorpciós módszer (23)

A vizeletminták vizsgálata

pH meghatározás: direkt mérés, WTW pH 521 pH-mérővel

Nátrium: atomabszorpciós módszer(23)

Kálium: atomabszorpciós módszer(23)

A karbamid, a kalcium és a foszfor kimutatását lsd. Vérminták vizsgálatánál

3.4 A helyszíni és laboratóriumi vizsgálatok eredményeinek értékelése

A helyszíni vizsgálatok során szerzett főbb tapasztalatok a következők:

Az állatok **kondíciója** az ellés előtt a tehenek többségében megfelelő. Az állatok az ellés után veszítenek testkondíciójukból de az nem haladja meg az elfogadható mértéket (1 pont).

A kondíció folyamatos nyomon követésére és a kellő beavatkozásokra nagy figyelmet kell szentelni.

A **bélsár** konzisztencia vizsgálat, a béltraktuson áthaladó takarmány emésztettségéről, a takarmány-értékesülésről szolgáltat információt. A bélsár konzisztenciát 1-5 fokú skálán pontozzuk. A telepszemle során főként a fogadó csoportokban lehetett a normálisnál hígabb (2 pont) sárgás színű, viszonylag sok emésztetlen abrakkomponenst tartalmazó, kissé habos és viszkózus bélsarat látni, ami gyorsult takarmány-passzázsra és csökkent emésztésre utal.

Az állatok **étvágya** megfelelőnek tűnt. Az állatok a termelő csoportokban valamennyi komponenst tartalmazó takarmánykeveréket (TMR) kapnak. A fogadó és nagytejű csoportokban takarmányszелеkció tapasztalható. A TMR homogén ugyan, de a laktáció első harmadában lévő csoportok előtt a struktúráltsága gyenge, a keverék nagyon abrakdús.

A tömegtakarmányok minősége gyenge, mennyiségük limitált. A cirok-silókukorica szilázs szárazanyag tartalma alacsonyabb az ideálisnál. Szemtartalma alacsony, erjedési viszonyai kifogásolhatók. A tavalyi szenázs vajsavasan erjedt, penészes. A szénák és a takarmányszalma minősége változó.

Az állomány **hematológiai** paraméterei közül a vérminták hemoglobin értéke több esetben meghaladja az élettani tartományt, ami enyhe haemokonzentráció jele lehet. A jelenség tisztázása érdekében meg kell vizsgálni, hogy az állatok elegendő és tiszta ivóvízhez jutnak-e (5. táblázat).

Az **energiaforgalom** (szénhidrát- és zsírforgalom) ellenőrzése kiemelkedő jelentősége miatt több paraméter meghatározásával történt. *Az energiaforgalom és az energiaellátás egyensúlyának (szénhidrát- és zsírforgalom) ellenőrzése céljából* meghatároztuk a vérminták BHB és FFA koncentrációját. A *szubklinikai zsírmobilizációs* betegség megállapítása céljából a vérplazma-minták FFA koncentrációján kívül meghatároztuk az AST aktivitási értéket is. A *hiperketonémia* előfordulását a vérminták glükóz és béta-hidroxi-butirát (BHB) koncentrációjának meghatározásával diagnosztizáltuk.

A vér- és vérplazma-minták felsorolt laboratóriumi vizsgálatának eredményei alapján a $< 0,800$ mmol/l BHB koncentráció $> 2,3$ (3,0) mmol/l glükóz koncentrációk mellett *jelzi hogy hiperketonémia állományszinten nem fordult elő*, csupán egy frissen ellett tehénben lehetett diagnosztizálni (8006-os állat, 5. táblázat). A vérplazma minták 0,2 mmol/l alatti szabadzsírsav (FFA) koncentrációja normál zsíryanycserét mutat.

A vérplazma > 80 U/l AST enzimaktivitási értékei valamennyi vizsgált csoportban fokozott májsejt igénybevételt illetve a májsejtek sérülését jelezte (5. táblázat)

A **máj** –többek között- fontos szerepet tölt be a **szaporodási folyamatokban**, elsősorban a tüszőérés folyamatát szabályozó növekedési hormon-IGF-1 tengelyen keresztül. Májsejtsérülés esetén késedelmes lehet az állatok ivari ciklusba lendülése, ill. romlik a leváló petesejt minősége továbbá zavart szenved a sárgatest felépülés, ami gyakoribb korai embrióelhaláshoz vezethet.

A **fehérje ellátottság** a vérplazma- átlagosan $> 5,0$ mmol/l és a vizelet > 300 mmol/l karbamid-koncentrációja alapján a valamennyi vizsgált csoportban **bőséges** (5. táblázat).

A túlzott fehérjeellátás szaporodási zavarokat is előidéz. A méhnyálka pH értéke gyorsan változik a vérplazma karbamid-tartalmának függvényében, kedvezőtlen feltételeket teremtve a zigóta megtelepedéséhez a méhben. A karbamid spermicid tulajdonsága sem elhanyagolható tényező. Számos szakirodalmi forrás beszámol arról, hogy a túlzott fehérjeellátás súlyosbítja az energiahány következményeit, amelyen keresztül csökkenti a fertilitást. Igazolt az a tény is, hogy a termékenyítéskori a túlzott fehérjeellátás csökkent szérumban progeszteron koncentrációval jár, ill. a magas vér-karbamid gátolja a méhre gyakorolt progeszteron hatást, melynek következtében gyakorivá válik a korai embrióelhalás.

A vérplazma mintákban emelkedett (>80 U/l) AST aktivitási értékek fokozott májsejt igénybevételt jeleznek, amiben nagy valószínűséggel szerepe van a fehérje (ammónia) terhelésnek is.

A **karotin-ellátottság** a vérplazma <5,3 $\mu\text{mol/l}$ összkarotin tartalma alapján valamennyi vizsgált csoportban **hiányos** (6. táblázat). Karotin-hiány esetén gyakori az involúciós zavar, a gennyes méhhurut. Nő a csendes ivarzás aránya, mert megnő a tüszőrepedés előtti LH csúcs és a tüszőrepedés közötti idő, ezáltal az LH csúcs laposabb lesz és az **ivarzási tünetek jellegtelenné válnak**. Emiatt, valamint mert a sárgatest mérete is jelentősen kisebb, ezért kevesebb progeszteront termel, gyakorivá válik a petefészkek ciszta. Karotin hiányos állapotban az elégtelen sárgatest működés következtében nőhet a korai embrionális mortalitás, ami **cikluson kívüli visszaivarzásokban** nyilvánulhat meg.

A **Ca- és a P-ellátottságot** a vér- és a vizeletminták Ca- és szervetlen P-tartalmának meghatározásával ellenőriztük.

