

Állatorvostudományi Egyetem
Állatorvostudományi Doktori Iskola

**Szárazföldi teknősök (*Testudo* sp.) és a szakállas
agáma (*Pogona vitticeps*) fontosabb táplálási eredetű
bántalmai**

PhD értekezés

Dr. Hetényi Nikoletta

2017

Témavezető és témabizottsági tagok:

.....

Dr. Hullár István

egyetemi docens, a mg. tud. kandidátusa

témavezető

Állatorvostudományi Egyetem

Állattenyésztési, Takarmányozástani és Laborállat-tudományi Tanszék

Dr. Sátorhelyi Tamás

állatorvos, Exo-Pet Állatorvosi Rendelő

témabizottsági tag

Készült 8 példányban. Ez a ... sz. példány.

.....

Dr. Hetényi Nikoletta

tanszéki állatorvos

Állatorvostudományi Egyetem

Állattenyésztési, Takarmányozástani és Laborállat-tudományi Tanszék

Tartalomjegyzék

1. Rövidítések jegyzéke	5
2. Összefoglaló	6
3. Summary.....	7
4. Bevezetés	8
5. Célkitűzések.....	10
6. Szakirodalmi áttekintés.....	12
6.1. KÜLÖNBÖZŐ TÁPLÁLÉK-KIEGÉSZÍTŐK HOSSZÚ TÁVÚ HATÁSA A GÖRÖG TEKNŐSÖK ÉS A SZAKÁLLAS AGÁMÁK NÖVEKEDÉSÉRE, EGÉSZSÉGI ÁLLAPOTÁRA.....	12
6.2. A GÖRÖG TEKNŐSÖK ÉS A SZAKÁLLAS AGÁMÁK ÉLETTANI VÉRPARAMÉTEREI.....	16
6.3. MESTERSÉGES UV-B-SUGÁRZÁS ÉS SZÁJON ÁT ADAGOLT D ₃ -VITAMIN HATÁSA GÖRÖG TEKNŐSÖK ÉS SZAKÁLLAS AGÁMÁK VÉRPLAZMÁJÁNAK Ca ÉS 25(OH)D ₃ -SZINTJÉRE	18
6.4. KÜLÖNBÖZŐ UV-B-LÁMPÁK ALKALMAZÁSA	20
6.5. A HÜLLŐELESÉGEK TÁPLÁLÓANYAG-TARTALMÁRA VONATKOZÓ ADATOK	22
6.6. A GÖRÖG TEKNŐSÖK ÖNKÉNTES SZÁRAZANYAG-FELVÉTELÉRE, A PASSZÁZS IDEJÉRE ÉS A TÁPLÁLÓANYAGOK EMÉSZTHETŐSÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSÁRA IRÁNYULÓ VIZSGÁLATOK	23
7. Saját vizsgálatok	26
7.1. KÜLÖNBÖZŐ TÁPLÁLÉK-KIEGÉSZÍTŐK HOSSZÚ TÁVÚ HATÁSA A GÖRÖG TEKNŐSÖK NÖVEKEDÉSÉRE ÉS EGÉSZSÉGI ÁLLAPOTÁRA.....	27
7.1.1. Anyag és módszer.....	27
7.1.2. Eredmények és azok értékelése.....	30
7.2. KÜLÖNBÖZŐ TÁPLÁLÉK-KIEGÉSZÍTŐK HOSSZÚ TÁVÚ HATÁSA A SZAKÁLLAS AGÁMÁK NÖVEKEDÉSÉRE, EGÉSZSÉGI ÁLLAPOTÁRA ÉS EGYES VÉRPARAMÉTEREIRE	36
7.2.1. Anyag és módszer.....	36
7.2.2. Eredmények és azok értékelése.....	39
7.3. A GÖRÖG TEKNŐSÖK EGYES VÉRPARAMÉTEREINEK VIZSGÁLATA.....	47
7.3.1. Anyag és módszer.....	47
7.3.2. Eredmények és azok értékelése.....	48
7.4. MESTERSÉGES UV-B-SUGÁRZÁS ÉS SZÁJON ÁT ADAGOLT D ₃ -VITAMIN HATÁSA GÖRÖG TEKNŐSÖK ÉS SZAKÁLLAS AGÁMÁK VÉRPLAZMÁJÁNAK Ca ÉS 25(OH)D ₃ -SZINTJÉRE ÉS EGYÉB VÉRPARAMÉTEREK LEÍRÓ STATISZTIKÁJA.....	53
7.4.1. Anyag és módszer.....	53
7.4.2. Eredmények és azok értékelése.....	54
7.5. KÜLÖNBÖZŐ TÍPUSÚ UV-LÁMPÁK VIZSGÁLATA.....	63
7.5.1. Anyag és módszer.....	63
7.5.2. Eredmények és azok értékelése.....	63
7.6. HÜLLŐELESÉGEK TÁPLÁLÓANYAG-TARTALMÁNAK VIZSGÁLATA	67

7. 6.1. Anyag és módszer.....	67
7.6.2. Eredmények és azok értékelése.....	68
7.7.A GÖRÖG TEKNŐSÖK ÖNKÉNTES SZÁRAZANYAG-FELVÉTELÉRE, A PASSZÁZS IDEJÉRE ÉS A TÁPLÁLÓANYAGOK EMÉSZTHETŐSÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSÁRA IRÁNYULÓ VIZSGÁLATOK.....	75
7.7.1. Anyag és módszer.....	75
7.7.2. Eredmények és azok értékelése.....	76
8. Következtetések.....	80
9. Új tudományos eredmények.....	83
10. A doktori kutatás eredményeinek közlése.....	84
13.1. LEKTORÁLT, IMPAKT FAKTORRAL BÍRÓ TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATBAN MEGJELENT/ELFOGADOTT PUBLIKÁCIÓK.....	84
13.2. KONFERENCIA PREZENTÁCIÓK.....	85
11. Irodalom.....	87
12. Köszönetnyilvánítás.....	108

1. Rövidítések jegyzéke

ALKP = alkalikus foszfatáz,

ALT = alanin-aminotranszferáz,

AST = aszparaginsav-transzamináz,

Ca = kalcium, vérplazma esetében összkalcium,

Ca²⁺ = ionizált kalcium,

CK = kreatinkináz,

ECH = egyenes caparaxhossz,

LDH = laktát-dehidrogenáz,

MBD = metabolikus csontbetegség (Metabolic Bone Disease),

ME = metabolizálható energia,

NPN = nem fehérje eredetű nitrogén (Non Protein Nitrogen),

p.o = per orális,

P = foszfát,

PH = plastronhossz,

PM = páncélmagasság,

PSZ = páncélszélesség,

PTH = parathormon,

sz.a. = szárazanyag,

TH = tethossz,

TS = testsúly,

2. Összefoglaló

A kedvtelésből tartott hüllők megbetegedései közül kiemelt fontosságú a Ca és a D₃-vitamin hiányára visszavezethető alimentáris metabolikus csontbetegség. A diagnosztizálását segítő vérparaméterekre hüllők esetében jelentős hatása van az állatok táplálásának és tartási körülményének. Vizsgálataimhoz két – hobbiállatként gyakran tartott – fajt, a görög teknőst (*Testudo hermanni*) és a szakállas agámát (*Pogona vitticeps*) választottam, remélve, hogy a kapott eredmények a gyakorlat számára is hasznosíthatóak lesznek. Dolgozatomban 7 kísérlet eredményeit foglaltam össze, melyekben vizsgáltam: különböző táplálék-kiegészítőknek a görög teknősök és szakállas agámák növekedésére, egyes vérparamétereire és egészségi állapotára kifejtett hosszú távú hatását (kiegészítve UV-B-lámpák élettartamának ellenőrzésével), egyes hüllőesések táplálóanyag-tartalmát, valamint, a szárazanyag-felvétel (sz.a.), a passzázs ideje és a táplálóanyagok emészthetőségének alakulását vizsgáltam görög teknősökkel.