A *P-ellátottság* a termelő csoportokban a vérplazma minták átlagosan >1,6 mmol/l szervetlen P-tartalma alapján **megfelelő**. A vizeletminták >5,1 mmol/l szervetlen P-tartalma alapján sporadikusan fokozott P ürítés (*hyperphosphaturia*) állapítható meg, amely a sav-bázis anyagcsere zavarának következménye (6-7 táblázat).

A *Ca-ellátottságot* a vérplazma minták > 2,1 mmol/l, valamint a vizeletminták Ca-tartalma alapján megfelelőnek találtuk (6-7 táblázat).

A **Mg-ellátottságot** a vér- és a vizeletminták Mg-tartalmának meghatározásával ellenőriztük és **megfelelőnek** találtuk (6-7 táblázat).

A **Na-és a K-ellátottságot** a vizeletminták Na- és K-tartalmának meghatározásával vizsgáltuk. A vizeletminták 20-80,0 mmol/l élettani tartománytól eltérő Na-koncentrációja alapján az ellést követően és a vizsgált **fejt csoportok mindegyikében kifejezetten bőséges az ellés előtt** pedig **hiányos Na-ellátottságot** találtunk (7. táblázat). A túlzott Na bevitel limitálja a szárazanyag felvételt, és ozmotikus hasmenést idézhet elő, ami jelentős táplálóanyag és folyadék veszteséggel járhat az állatok számára. Ha nátrium-hidrogénkarbonát eredetű bevitelről van szó, akkor az a bendő alkalózis veszélyével is jár, ami káros a bendő fermentációra.

A K-ellátottságot a vizeletminták K koncentrációja alapján **megfelelőnek** találtuk (7. táblázat).

A **Cu-ellátottságot** a vérplazma minták Cu-tartalmának meghatározásával ellenőriztük. Az aktuális ellátottság a vérplazma >15 $\mu\text{mol/l}$ Cu-tartalom alapján **megfelelő** (6. táblázat).

A **Zn-ellátottságot** a vérplazma minták Zn-tartalmának meghatározásával ellenőriztük. Az aktuális ellátottság a vérplazma <15 µmol/l Zn-tartalom alapján enyhén hiányos. (6. táblázatok). Zn hiányban emelkedhet a cisztás jellegű petefészek elfajulások számaránya és károsodhat a csírahám, továbbá a hám eredetű képletek instabilitásából adódóan a szubklinikai tügygyulladások számának valamint a sánta tehenek arányának növekedésére kell számítani.

A **Se-ellátottságot** a vörösvérsejtek szeléntartalmú GSH-Px enzim aktivitási értékének meghatározásával vizsgáltuk és a 30 U/g Hb körüli GSH-Px aktivitási érték alapján **megfelelőnek** találtuk. (6.táblázat).

A **vizeletminták sav-bázis anyagcserére** vonatkozó laboratóriumi vizsgálati eredményei közül <7,8 pH és a <100 NSBÜ értékek alapján az ellés előtt **savterhelést**, lehetett megállapítani. (7. táblázat). A sav bázis anyagcsere és a bendőbeli pH viszonyok alapvetően meghatározzák a bendőfermentáció minőségét és a bendőbeli illózsírsav produkciót. A bendőbeli mikrobiális illózsírsav termelődés meghatározza az energiaegyensúly állapotát, ezért kiemelt jelentőséggel bír a tejtermelés színvonala és a tejösszetétel tekintetében is.

Összefoglalva a helyszíni vizsgálatok eredményeit, rendellenes bélsár konzisztenciát, hibás tömegtakarmány minőséget, takarmányszerkezetet és gyenge struktúrájú teljes takarmánykeveréket találtunk.

Összefoglalva a laboratóriumi vizsgálatok eredményeit emelkedett plazma hemoglobin értékeket, sporadikusan hiperketonémiát, fokozott májsejt igénybevételt, enyhén bőséges fehérje ellátottságot, karotin-hiányt, túlzott Na bevitelt, enyhén hiányos aktuális Zn ellátottságot, valamint az ellés előtt savterhelést lehetett megállapítani a tehenészetben.

Metabolikus tényezőként a tapasztalt hasmenéssel járó megbetegedések okaként a fehérje-túletetés és a Na terhelés, valamint a rossz tömegtakarmány minőség együttes hatása nevezhető meg.

3.5. Javaslatok

Az **energiaegyensúly** megteremtésének és fenntartásának kulcsa a termelésarányos és az adott élettani, termelési szakasz igényeihez igazodó takarmányozás és **takarmányminőség**. A különböző élettani szakaszban lévő egyes termelési csoportok napi takarmányadagját az átlagos élőtömeg, a fajlagos napi tejtermelés és a vemhességi állapot alapján kell megállapítani úgy, hogy a takarmány-szárazanyag-, a nyersrost-tartalom, az energia- és a fehérjekoncentráció, valamint az ásványianyag-ellátás is a csoportátlag szükségletének megfelelő legyen. Abban az esetben, ha a csoporton belül az egyedek tejtermelése több mint 5 literrel tér el egymástól, gyakorlatiasan ajánlható az átlag felett 2-3 literrel magasabb szintre takarmányozni. Ekkor az átlag alatt teljesítő tehének kondíciójának változására fokozottan kell ügyelni. A különböző élettani szakaszban lévő egyes termelési csoportokat úgy kell kialakítani, hogy az egyedek között a lehető legkisebb különbség legyen a tejtermelés a laktációs és vemhességi állapot tekintetében.

A takarmányfelvételt nagyban befolyásolja a teljes takarmánykeverék (TMR) szárazanyag tartalma, a komponensek minősége és fizikai állapota. A takarmányfelvétel 45-50% szárazanyag tartalom esetében optimális. Javasolt a széna szecskaméretét 2-5 cm nagyságra beállítani és törekedni kell a homogén keverék elkészítésére (megfelelő ideig és fordulatszámon történő keverés).

A táplálóanyag ellátás biztonsága és nyomon követhetősége, valamint az optimális bendőfermentáció biztosítása érdekében fontos a takarmányadag (TMR) lehető leghosszabb időszakot átölelő állandósága. Amennyiben változtatásra van szükség az mindig kellő fokozatossággal történjék.

Az állatokat folyamatosan tenyészkondícióban kell tartani. A kondíciót folyamatosan, havonta egy alkalommal, lehetőleg a termelésellenőrzéssel (befejésel) egyidőben értékelni kell a 0-5 pontos kondíció értékelési rendszer alkalmazásával. Nem fordulhat elő, hogy a tehén a laktáció befejező szakaszában, vagy a szárazonállás időszakában elhízzon, ill. mínuszkondíciós maradjon. A kívánatos kondíció pontszám (tenyészkondíció) 3.0-3.5. Kívánatos, hogy a tehének kondícióváltozása ne legyen több 1 pontnál a laktáció folyamán. Az állatok csoportosítása során nemcsak a napi tejtermelést és a gesztációs állapotot, hanem a kondíciót is figyelembe kell venni.

A szárazonállás időszakában a napi takarmányadag 11-12 kg szárazanyagban 55-60 MJ NE_l legyen. Normál tömegtakarmány minőség esetén az abraketetést a szárazonállás időszakában az ásványi anyagok és vitaminok pótlásához szükséges mennyiségen felül általában nem javasolunk

A várható ellés előtt 2-3. héttől (az ún. előkészítés időszakában) a napi takarmányadag 11-12 kg szárazanyagban 70-80 MJ NE_l és mintegy 1500-1600 g nyersfehérje legyen. Ezen időszaktól kezdődően a szénaadagot (rétiszéna!) az állatok étvágyának megfelelően javasoljuk adni. Célszerű lehet a széna egy részét szecskázott formában a keverékben adni. Bendőben könnyen lebomló szénhidrátot tartalmazó abrak etetése nem jöhet számításba. Ugyanakkor fokozott figyelmet kell fordítani a napi takarmányadag változó létszámhoz való igazítására különös tekintettel az abrak és ásványi kiegészítőkre. Erre azért van szükség, *nehogy a nagyobb adagú abrak- és ásványi kiegészítővel bendőacidózist idézzünk elő*. Az előkészítés időszakában a táplálóanyag szükségletet a tömegtakarmányok mellett **speciális előkészítő koncentrátum** (Pl. **VITATOP HEPAR** májvédő előkészítő koncentrátum) alkalmazásával kell kielégíteni úgy, hogy **a takarmány szárazanyag legfeljebb 20%-a legyen az abrak**. Ez naponta mintegy 2,0-2,5 kg abrakot jelent.

A frissen ellett tehenek energiaegyensúlyának fenntartásához hozzájárul a **napi 3 alkalommal történő fokozatosan emelt adagú „fogadós” TMR etetés**. Ügyelni kell arra, hogy a TMR mindig friss legyen. Az ellés után a koncentrált (abrakban dús) takarmányadaghoz való hozzászoktatás kellő **fokozatosságot** igényel. A fokozatosság alapfeltétele az egyedi (kiscsoportonkénti) takarmányozás. A koncentrált takarmányadag (TMR) etetését *az ellés napján javasoljuk megkezdeni*, majd az adagot naponta fokozatosan javasoljuk növelni. Az elletőistállóba a fogadócsoport mixelt takarmányából kell vinni. Ha az állat 5-6 napot tartózkodik az elletőistállóban frissen ellett tehen első napi adagja a fogadócsoportban lévő egy tehen takarmányadagjának 1/5-1/6-od része, amelyet az ellés óta eltelt napok számának megfelelően kell emelni.

Az elletőben **ad libitum** kell a fogadó TMR-en túl jó minőségű **szénát** (lehetőleg lucerna) biztosítani. Ily módon a takarmány szárazanyag felvétel magasabb is lehet az első néhány napon. Az állandó összetételnek és a fokozatos emelésnek köszönhetően a bendőflórának az abrakhoz való szoktatása, az ún. abrakadaptáció a bendőacidózis kialakulásának sokkal kisebb kockázatával kezdhető meg és az állat savterhelés nélkül, jó étvágyal kerülhet a fogadó csoportba.

Az e pontban említett technológia megvalósíthatóságának alapfeltétele a kiscsoportos kötetlen elletőistálló ellenőrzött, precíz működtetése. Egy kiscsoportban kell elhelyezni az egy napon (vagy legfeljebb egy nap különbséggel) ellett teheneket. Egy kiscsoportba 3-5 állat kerülhet. Egy állat férőhely igénye 10m². A csoport az elletőben eltöltött 5-7 napig együtt marad, összetétele nem változik.

A fogadócsoporthoz a napi abrakadag ne haladja meg a takarmány szárazanyag 40-45%-át, és az állat az ellés után 30 napnál hosszabb ideig ne tartózkodjon ott. A csoportnagyságnak tehát értelemszerűen a havi ellésszámnak kell megfelelnie. Az ellés időpontján kívül más szempont (tejminőség, fejési sebesség stb.) a fogadó csoportba sorolásnál nem jöhet számításba. Ez az időszak a bendőflóra adaptáció befejeződésén túl a bendőhám adaptáció időszaka is. Ezen időszak kulcsfontosságú az átmeneti takarmányozás megvalósítása során.

A többször ellett holstein-fríz tehén a laktációs csúcstermelését az ellés utáni 6-8. héten éri el. Erre az időszakra a teheneket a nagytejű csoportba kell áthelyezni, és az abrakadag nagyságát ekkor már a tömegtakarmány minősége, az állatok napi tejtermelése, valamint a kondíciójuk határozza meg. Amennyiben a napi takarmányadag nem fedezi a szükségletet, úgy az előző pontban ismertetett elvek szerint a tejelőtáp adagját a felvett takarmány-szárazanyag 50%-áig, azonban legfeljebb napi 12 kg/állat adagra célszerű növelni. Felhívjuk a figyelmet arra, hogy a fokozatosság nélküli drasztikus abrakadag emelkedés, valamint a hirtelen takarmányváltás, ill. elégtelen strukturális rosttartalom következtében kialakuló savterhelést bendőpufferek alkalmazása nem védi ki, túladagolásuk pedig látens alkalózishoz vezet.

Az állat –többször ellett tehén esetében- az ellés után 30 napnál hosszabb ideig ne tartózkodjon a fogadóban. A többször ellett holstein-fríz tehén a laktációs csúcstermelését az ellés utáni 6-8. héten éri el. Erre az időszakra a teheneknek már a nagytejű csoportban kell lenniük. Nem célszerű a csoportosítással (az azzal járó stresszel) a laktációs csúcstermelés időszakát „megtörni”.

Az **elsőborjas** tehenek számára **külön fogadó csoport** fenntartása javasolt. Erre az eltérő szárazanyag felvevő képesség, a lassabban felfutó laktációs tejtermelés, a saját testépítés extra táplálékigénye és a hierarchiában alárendelt szerep miatti stressz okán van szükség. Az elsőborjasokat létszámtól és férőhelytől függően 90-150 napig célszerű a fogadó csoportban tartani.

A kedvező **fehérjeellátottság** biztosítása precíz termelésarányos takarmányozással, a bypass és nem bypass fehérje, ill. **az aminosav egyensúly beállításával biztosítható**. A

receptúrák elkészítését az aminosav egyensúly beállítása érdekében arra alkalmas takarmányadag optimalizáló szoftver alkalmazásával javasoljuk.