A főbb megállapítások a következők. A hüllők vitamin- és ásványianyag-ellátásának tanulmányozásakor az irodalomban fellelhető eddigi kísérleteknél hosszabb távú (> 10-12 hónap) vizsgálatokra van szükség. Növendék teknősöknél az 50 000 NE/kg D₃-vitamint és 150 g/kg Ca-t tartalmazó kiegészítő tekinthető megfelelőnek (1,5 g/100 g friss eleség/nap). Növendék szakállas agámáknál egyaránt alkalmazható a heti 5 alkalommal, kizárólag szájon át adagolt, 50 000 NE/kg D₃-vitamin- és 150 g/kg Ca-tartalmú kiegészítő, valamint a Ca-kiegészítés + a sivatagi fajoknak szánt UV-B-lámpa. A felnőtt szakállas agámák számára egyformán megfelelő a szájon át adagolt D₃-vitamin (32 000 NE/kg sz.a.) + Ca (350 g/kg sz.a.) és a sivatagi fajoknak szánt UV-B-lámpa (33,5±5,5 μW/cm²) + Ca (350 g/kg sz.a.) alkalmazása. A felnőtt szárazföldi teknősök számára viszont egyik alkalmazott kezelés sem hatásos, ezért a nagy D₃-vitamin-tartalmú (50 000 NE/kg) por javasolható.

A mindenevő és rovarévő, ragadozó hüllők vérvizsgálata előtt 24 óras koplaltatást célszerű alkalmazni, amely lehetővé teszi a vér húgysavszintjének standardizálását. A meghatározott vérparaméterek egészséges állatokra vonatkozó referencia-értékként használhatóak. Szakállas agámáknál az életkor növekedésével párhuzamosan számolni kell az összfehérje plazmabeli koncentrációjának emelkedésével. A magas Cu-szint (176,2 mg/kg) miatt a bütykös csótány csak alkalmi táplálékként alkalmazható. A szárazföldi teknősök testsúly %-ban kifejezett sz.a. felvétele, a tápláléktő függően, 0,4-1,2 % között mozog, a passzázs ideje 2-14 nap. A fejes salátára alapozott tápláláskor szignifikánsan nő a sz.a.-felvétele.

3. Summary

Diseases of reptiles in captivity are frequently in connection to inadequate housing and feeding conditions. The most common health problem is the metabolic bone disease which is predominantly caused by Ca and vitamin D₃ deficiency. In reptiles feeding and housing conditions have an impact on the blood biochemical parameters which are important diagnostic tools. I chose two commonly kept species, the Hermann's tortoise (*Testudo hermanni*) and the bearded dragon (*Pogona vitticeps*) to the subject of the investigations in order to have useful data for the praxis as well. In my dissertation I summarized 7 experiments, in these I investigated the long term effects of different dietary supplements on selected blood parameters, health and growth rate of Hermann's tortoises and bearded dragons (additionally, life spans of UVB bulbs were also tested), nutritional composition of reptile foods and the dry matter intake, gut passage time and digestibility in Hermann's tortoises.

The main statements are the following. The investigations regarding the vitamin and mineral supply of reptiles need to be long term (>10-12 months). For growing tortoises a dietary supplement containing 50 000 IU/kg vitamin D₃ and 150 g/kg Ca is adequate in the dosage of 1.5 g/100 g fresh food/day. For growing bearded dragons either a dietary supplement containing 50 000 IU/kg vitamin D₃ and 150 g/kg Ca or Ca supplementation + UVB bulb dedicated to desert species can be used. For adult bearded dragons either a dietary supplement containing 32 000 IU/kg vitamin D₃ and 350 g/kg Ca or Ca (350 g/kg) + UVB exposure (33,5±5,5 µW/cm²) can be used. None of these treatments are adequate for adult Hermann's tortoises, accordingly they require supplement with high vitamin D₃ content (50 000 IU/kg) or stronger UVB irradiation.

In omnivore, insectivore and carnivore reptiles it is advised to have 24 hours long fasting prior blood sampling in order to have standardized uric acid concentrations. In bearded dragons the concentration of total protein increases with the age.

According to their nutritional value, cockroach species can be alternatives of crickets, but hissing cockroach can only be given occasionally because of its high Cu content (176.2 mg/kg). The dry matter intake of the tortoises in connection with the food varies between 0.4-1,2 % of the body weight, the gut passage time is between 2-14 days. Tortoises have significantly higher dry matter intake if lettuce is fed.

4. Bevezetés

A kedvtelésből tartott hüllők száma és fajösszetétele folyamatosan növekszik. Az esetek nagy részében nem ismert pontosan a fajok táplálási igénye, táplálékának összetétele természetes élőhelyén. A legtöbb megbetegedés a tartási- és táplálási hibákkal függ össze. Ezek közül is kiemelhető (Girling és Raiti, 2004; McArthur, 2004; Mader, 2006; Wright, 2008) az összetett oktanú MBD (metabolic bone diseases). Számos kiváltója lehet (**1. táblázat**), amelyek közül a leggyakoribbak a vitamin- és ásványianyag-hiányra (Ca/D₃-vitamin-hiány) és a vesebetegségekre visszavezethető másodlagos formák. A kalcium- és D₃-vitamin-hiány következtében fiatal állatban rachitis, az idősebb egyedekben osteomalátia jelentkezik (McArthur, 2004; Mader, 2006). Nem lesz megfelelő a csont és a porc kalcifikációja, valamint a porcsejtek érése is zavart szenved. Az egyéb vitamin- és ásványianyag-hiányok jóval ritkábbak. Az E-vitamin esetében, elhízott takarmányállatokkal etetett ragadozóknál (elsősorban kígyóknál) vagy hosszan tartó stressz hatására alakulhat ki relatív hiány (Dierenfeld, 1989). Antioxidáns vitaminként a sejtmembránok károsodása miatt több szervrendszer is károsodik, de a klinikai tünetek nem specifikusak (pl.: szaporodásbiológiai problémák). A hüllők képesek előállítani a C-vitamint, ezért a mesterséges kiegészítésnek nincs hatása az állatok növekedésére (McRobert és Hopkins, 1998). Fagyasztott zöldségekben lebomlik a tiamin, így a tartósan ezzel etetett egyedeknél felléphet hiánybetegség. Legelőn, réten szedett növények közé keveredhetnek mérgező fajok is, amelyek alkaloidokat, glikozidokat tartalmazhatnak.