A takarmányadag nyersfehérje koncentrációja 16,5-17,5 legyen. A beviteli egyenleg számításakor nem elegendő csupán a napi takarmányadag fehérje-koncentrációját beállítani, az abszolút fehérje mennyiségre is figyelemmel kell lenni. Abban az esetben ugyanis, ha a szárazanyag felvétel jelentősen meghaladja a számítottat, jelentő fehérjetületetés lesz a következmény minden káros főként a szaporodási teljesítményt érintő vonzatával együtt.

Az előkészítés, valamint a laktáció kezdeti szakaszában speciális (előkészítésre is alkalmas) koncentrátum etetését javasoljuk. Előnyös ha fehérjében és bypass fehérjében gazdag (nyersfehérje 35-40 % , bypass hányad >50 %). Ezen túlmenően májvédő (**niacin, védett metionin**), valamint a bendőműködést és a takarmányfelvételt serkentő (élő élesztőkultúra) és takarmány-értékesülést javító (NSP enzim) komponenseket megfelelő mennyiségben tartalmaz. E kritériumoknak a magyar piacon jelen lévő több készítmény is megfelel (Pl. **Vitatop Hepar**, gyártó Vitafort Zrt, Dabas).

Tekintettel az állományban nagy gyakorisággal előforduló fokozott májsejt igénybevételre a takarmányadag **májvédő hatású védett metioninnal és niacinnal történő kiegészítése kifejezetten indokolt**. A metionin a zsírmobilizációs („zsírmáj”) betegség megelőzésében kiegészíti a niacin májvédő hatását. A niacin a zsírdepókból való zsírmozgósítást fékezi. A metionin pedig a kolin előanyagaként a májban történő zsírlerakódást gátolja. Ajánlott napi **védett metionin** bevétel **10-15 g** tehenenként naponta amely megvalósítására több lehetőség is létezik, lásd következő pontban.

Elsősorban kukoricára és szójára alapozott takarmányozás esetén fordul elő, hogy a bevitt nyersfehérje a tejtermelést limitáló aminosavak közül **metionin**ban szegény és annak pótlására van szükség. Nem ritka az, hogy a limitáló aminosavakkal történő ellátás csupán a takarmányadag magas nyersfehérje koncentrációjával biztosítható. Ekkor a tejtermelés magas színvonalú lehet ugyan, azonban a túlzott fehérjebevitelnek számos hátrányos következménye van (pl. szaporodási zavar, stb. lásd fent). Célszerű tehát a takarmány nyersfehérjét a limitáló aminosavakkal (pl. metionin) kiegészíteni, ezáltal a takarmányadag nyersfehérje koncentrációja csökkenthető és sok esetben a napi takarmányköltség is csökken, nem szólva a hátrányos következmények elmaradásáról. A kiegészítés történhet védett metionint tartalmazó koncentrátumokkal, (pl. **Vitatop Hepar, Energia Koncentrátum metionin kiegészítéssel**) vagy takarmány-kiegészítővel (pl. **MEPRON M85**, Gyártó: Evonik Industries, Németország).

A védett fehérjék arány a napi fehérje bevitelen belül a laktáció első harmadában 35-40 legyen. Kiváló bypass fehérjeforrás a különböző, esetleg kombinált kezelésnek alávetett szójadara (pl. **Duopass (DPS) bypass szója** készítmény Gyártó: Vitafort Zrt, Dabas).

A **megfelelő Na-ellátottság** megteremtése céljából fontos a takarmány-só egyenletes bekeverése a keveréktakarmányokba. A **Na-ellátás** számításakor figyelembe kell venni a takarmányok Na-tartalmát, valamint a keveréktakarmányok és a **bendőpufferek** Na-tartalmát is, és annak megfelelő kiegészítést kell alkalmazni (*nyalósó*)! A biztonságos és egyenletes só ellátás érdekében célszerű azt a tejelőtápra keverni. A bruttó konyhasó igény a szárazanyag 0.46%-a. A konkrét hozzáadás mértéke 0,2–0,6%, a tejtermeléstől függően (30g/állat életfönntartásra és 2g/kg FCM). Az ellés előtti hiányos és túlzott Na bevitel egyaránt kerülendő.

Fontos, hogy a takarmány-szárazanyag rostkomponensei közül min. **16-17 %- a legyen a nyersrost, > 30% az NDF és >19% az ADF-tartalom** és emellett **megfelelő strukturális hatékonysággal** is rendelkezzen. Az NDF >75 %-a tömegtakarmány eredetű legyen. Az NDF:NFC arány 0,9-1,2 legyen.

A bendőemésztés számára előnyös, ha a strukturális rostot a TMR más komponenseivel (abrak) egyidőben veszi fel az állat. Ennek érdekében javasolt a széna szecskaméretét 2-5 cm nagyságra beállítani és törekedni kell a homogén takarmánykeverék elkészítésére (megfelelő ideig és fordulatszámra történő keverés). A napi szénaadag mintegy felét javasolt a TMR-be keverten adni és a fennmaradó részt hosszú szálú formában biztosítani.

A savterhelés bendőpuffer (nátrium-hidrogén-karbonát, magnézium-hidrogén-karbonát) vagy ezek keverékeinek adagolásával ugyan látszólag megszüntethető, de a szerves pufferek adagolásával rendkívül óvatosan kell eljárni, napi 0,1-0,15 kg/állat/nap adagot nem célszerű túllépni. Javasoljuk ezért a **megfelelő rostellátás biztosítása mellett** inkább biológiai pufferek (*élő élesztőkultúra*) etetését előnyben részesíteni és a továbbiakban az *etetett abrakhoz (tejelőtápra élő Saccharomyces cerevisiae kultúrát keverni*. Az itt említett készítmény egyik előnye és újdonsága a piacon található más készítményekkel szemben, hogy speciális védőburkának köszönhetően a mixbe történt bekeverést követően a takarmánykeverék magas nedvességtartalma ellenére sem veszít hatékonyságából. Az élesztősejteket övező burok csupán a bendőben bomlik le és az élesztőkultúra a legmegfelelőbb helyen kezdi meg működését. Az abrakadag illetően kiegészítése a **bendőfolyadék pH-ját stabilizálja, a savterhelést mérsékli, vagy megszünteti**, ezáltal számottevően javul a bendőfermentáció és következésképpen az energiaegyensúly. Az ellés előtti időszakban is javasolt az élesztő adagolása min. 10 g/állat/nap adagban. A nátrium-hidrogén-karbonát ad libitum etetése nem javasolt.

A **karotin hiány** megszüntetése céljából az előkészítés időszakában *tehenenként naponta 300 mg, az ellés után a vemhesülésig 500 mg (hatóanyag!) adagban szintetikus β -karotin premix* etetését ajánljuk. A tejhasznú tehén napi karotin-igénye 100 mg/állat létfenntartásra, valamint 20 mg minden liter tejre.

A **megfelelő Zn ellátottság** biztosítása érdekében javasoljuk a takarmányadag Mn koncentrációját a laktációban 80-100 mg/kg szárazanyag értékre beállítani. Ennek érdekében a premix Zn tartalmát elsősorban biológiailag jól értékesülő, szerves kötésben lévő Zn felhasználásával növelni.

4.ÖSSZEFOGLALÁS

Szakdolgozatom célja a tejhasznú tehenészetben előforduló szubklinikai anyagforgalmi zavarok előfordulásának és okainak vizsgálata. Az állományra jellemző 2011. évi átlagos szaporodási mutatók közül a produktivitás alacsonyabb az elfogadhatónál (60,3% cél: >70%), a két ellés közötti idő hosszú (424 nap, cél:< 400). A termékenyítési index tehenekben tartósan magas, 2011 évben a 7.-8.- havi eredménytől eltekintve elfogadható 2-3 körüli (cél: <3) üszöknél ugyanakkor csak a 3. 5. és 6. hónapban volt elfogadható (<2,0) a többi hónapban ennél magasabb.

Az állomány hematológiai paraméterei közül a vérminták hemoglobin értéke több esetben meghaladja az élettani tartományt, ami enyhe haemokonzentráció jele lehet. Ez felveti a friss ivóvízellátás esetleges hiányosságát. Az energiaforgalom és az energiaellátás egyensúlyának (szénhidrát- és zsírforgalom) ellenőrzése céljából meghatároztuk a vérminták BHB és FFA koncentrációját. A vér- és vérplazma-minták laboratóriumi vizsgálatának eredményei alapján a [BHB] < 0,800 mmol/l és a [glükóz]>2,3 (3,0) mmol/l jelzi, hogy hiperketonémia állományszinten nem fordult elő, csupán egy frissen ellett tehenben lehetett diagnosztizálni. A vérplazma minták 0,2 mmol/l alatti szabadzsírsav (FFA) koncentrációja normál zsírsavcserét mutat. Fontos, hogy a takarmány-száranyag rostkomponensei közül min. 16-17 %- a legyen a nyersrost, > 30% az NDF és >19% az ADF-tartalom és emellett megfelelő strukturális hatékonysággal is rendelkezzen.

A fehérje ellátottság a vérplazma- átlagosan >5,0 mmol/l és a vizelet > 300 mmol/l karbamid-koncentrációja alapján a valamennyi vizsgált csoportban bőséges. Tekintettel az állatok fokozott májsejt igénybevételére, a takarmányadag májvédő hatású védett metioninnal és niacinnal történő kiegészítése kifejezetten indokolt. Védett metioninból naponta 10-15g/tehen mennyiségű bevitelt ajánlunk. A karotin-ellátottság a vérplazma <5,3 μ mol/l β -karotin tartalma alapján valamennyi vizsgált csoportban hiányos. A hiány megszüntetése céljából az előkészítés időszakában tehenenként naponta 300 mg, az ellés után a vemhesülésig 500 mg adagban szintetikus β -karotin premix etetését ajánljuk. A P-ellátottság a termelő csoportokban a vérplazma minták átlagosan >1,6 mmol/l szerves P-tartalma alapján megfelelő. A vizeletminták >5,1 mmol/l szerves P-tartalma alapján sporadikusan fokozott P ürítés (hyperphosphaturia) állapítható meg, amely a sav-bázis anyagcsere zavarának következménye. A Ca-ellátottságot a vérplazma minták > 2,1 mmol/l, valamint a vizeletminták Ca-tartalma alapján megfelelőnek találtuk. A Mg-ellátottságot a vér- és a vizeletminták Mg-

tartalmának meghatározásával ellenőriztük és megfelelőnek találtuk. A vizeletminták 20-80,0 mmol/l élettani tartománytól eltérő Na-koncentrációja alapján az ellést követően és a vizsgált fejt csoportok mindegyikében kifejezetten bőséges az ellés előtt pedig hiányos Na-ellátottságot találtunk. A megfelelő Na-ellátottság megteremtése céljából fontos a takarmány-só egyenletes bekeverése a keveréktakarmányokba. A K-ellátottságot a vizeletminták K- koncentrációja alapján megfelelőnek találtuk. A Cu-ellátottságot a vérplazma minták Cu-tartalmának meghatározásával ellenőriztük. Az aktuális ellátottság a vérplazma $>15 \mu\text{mol/l}$ Cu-tartalom alapján megfelelő. Zn-ellátottságot a vérplazma minták Zn-tartalmának meghatározásával ellenőriztük. Az aktuális ellátottság a vérplazma $<15 \mu\text{mol/l}$ Zn-tartalom alapján enyhén hiányos. A megfelelő Zn-ellátottság biztosítása érdekében javasoljuk a takarmányadag Mn-koncentrációját a laktációban 80-100 mg/kg szárazanyag értékre beállítani. A Se-ellátottságot a vörösvérsejtek szeléntartalmú GSH-Px enzim aktivitási értékének meghatározásával vizsgáltuk és a 30 U/g Hb körüli GSH-Px aktivitási érték alapján megfelelőnek találtuk. A vizeletminták sav-bázis anyagcserére vonatkozó laboratóriumi vizsgálati eredményei közül $<7,8$ pH és a <100 NSBÜ értékek alapján az ellés előtt savterhelést lehetett megállapítani.

5.SUMMARY

The Purpose of my thesis is the examination of occurrence and the causes of subclinical metabolic disease in dairy herds. The 2011 from the reproductive indicator of the livestock, the productivity measurement was found to be lower than the expectable value (60,3%: >70%), and thus resulting in an increased calving interval (424 days, target:< 400). The productivity measurements among the cows were permanently higher in the year 2011 apart from the results measured in 7.-8 months which were acceptable, about 2-3 (target: <3). However, among heifers it was only acceptable in 3rd, 5th and 6th month (<2,0) during the remaining months the results were higher.