A megbetegedések diagnosztizálását segítő vérparaméterekre vonatkozó irodalmi adatok hiányosak és a rendelkezésre álló információk is több tekintetben ellentmondásosak. Hüllők esetében az állat fajának, ivarának, életkorának, táplálásának és a tartási körülményeknek (pl.: szabadtéri vagy zárttéri terrárium használatának) egyaránt jelentős befolyásolja a vér biokémiai értékeit. A rendelkezésre álló adatok egy része természetes élőhelyen begyűjtött, vadon élő állatok adatait tartalmazza, ami nehezen használható az állatorvosi praxisban. Az eddigi eredmények alapján a növényevő, mindenevő és ragadozó fajok vérparaméterei jelentős különbséget mutathatnak, ezért gyakorlati szempontból is fontos lenne az életmód szerinti referenciaértékek feállítása.

A fogságban tartott egzotikus fajok többségénél nem ismert a természetes étrendjük fajösszetétele és az életkorhoz és élettani állapothoz tartozó táplálékanyag-igényük (különös tekintettel a vitaminokra és ásványi anyagokra). Az eredeti életkörülményekhez viszonyított csökkent fizikai aktivitás és fokozott táplálékfelvétel is hozzájárul a megbetegedések kialakulásához.

1. táblázat. A metabolikus csontbetegség leggyakoribb kiváltó okai (McArthur, 2004; Gál és mtsai., 2006; Mader, 2006)

	Másodlagos alimentáris hyperparathyreoidismus	Másodlagos renális hyperparathyreoidismus
Ásványianyag-ellátási zavar	kalciumban szegény táplálék (pl.: rovarok, lárvák); foszfátban gazdag táplálék (pl.: banán, paradicsom); a kalcium felszívódását gátló, antinutritív anyagokat (oxálsav tartalmú táplálék pl.: spenót, petrezselyem);	-
Vitamin-ellátási zavar	p.o. D ₃ -vitamin hiánya; UV-B-sugárzás hiánya; K-hiány (pl.: p.o. antibiotikum adása);	D ₃ -vitamin-túladagolás (mészsónephrosis, nephrocalcinosis); A-vitamin-hiány (tubulushám degeneráció);
Fehérje-ellátási zavar	túltáplálás miatti fokozott növekedési ütem;	állati eredetű fehérjék etetése növényevő fajokkal;
Vízellátási zavar	-	ivóvízhiány; alacsony páratartalom és egyéb tartástechnológiai hiba (trópusi fajoknál a vízpermetezés hiánya);
Toxikus ártalmak	-	nephrotoxikus antibiotikumok adása (pl.: gentamicin); oxálsavban gazdag eleség etetése (Ca-oxalát nephrosis); vesekárosító mérgeket tartalmazó növények etetése (pl.: fekete csucsor, büdöske, boglárkafélék);
Egyéb tényezők	túlzottan alacsony környezeti hőmérséklet;	hormonális működési zavar (pl.: mellékpajzsmirigy tumor);

A dolgozat célkitűzéseit az 5. fejezetben foglaltam össze. Vizsgálataimhoz két – hobbiállatként gyakran tartott – fajt, a görög teknőst (*Testudo hermanni*) és a szakállas agámát (*Pogona vitticeps*) választottam, remélve, hogy a kapott eredmények a gyakorlat számára is hasznosak lehetnek.

5. Célkitűzések

A kísérletek tervezésekor szempont volt, hogy – a tudományos eredmények mellett – a gyakorlat számára is hasznos adatokat kapjak. Egy korábbi saját adatgyűjtéses vizsgálatomból kiderült, hogy az MBD klinikai tüneteivel állatorvoshoz kerülő hullók felénél annak ellenére alakult ki a megbetegedés, hogy a táplálék-kiegészítőt kaptak. Ezért választottam a különböző vizsgálatokhoz a kereskedelmi forgalomban kapható vitamin- és ásványianyag-kiegészítőket. E termékek hosszú távú – az egészségre és az egyes vérparaméterekre gyakorolt – hatása alapján az állattartók számára is hasznos ajánlásokat kívántam megfogalmazni.

Céлом volt annak megfigyelése is, hogy lehet-e magasabb vérbeli 25(OH)D₃-szintet elérni a görög teknősök és szakállas agámák számára p.o. adagolt D₃-vitaminnal vagy UV-B-fény biztosításával. Ehhez kapcsolódóan kiegészítő vizsgálatokat is végeztem, amelyben különböző UV-B-fényforrás által kibocsátott UV-B-sugárzás változását mértem az üzemeltetési idő és a lámpától mért távolság függvényében. Itt a három legnépszerűbb gyártó – így legszélesebb körben beszerezhető – lámpáit hasonlítottam össze.

Mivel a vérvizsgálat a megbetegedések korai diagnosztizálásának egyik fontos eszköze, mindkét fajnál céлом volt egészséges állatokra vonatkozó referenciatartományok megállapítása. Etekintetben a fontosabb biokémiai paraméterek az alkalikus-foszfataz (ALKP) az aszparaginsav-transzamináz (AST), az alanin aminosztransferáz (ALT), foszfát (P), húgysav, kalcium (Ca), ionizált kalcium (Ca²⁺) és az összfehérje. Itt szempont volt, hogy hosszú távon, többszöri mintavétellel kövessem az állatok egészségi állapotát.

A megbetegedések jelentős része megelőzhető a megfelelően táplálással, ezért megvizsgáltam a legnépszerűbb – és még kevésbé elterjedt – ízeltlábú eleségállatok és egyéb teknőstáplálékok összetételét. A tücsökfajok esetében kitértem az életkor és az elfogyasztott táplálék közötti összefüggések vizsgálatára. Összehasonlítottam a szárazföldi teknősök számára gyűrhető két- és egyszikű növények és a téli időszakban ennek alternatívájaként használható növények táplálékanyag-tartalmát is.

A teknősök önkéntes sz.a.-felvételének, a passzázs idejének, valamint a különböző táplálékanyagok emészthetőségének ismerete segítséget nyújthat a fogságban tartott egyedek megfelelőbb táplálásához, elősegítheti a túletetés miatti fokozott növekedési ütem lassítását. E kísérletek egyik célja a görög teknősök önkéntes sz.a.-felvételének és a passzázs idejének mérése volt, továbbá annak vizsgálata, hogy egyáltalán lehetséges-e a táplálékanyagok emészthetőségének meghatározása teknősökben az ún. teljes gyűjtéses módszer alkalmazásával. A

választásom a gyermekláncfűre (*Taraxacum Officinale*) esett, mivel ez és a hozzá hasonló kétszikűek a teknősök természetes étrendjének részei is lehetnek, illetve az állattartók még városi környezetben is be tudják gyűjteni teknőseik számára. Emellett két olyan növényt (kígyóborka, fejes saláta) vontam be a vizsgálatba, amelyek bár kevésbé javasolhatók, mégis – korábbi felmérésem alapján – nagy arányban etetik a kedvtelésből tartott teknősökkel. Az elfogyasztott mennyiségek és emészthetőségi adatok ismerete alapján kiválasztható, hogy – az említettek közül – melyik alkalmas leginkább a görög teknősök táplálására.