The herds haematological results, in many cases the blood haemoglobin level exceeds the physiological range which can be the sign of haemoconcentration. This can be the consequence of inadequate supply of fresh drinking water. In order to be able to monitor balance of the energy supply and metabolism we need to determine the blood BHB and FFA concentration. Based on the laboratory examination of the blood and blood plasma samples the results were: the BHB concentration was < 0,800 mmol/l and the glucose >2,3 (3,0) mmol/l. This showed that hyperketonemia did not occur on a herd level. It was only diagnosed in newly calved cows. The blood results showed that the concentration of free fatty acids (FFA) were below 0,2 mmol/l which shows us normal fat metabolism. The dry matter complex of the feed is vital and should contain at least 16-17 % crude fibre, >30% NDF and >19% ADF and beyond these values it is important that it should possess the correct structural conformation.

Base on the protein availability, the blood plasma >5,0 mmol/l and the urine >5,0 mmol/l carbamid concentration of all examined groups was plentiful. Considering the animals increased activity of their hepatocytes the use of liver protective supplement (protected methionine and niacin) in the fodder is recommended. The recommended dosage of protected methionine is 10-15g/ cow per day. The availability of the carotene based on the total blood carotene level < 5.3 was found to be insufficient. In order to restore the normal level in the preparturum period animals should be fed 300mg, and after parturition until conception 500mg of synthetic β -carotene premixes. The P-availability among the productive groups based on the inorganic phosphor content in the blood >1,6 mmol/l was acceptable. Based on the inorganic phosphor values of the urine samples >5.1 mmol/l, we can see a sporadic gradual phosphor excretion (hyperphosphaturia), which result in the disturbance of the acid base balance of the animal. The calcium content of the blood >2.1 mmol/l and urine was

acceptable. The blood and urine samples were also tested for magnesium which was found to be normal. The urine samples showed a change in the concentration of sodium 20.0-80.0 mmol/l which differs from the normal physiological value. We found that after parturition and in the examined milking group were found to be excessive, on the other hand before parturition smaller concentrations of sodium levels were observed. To supply the animals with the correct amount of sodium it is important that the salt is homogeneously mixed within the fodder of the animals. The potassium concentration based on urine samples was acceptable. The copper and zinc supply of the animals was examined from the blood of the animals. The copper content of the blood was found to be normal, $>15\mu\text{mol/l}$, on the other hand zinc supply was found to be slightly low $<15\mu\text{mol/l}$. To be able to create the necessary zinc intake it is advised to set the magnesium concentration to 80-100mg/kg dry matter during lactation. The selenium supply was measured by the selenium content of the red blood cells using GSH-Px enzyme activity. The GSH-Px activity was roughly 30 U/g Hb, which was acceptable. By examining the acid base balance of the urine sample, we obtained a $<7,8$ pH and <100 NSBÜ. Based on these values acidosis was observed in animals before parturition.

6.KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Hálás köszönetemet szeretném kifejezni témavezetőimnek: pof. Dr Brydl Endrének és Dr. Könyves Lászlónak; a tanszék munkatársainak ; Édesanyámnak, Édesapámnak és barátaimnak a szakmai illetve emberi segítségért amit a dolgozatom elkészítéséhez kaptam tőlük.

7.IDÉZETT FORRÁSMUNKÁK

1. Andrásófszky-Bersényi-Cenkvári-Fekete-Fébel-Hullár-Szabó (2009): Állatorvosi Takarmányozástan és Dietetika. Egyetemi Tankönyv, Budapest.
2. Bálint. (1962). Klinikai Laboratóriumi Diagnosztika.
3. Brydl Endre. (1987).: A szarvasmarha anyagforgalmi betegségei és mérgezései. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
4. Brydl Endre, és mtsai.: Szubklinikai anyagforgalmi zavarok tejhasznú tehenészetekben I. Takarmányozás. 2000., 3/ 2. 4-7.
5. Brydl Endre, és mtsai.: Szubklinikai anyagforgalmi zavarok tejhasznú tehenészetekben -II. Takarmányozás. 2000., 3/3. 12-16
6. Brydl Endre.: A tejhasznú tehenek ellés körüli anyagforgalmi zavarainak megelőzése többfázisú előkészítéssel, Magyar Állatorv. Lapja 1995. 50. 600-607.
7. Fawcett,J.K.,Scott, J.E (1960): J. Clin . Path.. 13.156
8. Fekete Balázs: Az állattenyésztés helyzete, kilátásai hazánkban. Balatonvilágos, őszi hagyományos továbbképző agrárkonferencia, 2010.
9. Fekete Lajos és mtsai. (1989).: Szarvasmarha Takarmányozás. Budaörs
10. Gaál Tibor–Karsai Ferenc.(1990).: Állatorvosi Kórélettan I., Egyetemi Tankönyv, Budapest, 68-73.
11. Gaál Tibor–Karsai Ferenc.(1990).: Állatorvosi Kórélettan II. Egyetemi Tankönyv,Budapest 66-73.
12. Gitelman, H-J(1967): Anal. Biochem. 18, p. 521-531.
13. Haraszti J. (1993).: A háziállatok szülészete és szaporodásbiológiája. Mezőgazdasági kiadó, Budapest
14. Haraszti J. és mtsai. (1980).: Peripartal blood profile studies in high production diary cows with special regard to reproductiv reactivation. Acta Vet. Acad . Sci. Hung. 1980. 28. 197-207.
15. Huszenyicza Gyula és mtsai. :A nagy tejtermelésű tehen takarmányozásának, tejtermelésének és szaporodóképességének kapcsolata. 1.Az ellés utáni időszak anyagforgalmi jellemzői.2002. Budapest : Magyar Állatorvosok Lapja, ., old.: 719-723.

16. Huszenicza Gyula és mtsai.:A nagy tejtermelésű tehén takarmányozásának,tejtermelésének és szaporodóképességének kapcsolata 4. Magyar Állatorvosok Lapja. 2003. 203-208.
17. Kapp Pál–Pethes György–Zsíros Mihály–Schuster Zoltán.: Adatok a nagyhozamú tejelő szarvasmarhák zsírmájzindrómájának kórfejlődéséhez. Magyar Állatorvosok Lapja. 1979. 34. 458-468.
18. Könyves László: Tejhasznú tehenek egészségi állapotát, szaporodási teljesítményét és tejtermelését befolyásoló kockázati tényezők vizsgálata az ellés körüli időszakban. PhD értekezés. 2008.
19. Mann C.K , Yoe, J.H.(1956): Anal. Chim.. 28, p. 202-205
20. Mézes Miklós: A vitaminok szerepe a tejelő tehenek takarmányozásában. MezőHír. 2004. 03
21. Mézes Miklós: Tejelő tehenek karotin és A-vitamin ellátása, valamint azok hatékonyságát befolyásoló tényezők. A magyartartka. 2003. december
22. Noma,A.,Okabe,H.,Kita,M. (1973):Clin.Chim.Acta. 43
23. Price, W.J. (1977).: Atomabszorpciós Spektrometria. Műszaki Könyvkiadó, Budapest
24. Rafai P., Nagy GY.,Brydl E. (2003).: A sertés-,a szarvasmarha- és a házityúktartás higiénája és állomány egészségtana. Agroinform kiadó,Budapest
25. Richterich,R.(1968.):Klinische Chemie,Akademische Verlagsgesellschaft Frankfurt am Main.
26. Rudas Péter ,Frenyó V. László. (1995).: Az állatorvosi élettan alapjai. Springer Hungarica Kiadó Kft., Debrecen, 1995. 354-364.
27. Sedlal, J., Lindsay, R.H. (1968).Anal.Biochem., 25. p. 192-205.
28. Szenci O.- Horváth A.-. Nagy K.-M. Neidhart- Szelényi Z. : Magyarországi és svájci tejelő tehenészetek fontosabb tejtermelési és szaporodásbiológiai adatainak összehasonlító vizsgálata. Magyar Állatorvosok Lapja. 2011/4 . 133. 207-213
29. Trinder, P.(1969): Ann. Clin. Biochem. 6.24
30. Vajdovich Péter – Gaál Tibor.(2004).: Kórélettani gyakorlatok. Egyetemi Tankönyv,Budapest 2004. 100.oldal
31. Varga Viktor. (2006).: Versenyképes állattenyésztés II. Nyíregyházi Főiskola Műszaki és Mezőgazdasági Főiskolai Kar,Nyíregyháza 2006.
32. Velős Gy. és Szabó A.(1971): Orvosi Hetilap. 3.112

33. Veresegyházy Tamás. 2002. A vitaminok biokémiája. Egyetemi Tankönyv, Budapest 9-19.
34. Veresegyházy Tamás.(2003).:Összehasonlító Biokémia II. Egyetemi Tankönyv, Budapest
35. Walker, P.G. (1954): Biochem.T . 58.699
36. Zöldág László. (2008).: Állatorvosi genetika és állattenyésztés. Egyetemi tankönyv, Budapest

8.RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

acetylCoA:	acetyl coenzim-A
ADF:	Acide detergent fibre,savoldható rost
AST:	Aszpartát-amino-transzferáz
BCS:	(Body condition score), Testkondíció pontszám
BHB:	(Beta-hydroxi-butyrate), Béta-hidroxi-vajsav
CaBP:	Calcium Binding Protein
FCM:	Fat Corrected Milk
FFA:	(Free fatty acid);szabad zsírsav
GSH-Px:	Glutation-peroxidáz
IGF-1:	inzulinszerű növekedési faktor
NDF:	neutráldetergens rost
NEB:	(Negative energy balance), Negatív energiamérleg
NEFA:	(Non-esterified fatty acids), Nem észterifikált zsírsavak
NE₁ :	tejtermelő nettó energia
NPN:	Non Protein Nitrogen
NPY :	neuropeptid-y
NSBÜ:	Nettó sav-bázis ürítés
RDP:	(rumen degradable protein) bendőben bontható fehérje
rT3:	reverz trijód-tironin
STH:	Növekedési hormon
T3:	Trijódironin
T4:	Tiroxin
TMR:	(Total mix ration), Komplet takarmánykeverék
TSH:	Thyreoid stimuláló hormon
UDP:	undegradable protein;bendőben nem bontható fehérje
VLDL:	(Very low density lipoprotein), Nagyon kis sűrűségű lipoprotein

9.MELLÉKLET

2.táblázat:A tejlő tehén energiaraktárai (Ströber és Dirksen)

Raktározott anyag	Összmenyiség, kg	Mozgósíthatóság	Transzport forma
Szénhidrát (izom és máj glükogénkészlete)	2-3	+++	glükóz
Lipid (zsírraktárak triglicerid- tartalma, kisebb mértékben foszfolipidek, koleszterin-észterek)	40-60	++	szabad zsírsav
Fehérje (izomfehérje)	50-75	+	aminosav

3.táblázat: Az egyes homeosztatis és homeoretikus hormonok változása és hatása, valamint az egyes szövetekben és szervekben végbemenő változások összefoglalása a vemhesség és a korai laktáció időszaka alatt (Ingvarsen és Andersen 2000).

	Vemhesség közepe	Vemhesség vége	Laktáció eleje
Hormonok, szövetek	a változás iránya		
Homeoretikus hormonok			
Progeszteron	↑	(↓)	↓
Placentális laktogén		↑	↓
Ösztrogén		↑	↑
Prolaktin	-	(↑)	↑
Szomatotropin	-	(↑)	↑
Glükokortikoidok (kortizol)	-	-/↑	↑
Leptin	↑	↑↓	↓
Homeosztatis hormonok			
Inzulin		↑↓	↓
Glukagon	-	-	↑
Parathiroid hormon	-	-/↑	↑
1,25-dihidroxi-D ₃ vitamin	-	-/↑	↑
Kalcitonin	-	-/↓	↓
Szöveti érzékenység (kiv. tőgy)			
Inzulin	↑	↓	↓
Katecholaminok		↑	↑
Tőgyszövet			
Laktózsintézis			↑
Tejzsír-szintézis			↑
Tejfehérje-szintézis			↑
Máj			
Glükoneogenezis		(↑)	↑
Ketogenezis		(↑)	↑
Zsír szövet			
De novo zsírszintézis	↑	↓	↓
Zsírsavak észterifikációja	↑	↓	↓
Zsírok lebontása		↑	↑
Izomszövet			
Fehérjeszintézis	-	↓	↓
Fehérjebontás	-	↑	↑
Glükózfogyasztás	-	↓	↓
Zsírsav- és ketonanyag- fo- gyasztás	-	↑	↑

4.táblázat: Sav-bázis egyensúly állapotát jellemző paraméterek egészséges szarvasmarha vérében (Kutas,1987)

Paraméter	Intervallum
pH	7,35-7,45
Standard hydrogen-karbonát mmol/l	21-27
pCO ₄ kPa	5,3-7,0
Bázisfelesleg (BE) mmol/l	-3,5 - +3,5