6. Szakirodalmi áttekintés

6.1. KÜLÖNBÖZŐ TÁPLÁLÉK-KIEGÉSZÍTŐK HOSSZÚ TÁVÚ HATÁSA A GÖRÖG TEKNŐSÖK ÉS A SZAKÁLLAS AGÁMÁK NÖVEKEDÉSÉRE, EGÉSZSÉGI ÁLLAPOTÁRA

A **görög teknős** Európa déli részén őshonos, közepes termetű növényevő szárazföldi teknős. Természetes élőhelyükön nagyon változatosan táplálkoznak (Mushinsky és mtsai., 2003; Del Vecchio és mtsai., 2011), fogságban tartott egyedeknél azonban korlátozott a felkínált eleségek száma és sok esetben nem felel meg az állatok igényeinek. Mivel növényevő, nem szabad adni nekik állati eredetű táplálékot – habár szívesen elfogyasztják – mert a túlzott fehérjebevitel fokozza a növekedési ütemet (Zwart és mtsai., 1997), károsítja a veséket, kialakul a másodlagos renális hyperparathyreoidismus, ami rövid idő alatt elhulláshoz vezethet.

A **szakállas agáma** Ausztráliában őshonos, mindenevő faj. Táplálékában a növényi eredetű arány növendékek esetén 20-40% körüli, kifejlett egyedeknél pedig 50% feletti (Cannon, 2003; Johnson, 2006; Doneley, 2006; Rowland, 2009). Felnőtt állatoknál gyakori probléma az elhízás, ami májelzsírosodáshoz és elhulláshoz vezethet (Divers és Cooper, 2000; Girling és Raiti, 2004; Mader, 2006).

Az eleségre mindkét faj esetében fontos naponta illetve etetési napokon vitamin- és ásványianyag-kiegészítőt biztosítani. Ügyelni kell arra is, hogy mindig a használati utasítás szerint alkalmazzuk, elkerülve ezzel az A- és D-vitamin-túladagolást (Mader, 2006).

Mindkét faj esetében a leggyakoribb elváltozás az MBD, amely nem egy betegséget jelöl, hanem a csontozat elváltozásaival járó tünetegyüttest (Jacobson, 1994; Fodor és mtsai., 2004a,b; Girling és Raiti, 2004; McArthur, 2004; Mader, 2006; Gál, 2014). Ennek számos kiváltó oka lehet (1. táblázat), amelyek közül a leggyakoribb a táplálási hibára és a vesebetegségekre visszavezethető másodlagos forma (**másodlagos alimentáris és renális hyperparathyreoidismus**). A jellegzetes klinikai tünetek – a csont Ca-tartalmának csökkenése, a szilárdító funkció kiesése – mindkét formánál azonosak, de a kórélettani folyamatok különbözőek. A másodlagos alimentáris formánál az elégtelen D-vitamin ellátás miatti csökkent Ca- felszívódás vezet a csontok Ca-tartalmának csökkenéséhez. A másodlagos renális kórképnél a vese megbetegedése okozza a fokozott Ca-ürítést és a csökkent kalcitriol képződést. A hullók – ellentétben az emlősökkel – csupán pár ezer nephronnal rendelkeznek, így ez esetben gyors lefolyású, súlyosabb megbetegedésről van, ami a vesék károsodása miatt általában nem visszafordítható. Az **elsődleges**- a mellékpajzsmirigy

megbetegedésével összefüggő – **hyperparathyreoidismus** nagyon ritka (Gál és mtsai., 2006). Itt a mellékpajzsmirigy daganatos megbetegedése okozza a fokozott parathormon (PTH) termelést, ami a csontokból elősegíti a Ca-kioldódást.

Az MBD kialakulásban szerepet játszó táplálási, tartástechnológiai hibák közé tartozik a nem megfelelő Ca- és D₃-vitamin-ellátás, az UVB-sugárzás hiánya és a hibás Ca:P-arányú eleség (McArthur, 2004; Mader, 2006, Gál 2014). Az intenzív táplálás miatt gyorsan fejlődő fiatal állatoknál az MBD a leggyakoribb az elváltozás. Egyéb vitaminok hiánya (pl.: A- és K-vitamin) és az alacsony környezeti hőmérséklet – ami emésztési és felszívódási zavarokat okoz és lassítja az endgén kolekalciferol képződést – súlyosbítja, valamint gyorsítja a betegség kialakulását (McArthur, 2004; Mader, 2006).

A K-vitamint – amely véd a csontszövet Ca-tartalmának elvesztésétől és a lágy szövetek elmeszesedésétől – a bélfóra képes előállítani, de a helytelen táplálás következtében felbomló eubiosis csökkentheti annak mennyiségét. Mivel a Ca-kötő fehérjék egy részének – mint a csontban található osteocalcin – működése K-vitamin függő, a nem megfelelő ellátás is szerepet játszhat a kórfolyamat súlyosbodásában (Vermeer és Braam, 2001; Iwamoto és mtsai., 2003). A D-vitamin jelenlétében a Ca felszívódik, de az említett fehérje elégtelen működése miatt az nem a csontokban, hanem a vérerek falában és egyéb belső szervekben rakódik le. Ezek az elmeszesedett gócok kórbonctanilag nagyon hasonlóak a D-vitamin túladagolásakor látottakhoz. Az elméletet megerősíti egy közelmúltban végzett vizsgálat, amelyben a probiotikum etetése szignifikánsan növelte a teknősök páncéljának Ca-tartalmát (Rawski és mtsai., 2016). Ebben az 52 hétig tartó kísérletben közönséges pézsmateknősöket (*Sternotherus odoratus*) kezelték szájon át egyféle (*Bacillus subtilis*) és több fajból álló (*Lactobacillus plantarum*, *L. delbruecki* subsp. *bulgaricus*, *L. acidophilus*, *L. rhamnosus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Streptococci salivarius* subsp. *thermophilus*, *Enterococcus faecium*, *Aspergillus oryzae*, *Candida pintolepessi*) probiotikummal. Az utóbbi bizonyult hatékonynak, mivel elősegítette a szilárdabb páncél kialakulását.

Az MBD veseműködés zavarára visszavezethető formáját kiválthatja ivóvízhiány, vesekárosító gyógyszer (pl.: gentamicin) alkalmazása, vagy állati eredetű fehérje túlzott mértékű etetése növényevő fajokkal. A trópusi hüllőknél különösen fontos a magas páratartalmú környezet biztosítása (Gál és mtsai., 2005; Mader, 2006; Gál, 2014), valamint annak ismerete, hogy a hüllők egy része [pl: kaméleonok (*Chamaeleo* spp.), békafejű agámák (*Phrynocephalus* spp.)] nem iszik itatótálkából. Több faj, különösen a fán lakó életmódot folytatók csak a berendezési tárgyakra vagy saját testükre lecsapódó vízcseppeket veszik föl (Mader, 2006; Gál, 2014).

2. Táblázat. A vér Ca-szintjét szabályozó legfontosabb hormonok (McArthur, 2004; Mader 2006; Feldman és mtsai., 2011)

	Csont	Vese	Vékonybél	Vér [Ca]
Parathormon	csontbontás (osteoclastok száma ↑); Ca-mobilizálás; kollagénszintézis ↓ (nem lehetséges új csontszövet képződése);	Ca-visszaszívás ↑; foszfátvisszaszívás ↓; 1-α-hidroxiáz enzim aktivitása ↑;	-	↑
Kalcitriol	a Ca-ban gazdag, érett csontszövetből Ca-mobilizálás; új csontszövet építésének segítése;	Ca-visszaszívás ↑; foszfátvisszaszívás ↑; 1-α-hidroxiáz enzim aktivitása ↓;	Ca-felszívódás ↑	↑
Kalcitonin	-	Ca-visszaszívás ↓; foszfátvisszaszívás ↓; 1-α-hidroxiáz enzim aktivitása ↓;	-	↓

Az állati eredetű táplálékok közül D₃-vitamint (**kolekalciferol**) tartalmaz a máj, a zsírszövet, kisebb mennyiségben a tojás, a tejtermékek. Másik forrása az endogén szintézis, amelynek során a szervezet maga állítja elő a bőrben UV-B-sugárzás hatására (Feldman és mtsai., 2011). A növényekben található D₂-vitamin (**ergokalciferol**) hüllőkben való hasznosulása még nem teljesen ismert (Mader, 2006), de hatékonysága mindenképpen elmarad a D₃-vitaminétól (Houghton és Vieth., 2006). A klinikai hiánytünetek közül fiatal, még növekedésben lévő állatok esetében gyakoriak a végtagtörések (zöldgallytörés), azok deformálódása és – a csontok szerves mátrixának elégtelen kalcifikációja miatt – a „puha” csontok (**rachitis, juvenilis osteomalatia**) kialakulása. A kifejlett egyedeknél – hasonló kórokokra visszavezetve – szintén puha csontok alakulhatnak ki (**osteomalatia**). Mindkét esetben csökken a csont szerves állományának mennyisége. Gyíkoknál már a D-vitamin-hiány korai szakaszában – gyakran első tünetként – étvágytalanság alakul ki. Ennek oka a Ca-tartalmából veszítő, demineralizálódó, puha állkapocs („gumiállkapocs”), amely fájdalmassá teszi a táplálék felvételét (Mader, 2006). Sisakos kaméleonoknál (*Chamaeleo calyptatus*) – a demineralizálódás következtében – megfigyelhető a sisak „S” alakú torzulása (Gál és mtsai., 2007). Teknősöknél elsődlegesen a páncél gyengülése, puhává válása tapasztalható, ami előrehaladottabb esetben együtt jár a deformálódással is (Häfeli és Zwart 2000; Gál és mtsai., 2003; McArthur, 2004). Az ún. „kupolás” páncélnövekedés – a páncélt alkotó lemezek között mély barázdák alakulnak ki – szintén utalhat a hiánybetegségre, de akár egészséges állatokban is létrejöhet (Wiesner és Iben, 2003). Ha – a szerves és szerves állomány változatlan aránya

mellett – fokozódik a csontszövet lebontása, **osteoporosis**ról beszélhetünk, amely kifejezett állatokban jelentkezhet. Ilyenkor nem deformálódnak a csontok, de szivacsos szerkezetűvé és könnyebbé válnak, így enyhe fizikai behatásra is eltörhetnek. Leguánokban figyelhető meg leggyakrabban a **fibrosus osteodystrophia**, amikor az állkapocs amellett, hogy puhává válik, megvastagodik és megduzzad (Mader, 2006). Ebben a kórképben a meggyengült statikájú csontot ért mechanikai hatások ingerlik a csontthártyát és a csontvelőt, ami a csontszövet szabálytalan átépülését okozza, létrehozva a kóros formájú, megvastagodott csontokat.

A vesebetegsége visszavezethető formánál – az MBD klinikai tünetei mellett – a kialakult köszvény miatt ízületi duzzanatok jelentkeznek, leggyakrabban a csípő és térdízület érintett (Mader, 2006). A duzzanatot az ízületben lerakódó húgysavas sók és az ennek következtében kialakuló gyulladások okozzák. A húgysavas sók a vérben tartósan mért 1500 $\mu\text{mol/l}$ feletti húgysavszint felett csapódnak ki (McArthur 2004; Mader, 2006). E nátriummal alkotott sók röntgenárnyékot adnak, az ízületek mellett a parenchymás szervekben (tophus) és a savós- és nyálkahártyákon, többek között a szájgaratüreg nyálkahártyáján is lerakódnak (Kardeván, 1976). A nyálkahártyákon, így a száj-garatüregben is apró, tűszúrásnyi, gombostűfejnyi göcök láthatók. Itt a baktériumok által a húgysavból képzett ammónia hatására heveny, fekélyképződéssel járó stomatitis alakul ki (Mader, 2006; Gál, 2014). A normálisnál halványabb színű vesékben gombostűfejnyi, szürkésfehér göcöket lehet megfigyelni. A fájdalommal járó mozgás miatt az állatok inaktívak.

6.2. A GÖRÖG TEKNŐSÖK ÉS A SZAKÁLLAS AGÁMÁK ÉLETTANI VÉRPARAMÉTEREI

Az MBD korai diagnózisát segítheti a vérvizsgálat. A hüllők vértérfogata a testsúly 5-8%-a (Gál, 2006). MBD-re utal az alacsony Ca- és magas foszfát-szint, valamint az, ha a kettő aránya 1:1 alatt van. Az emelkedett alkalikus-foszfataz (ALKP) aktivitás is az MBD egyik jele lehet. Az általunk vizsgált két faj – az irodalomban fellelhető – vére vonatkozó biokémiai paramétereit a **3.** és **4. táblázatok** tartalmazzák. Ezekből is látható, hogy különösen az enzimek tekintetében szélesek a tartományok és az esetek döntő részében jelentősen eltérnek az emlősökre jellemző adatoktól (Gaál, 2004).