5.táblázat: A vérminták laboratóriumi vizsgálatának eredményei

Term. csoport	Tehén szám	Kondi- ció pont	Hemogl. mmol/l	Glükóz mmol/l	BHB mmol/l	FFA mmol/l	AST U/l	Karba- mid mmol/l
Ellés előtt	7703	3,5	6,9	4,3	0,46	0,020	67	6,1
	7646	4,0	7,1	4,5	0,48	0,020	65	6,1
	1048	3,0	7,4	3,8	0,34	0,030	57	6,1
	459	4,0	5,5	4,5	0,37	0,020	52	5,3
	2123	3,5	6,8	5	0,4	0,020	104	5,4
Átlag		3,6	6,7	4,4	0,41	0,022	69	5,8
Szórás		0,4	0,7	0,4	0,06	0,004	20	0,4
Frissen ellett	923	2,0	6,2	3,5	0,26	0,050	67	8,0
	8006	3,0	7,1	3,2	1,27	0,340	95	6,8
Átlag		2,5	6,7	3,4	0,77	0,195	81	7,4
Szórás		0,7	0,6	0,2	0,71	0,205	20	0,8
Fogadó	7761	2,0	6,0	3,4	0,32	0,040	149	9,0
	7974	3,0	6,2	2,7	0,2	0,020	111	6,2
	7890	3,5	6,3	3,6	0,28	0,020	78	5,9
	2161	4,0	6,1	3,6	0,41	0,020	78	9,8
	1968	3,0	7,2	3,1	0,32	0,040	95	6,8
	1962	3,0	6,8	2,8	0,49	0,060	100	7,7
	1665	2,5	6,0	3,4	0,24	0,020	100	6,0
	7522	3,0	7,0	2,5	0,41	0,100	90	7,4
	7946	2,5	5,7	3,7	0,33	0,070	84	6,5
Átlag		2,9	6,4	3,2	0,3	0,043	98	7,3
Szórás		0,6	0,5	0,4	0,1	0,028	22	1,4
Nagytej	7222	3,0	6,2	3,4	0,55	0,020	82	9,9
	7081	2,5	6,0	3,5	0,46	0,030	140	9,3
	7281	3,0	6,0	2,9	0,51	0,020	74	7,0
	2138	2,5	7,0	4,6	0,59	0,020	190	7,7
	2137	3,0	6,1	3,8	0,54	0,020	114	10,0
Átlag		2,6	5,7	3,1	0,41	0,037	99	7,2
Szórás		0,7	1,9	1,1	0,16	0,027	44	2,5

6.táblázat: A vérminták laboratóriumi vizsgálatának eredményei

Term. csoport	Tehén szám	Karotin $\mu\text{mol/l}$	Ca mmol/l	anorg. P mmol/l	Mg mmol/l	Cu $\mu\text{mol/l}$	Zn $\mu\text{mol/l}$	GSH-Px U/g Hb
Ellés előtt	7703	1,2	2,4	2,1	1,0	16,0	24,9	32,0
	7646	1,8	2,4	2,6	1,0	16,0	16,9	31,0
	1048	1,7	2,3	2	1,0	18,0	21,9	29,0
	459	2,5	2,4	1,8	1,0	18,0	18,7	30,0
	2123	1,7	2,4	2,3	1,0	18,0	18,6	32,0
Átlag		1,8	2,4	2,2	1,0	17,2	20,2	30,8
Szórás		0,5	0,0	0,3	0,0	1,1	3,2	1,3
Frissen ellett	923	1,5	2,3	1,7	0,8			
	8006	0,8	2,3	2,5	0,9			
Átlag		1,2	2,3	2,1	0,9			
Szórás		0,5	0,0	0,6	0,1			
Fogadó	7761	1,2	2,3	2,3	1,1			
	7974	1,3	2,3	1,6	1,1			
	7890	1,5	2,4	2,1	1,2			
	2161	0,6	2,5	1,7	0,9			
	1968	0,6	2,3	2,1	1,0			
	1962	0,7	2,3	2,5	1,0			
	1665	1,3	2,3	1,9	0,9			
	7522	0,7	2,3	2,3	1,2			
7946	0,7	2,4	2,7	1,1				
Átlag		1,0	2,3	2,1	1,1			
Szórás		0,4	0,1	0,4	0,1			
Nagytej	7222	3,4	2,4	2,1	0,9	16,0	13,2	30,0
	7081	1,4	2,2	1,7	0,9	15,0	14,0	29,0
	7281	1,8	2,3	1,5	1,0	18,0	8,8	30,0
	2138	3,2	2,4	2,7	1,1	15,0	13,9	33,0
	2137	3,3	2,4	1,9	1,1	16,0	12,6	28,0
Átlag		1,7	2,1	1,9	0,9	16,0	12,5	30,0
Szórás		1,2	0,7	0,7	0,3	1,2	2,1	1,9

7.táblázat: A vizeletminták laboratóriumi vizsgálatának eredményei

Term. csoport	Tehén szám	pH	NSBÜ	Karba- mid	Ca	P	Mg	Na	K
			mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	106	mmol/l
Ellés előtt	7703	8,1	87	383	1	6,3	17,0	7	243
	7646	7,5	24	503	5,1	4,8	31,0	9	240
	1048	8,5	150	393	1,4	0,7	19,0	29	268
	459	8,5	159	479	0,6	1	21,0	34	285
	2123	8,3	90	394	0,6	1	10,0	10	293
Átlag		8,2	102	430	1,7	2,8	19,6	18	266
Szórás		0,4	55	56	1,9	2,6	7,6	13	24
Frissen ellett	923	8,3	128	400	0,2	1,7	3,0	88	206
	8006	8,4	173	372	0,2	11,5	4,0	140	79
Átlag		8,4	150,5	386	0,2	6,6	3,5	114	143
Szórás		0,1	31,8	20	0,0	6,9	0,7	37	90
Fogadó	7761	8,1	197	269	0,2	7,1	3,0	135	110
	7974	8,5	244	372	0,5	0,9	16,0	89	233
	7890	8,6	247	178	0,1	0,3	5,0	140	112
	2161	8,6	171	411	0,1	0,6	17,0	76	200
	1968	8,5	259	155	0,1	0,3	3,0	130	116
	1962	8,5	220	188	0,3	0,7	9,0	96	163
	1665	8,4	177	399	0,3	0,6	10,0	93	210
	7522	8,3	146	304	0,4	4,2	10,0	47	155
	7946	8,4	242	201	0,4	5	9,0	130	139
Átlag		8,5	211	278	0,3	1,5	9,4	108	147
Szórás		0,2	41	89	0,1	2,2	5,6	25	46
Nagytej	7222	8,5	210	312	0,3	0,8	16,0	123	127
	7081	8,6	224	291	0,3	0,9	8,0	113	100
	7281	8,5	131	329	0,4	1,9	8,0	74	159
	2138	8,6	233	302	0,3	0,6	12,0	132	123
	2137	8,3	156	288	0,3	10,9	11,0	127	89
Átlag		8,5	191	304	0,3	3,0	11,0	114	120
Szórás		0,1	45	17	0,0	4,4	3,3	23	27

2.ábra: Az abrak és a szalastakarmány hatása a bendőfolyadék a pH értékére és az illózsírsav koncentrációjára (Dirksen ,1970)