3. táblázat. A görög teknős legfontosabb vérparamétereinek normál értékei

	McArthur (2004)	Weinzierl (2005)	Mathes és mtsai. (2006)
Ca (mmol/l)	2,7-3,5	0,1-4,9	2,2-4,8
P (mmol/l)	1,7-3,3	0,5-2,5	0,01-1,2
Húgysav ($\mu\text{mol/l}$)	35,6-577	5,9-232	50,5-535
AST (NE/l)	19-103	20,5-194	9,1-43
ALT (NE/L)	-	5,1-22	0-2,0
LDH (NE/l)	161-473	293-2105	-
ALKP (NE/l)	196-425	56,0-432	99,0-461
CK (NE/l)	-	0-492	5,0-488
Összfehérje (g/l)	31-54	0-4,9	20,3-55,6
Kreatinin ($\mu\text{mol/l}$)	0-26,3	0-56,5	-
Na ⁺ (mmol/l)	130-144	-	117-137
K ⁺ (mmol/l)	4,5-5	-	3,6-6,9

4. táblázat. A szakállas agáma legfontosabb vérparamétereinek

	Cranfield és mtsai., (1996), Mader (2006)	Eliman (1997)
Ca (mmol/l)	1,9-3,2	2,2-6,8
P (mmol/l)	0,8-4,8	1,1-3,2
Húgysav ($\mu\text{mol/l}$)	172-595	96,0-678
AST (NE/l)	0-92,0	4,0-40,1
ALT (NE/l)	4,0-20,0	<3,0-5,0
LDH (NE/l)	35,0-628	-
ALKP (NE/l)	15,0-447	-
Összfehérje (g/l)	20,0-27	-
Kreatinin ($\mu\text{mol/l}$)	0-53,0	-
Na ⁺ (mmol/l)	137-186	141-190
K ⁺ (mmol/l)	1,3-6,3	1,0-6,5

A rendelkezésre álló irodalmi adatok jelentős része ismeretlen előéletű vagy vadon élő állatok egyszeri mérési eredményein alapul (Marks és Citino, 1990; Cranfield és mtsai., 1996; Eliman, 1997; Christopher és mtsai., 1999; Mathes és mtsai, 2006; Rangel-Mendoza és mtsai., 2009), csak kevés eredmény származik ismételt mintavételből (Erlor, 2003; Holz, 2007; Eatwell, 2009; Oonincx és mtsai., 2010, 2013; Tamuaki és mtsai., 2011). Ugyanakkor a hüllők tartási körülményei, táplálása, ivara egyaránt jelentősen befolyásolhatja az értékeket (**5. táblázat**) ezért elengedhetetlen ezek ismerete (Dennis és mtsai., 2001, Kölle és mtsai., 2001, Eatwell, 2009; Tamukai és mtsai., 2011; Szőke és mtsai., 2012; Scope és mtsai., 2013; Andreani és mtsai., 2014). Mindezek miatt gyakorlati szempontból hasznos lenne megállapítani ivar és életkor szerinti normál értékeket, különös tekintettel a kültéri és beltéri elhelyezésre. Míg egyes paramétereknél (pl.: Ca, P) viszonylag jól meghatározott referenciaértékek állnak rendelkezésre, addig sok más esetben (pl.: húgysav, enzimek) szélsőséges tartományokkal lehet találkozni, amely megnehezíti azok gyakorlati alkalmazását.

5. táblázat. A szárazföldi teknősök vérparamétereinek értékei és – a különböző tényezők hatására bekövetkező – változásainak mértéke (Kölle és mtsai., 2001)

Paraméterek	Értékek*	Értékek**	Faj	Ivar	Évszak	Tartási körülmények
Ca (mmol/l)	2,2 ± 1,7	2,2 ± 0	+	+	+++	+
P (mmol/l)	1,6 ± 1,0	1,6 ± 0,3	+	+	+	++
ALKP (NE/l)	445 ± 293	396 ± 189	+++	-	+	+++
ALT (NE/l)	22 ± 18	19 ± 6	+	-	++	++
AST (NE/l)	108 ± 79	56 ± 31	-	++	-	-
LDH (NE/l)	1433 ± 1029	987 ± 279	-	-	++	-
CK (NE/l)	1156 ± 1379	104 ± 64	-	-	+	-
Glükóz (mmol/l)	3,7 ± 2,1	3,8 ± 0,4	-	-	-	-
Összfehérje (g/l)	46 ± 16	32 ± 0	-	-	-	+
Karbamid (mmol/l)	6,4 ± 19,9	0,7 ± 0,7	-	-	+	-
Húgysav (µmol/l)	190,3 ± 113,0	136,8 ± 59,5	-	+++	+	++
Ammónia (µmol/l)	519 ± 314	81 ± 26	++	-	+++	+++
Kreatinin (µmol/l)	12,4 ± 13,2	0,9 ± 0	-	-	++	+++

*: különböző tulajdonosoktól származó teknősök; **: a vizsgálatot végző intézet (Institut für Zoologie, Fischereibiologie und Fischkrankheiten) tulajdonában lévő teknősök; +: szignifikáns ($p < 0,05$), ++: szignifikáns ($p < 0,01$), +++ jelentősen szignifikáns ($p < 0,001$) különbség.

6.3. MESTERSÉGES UV-B-SUGÁRZÁS ÉS SZÁJON ÁT ADAGOLT D₃-VITAMIN HATÁSA GÖRÖG TEKNŐSÖK ÉS SZAKÁLLAS AGÁMÁK VÉRPLAZMÁJÁNAK CA ÉS 25(OH)D₃-SZINTJÉRE

Az előző fejezetekben említett MBD megelőzése miatt fontos a legmegfelelőbb tartási körülmények kialakítása. Az irodalmi adatok alapján – mivel mindkettő hatékonysága igazolt – nehéz megítélni, hogy melyik D-vitamin-forrás (a szájon át adagolt vagy az UV-B-sugárzás hatására kialakuló) a legmegfelelőbb. A különböző életmódú hullőfajok eltérően reagáltak az egyes kezelésekre és az UV-lámpa nélkül tartott egyedeknél sem feltétlenül alakult ki MBD. Példaként említhető, hogy fehértorkú varánuszoknál (*Varanus albigularis*) nem tudták jelentősen növelni az UV-B-sugárzásnak kitett egyedek 25(OH)D-szintjét (**kacidiol**), szemben a másik csoporttal, amelyik szájon át kapott D₃-vitamint (Ferguson és mtsai., 2009). Szakállas agámáknál viszont az UV-B-sugárzás bizonyult hatékonyabbnak (Oonincx és mtsai., 2010). Életmódjuknak megfelelően eltérő az egyes fajok UV-sugárzás iránti érzékenysége, igénye és különböző a sűtkézésre fordított idő is (Ferguson és mtsai., 2005, 2010, 2013, 2014). Mindezek miatt mindig az állat természetes élőhelyének megfelelő fényerősségű UV-

lámpát célszerű alkalmazni. Az eddigi eredmények alapján a hosszabb időtartamú (10-12 óra/nap), közepes intenzitású (3-120 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$) UV-B-sugárzás alkalmazása javasolható (Ferguson és mtsai., 1996, 2002).

A bőrben zajló szintézis során a 7-dehidrokoleszterinből – UV-B-sugárzás hatására – pre-D₃-vitamin, majd D₃-vitamin képződik. Ez hőmérsékletfüggő folyamat, magasabb tartományban gyorsabban megy végbe (Mac Laughlin és mtsai., 1982; Holick és mtsai., 1995), ezért is szükséges a megfelelő környezeti hőmérséklet biztosítása. Kizárólag UV-B-sugárzás hatására nem képződhet túlzott mennyiségű kolekalciferol, tehát a túladagolás nem lehetséges. Ez a szintézis során, elsősorban a bőrben megtalálható alternatív biokémiai utaknak köszönhető, amelyek megakadályozzák, hogy a szükségletnél nagyobb mennyiségű kolekalciferol kerüljön a vérkeringésbe (Holick és mtsai., 2002, 2004). A pre-D₃-vitamin érzékeny az UV-fényre, annak hatására – amennyiben a szervezet azt már nem igényli – inaktív termékekké, toxiszterinné, lumiszterinné és tachyszterinné alakul át. Szükség esetén az utóbbi kettő képes a visszaalakulni pre-D₃-vitaminná, amelyből kolekalciferol képződhet. A már létrejött kolekalciferol bőrben lévő mennyisége is szabályozott, többlet esetén – szintén UV-sugárzás hatására – 5,6-transzD₃ és supraszterin I-II képződik belőle, amely egyirányú folyamat. A kolekalciferol fehérjéhez kötve szállítódik a vérkeringéssel a májba, ahol 25(OH)D alakul ki. A keringéssel a vesébe jutva ebből – az 1- α -hidroxiláz enzim közreműködésével – biológiailag aktív forma, 1,25(OH)₂D (**kalcitriol**), nagy vérbeli kalciumkoncentráció esetén 24,25(OH)₂D képződik. Élettani, biokémiai szempontból az előbbinek van jelentős szerepe. Hatására nő a bélhámsejtekben található Ca-kötő fehérjék mennyisége (Feldmann és mtsai., 2011), ezen keresztül pedig megfelelő mennyiségben tud felszívódni a táplálékkal felvett Ca. Nagy valószínűséggel a fent említett folyamat játszódik le hullótkben is, gekkók bőréből már izoláltak lumiszterint (Fergusson és mtsai., 2005).

A D-vitamin-túladagolás ritka, a klinikai tünetek (pl. gyengeség, étvágytalanság) nem specifikusak (Raiti és Garner, 2006), ezért nehéz a diagnózis. Kóronctanilag a belső szervek és vérerek elmeszesedése látható, de ez sem feltétlenül csak a vitamin túladagolása esetén figyelhető meg. A metastaticus mineralisatio háttérében állhat többek között veseelégtelenség és társulhat alacsony vérbeli kalcidiol szintet is (Richman és mtsai., 1995). A fokozott PTH-termelés vagy D₃-vitamin-túladagolás következtében létrejövő hypercalcaemia a Ca különböző szövetekben történő lerakódásához vezethet (mész metastasisok). Az elmeszesedett területek tömöttebbek vagy csont keménységű, szürkésfehér színűek és átmetszéskor krepitálnak. Kossa-féle reakcióval (ezüst-nirát oldatos kezelés + napfény) az elmeszesedett részek – a képződő ezüst-foszfát miatt – fekete színűek (Gál, 2006). A nagyobb vérerek falában

lerakódott Ca és következményesen törékennyé váló vérerek repedése miatt hirtelen elhullás következhet be (Gál, 2003b).

6.4. KÜLÖNBÖZŐ UV-B-LÁMPÁK ALKALMAZÁSA

Az UV-sugarakat hullámhosszuk alapján három tartományba lehet sorolni. Az UV-A-nak (316-380 nm) elsődlegesen a pigmentképződésben van szerepe, de étvágyjavító hatású is. Ugyanakkor a nagy UV-A-sugárzás mérsékelheti az állatok növekedését és csökkentheti a tojások A-vitamin-tartalmát is (Ferguson és mtsai., 1996). Az UV-B (281-315 nm) a D₃-vitamin endogén szintézisében játszik szerepet. Az UV-C-sugárzást (100-280 nm) kiszűri az ózonszűrő (Mader, 2006).

A hüllők számára gyártott UV-fényforrásoknak több típusa ismert. Léteznek UV-A- és UV-B-sugárzást is kibocsátók és kizárólag UV-B-izzók. A nagy teljesítményű higanylámpák az UV-A- és UV-B-sugárzás mellett jelentős mennyiségű hőt is termelnek. A különböző lámpák UV-B-kibocsátása nagy mértékben eltérhet, ennek megfelelően az endogén D₃-vitamin szintézisében játszott szerepük is különböző (Gehrmann és mtsai., 2004; Schmidt és mtsai., 2010). A lámpa elhelyezésekor vagy szabadtéri terrárium készítésekor gondot kell fordítani a megfelelő építőanyag kiválasztására. Az UV-sugarak ugyanis – anyagtól függő mértékben – kiszűrődhetnek, miáltal nem érvényesül az élettani hatásuk. Mindez még az UV-áteresztő plexire is igaz, amely az UV-B-sugarak 20-26%-át is kiszűrheti. A légáteresztő anyagok rendelkeznek a legnagyobb áteresztő képességgel (Burger és mtsai., 2007).

A természetes napfény élettani hatásai – megfelelő időtartamú alkalmazás esetén – kedvezőbbek, mint a mesterséges UV-lámpáké, mivel a mindkét hatásnak kitett hüllők közül az előbbieknél alakult ki magasabb kalcidiol szint a vérben (Ramer és mtsai., 2005; Mader, 2006; Selleri és Di Girolamo, 2012). Az utóbbi években több kísérletet végeztek (Ferguson és mtsai., 1996; Dickinson és Fa., 1997; Aucone és mtsai., 2003; MacCargar, 2003; Acierno és mtsai., 2006, 2008; Oonincx és mtsai., 2010, 2013; Selleri és Di Girolamo, 2012), amelyekben ellenőrzött körülmények között vizsgálták az UV-fény élettani hatásait (**6. táblázat**). Ezekben igazolódott a mesterséges UV-B-fényforrások is előidézik a D-vitamin-szintézist.

Természetes élőhelyükön hüllők többsége a D₃-vitamin-igényét szinte teljes egészében – az UVB-sugárzás hatására – a szervezetükben előállított mennyiségből fedezik. Kivételt jelentenek az egész gerinces állatot fogyasztó nagytestű gyíkok, a vízi teknősök, a kígyók és páncélos hüllők. Kedvtelésből tartott hüllőknél megfigyelhető,

hogy az UV-B-lámpa elhelyezése ellenére kialakul az MBD. A lámpákat 15-20 cm-es távolságban kell az állatoktól elhelyezni és 6-12 hónapig biztosítják a megfelelő szintű sugárzást. A javasolt üzemeltetési idő a legtöbb termék esetében naponta 10-12 óra. Amennyiben az említett használati utasításokat nem tartják be, számolni lehet a hiánybetegség kialakulásával. Az alacsony vagy közepes intenzitású, de hosszú időtartamú (12 óra) sugárzás megfelelőbbnek tűnik, mint a rövid idejű, de intenzív behatás (Ferguson és mtsai., 1996). Ez utóbbinak azonban egészségkarosító hatása is lehet, többek között bőrproblémák (pl. daganatok), illetve kötőhártya-gyulladás alakulhat ki (Hibma, 2004; Mader, 2006; Gardiner és mtsai., 2009). A hő- és UV-forrást egymás mellé kell helyezni, ellenkező esetben az UV-fényforrás helyett a magasabb hőmérsékletű helyet választják az állatok, ami MBD kialakulásához vezethet (Dickinson és Fa, 1997).

6. táblázat. A különböző UV-fényforrások hatása a vér calcidiol szintjére

Állatfaj	Az izzó típusa	A behatás időtartama (óra/nap)	25(OH)D ₃ -szint
leguán alakúak (több faj) ¹	természetes napfény vagy Vita Lite/True Lite fénycső	nincs adat	szabadtéri: 105±70 nmol/l, UV-lámpa: 44±25 nmol/l,
Közönséges Kukvala (<i>Sauromalus obesus</i>) ³	természetes napfény vagy 2x20 W Sylvania350 BL vagy 300 W Westron higanygőz lámpa	12	szabadtéri: 211±75 nmol/l, 300 W-os: 234±78 nmol/l, Sylvania: 103±16 nmol/l, UV-lámpa: 71,7±46,9 nmol/l,
Vörösfülű ékszerteknős (<i>Trachemys scripta elegans</i>) ⁴	teljes spektrumú	12	UV-nélkül: 31,4±13,2 nmol/l,
Gabonasikló (<i>Elaphe guttata</i>) ⁵	teljes spektrumú	12	UV-lámpa: 196±16,73 nmol/l, UV-nélkül: 57,17±15,28 nmol/l,
Szakállas agáma (<i>Pogona vitticeps</i>) ⁶	Retisun 5.0. UV-B	0;2;4;6;8;10;12	UV-lámpa: 178,4±9 nmol/l, UV-nélkül: 9,9±1,3 nmol/l,

¹ Laing és mtsai., 2001; ² Ferguson és mtsai., 2002; ³ Aucone és mtsai. 2003; ⁴ Acierno és mtsai., 2006; ⁵ Acierno és mtsai., 2008; ⁶ Oonincx és mtsai., 2010;

6.5. A HÜLLŐELESÉGEK TÁPLÁLÓANYAG-TARTALMÁRA VONATKOZÓ ADATOK

A hullők sokkal változatosabban táplálkoznak természetes élőhelyükön, mint mesterséges tartás esetén. Ez utóbbi esetben ugyanis a táplálékállatok köre mindössze néhány – az adott hulló igényeinek nem biztos, hogy megfelelő – fajra szűkül, mint például a házi tücsök (*Acheta domestica*), a lisztkukac (*Tenebrio molitor*) és a gyászbogár lárvája (*Zophobas morio*). Gyakori probléma a túlzott mennyiségű eleség felkínálása és az ennek következtében kialakuló elhízás, májelzsírosodás. Az intenzívebb növekedés miatt állatok relatív vitamin- és ásványianyag igénye is megnő (Gál, 2003a; Girling és Raiti, 2004; Gál és mtsai., 2006; Mader, 2006). A tücsökfajok alternatívájaként felkínálható egyéb ízeltlábúakkal változatosabbá tehető az állatok táplálása, még akkor is, ha beltartalmi szempontból nem kiemelkedő a fehérje és zsírtartalom közötti eltérés (Longvah és mtsai., 2011). Ebből a szempontból a mikro- és makroelem-tartalom emelhető ki, mivel sok táplálékkiegészítő csak Ca-ot tartalmaz. A hullők napi átlagos életfenntartó energiaszükséglete (30°C-on) $0,32 \cdot W^{0,75}$ KJ ($W^{0,75}$ = anyagcsere-testsúly, kg) körül van (Girling és Raiti, 2004; Fodor és mtsai., 2004ab). Szaporodási időszakban ennek 1,5-szerese szükséges.

Az ízeltlábúak Ca-tartalma rövid távon növelhető magas (8-12% sz.a.) Ca-tartalmú tápokkal (Allen és Oftedal, 1989; Anderson, 2000; Klasing és mtsai., 2000; Hunt és mtsai., 2001; Finke, 2003; Hatt és mtsai., 2003; Oonicx és mtsai., 2011), de így is legfeljebb 1:1-es Ca:P-arány érhető el. Ehhez a tücsköket feletetés előtt 2-3 napig kell a magasabb Ca-tartalmú táppal etetni (Allen és Oftedal, 1989; Anderson, 2000; Finke, 2003), lisztkukac esetében 1-2 napos előetetés hozta a legjobb eredményeket (Hunt és mtsai., 2001). Két vizsgálat alapján a kereskedelemben kapható, a tücskök Ca-tartalmát növelő tápok közül a szárazak előnyösebbek, mint a nedvesek, mert hatékonyabban növelik az eleségállatok ásványianyag-tartalmát (Finke és Cole, 2004; Finke és Kwabi., 2005). Az ilyen módon, táplálóanyagokkal való „feltöltés” csak átmeneti hatású, ezért szükséges a már említett pár napos intenzív előetetés. Az ízeltlábúak lárvai sok nyerszsírt (300-500 g/kg sz.a.) tartalmaznak, túlzott mértékű etetésük elhízáshoz, májelzsírosodáshoz vezethet, továbbá Ca-ban (0,6-1,2 g/kg sz.a.) is szegények (Douglas és mtsai., 1999; Finke, 2002). Etetésük ezért csak alkalmanként, kis mennyiségben javasolt, a nagy zsírtartalom Ca-szterát képződését okozhat a bélrendszerben, meggátolva annak felszívódását. Ragadozó teknősöknél jellemző a szárított eleségekre (garnélarák, hal) és gyári tápokra alapozott táplálás, amely A-vitamin-hiány és MBD kialakulásához vezethet. Ezek helyett a természetes étrendjüket képező egészben lefagyasztott apró halak – amelyek a belső szerveket is tartalmazzák – és puhatestűek a javasolt táplálékállatok (Mader, 2006).

A vadon élő európai szárazföldi teknősök által fogyasztott növények gazdagok Ca-ban (Ca:P arány 4:1; Highfield, 1994). Megfigyelések szerint az állatok alkalmanként a természetben is megeszik más állatok bélsarát (pl.: ragadozók) ezzel jutva Ca-hoz (McArthur, 2004). A nagy oxálsav-tartalmú növények (pl.: spenót, sóska) etetése a vékonybélben Ca-oxalát komplexet képződését okozza, amely nem szívódik fel az emésztőcsatornából (McArthur, 2004). A földrajzi elterjedésük miatt – Európa déli részén őshonosak – a természetes étrendjüket képező növények egy része hazai viszonyok között is gyűjthető. Nagyobb goitrogéntartalmú zöldségfélék (pl.: kínai kel, fejes káposzta, petrezselyem, fodros kel, karfiol) hatására jódhiány és következményes golyva alakulhat ki (McArthur, 2004; Gál, 2006). A rebarbara a teknősökben májkárosodást okozhat, ezért nem etethető (McArthur, 2004). Az antinutritív hatású tanninban gazdag a fejes saláta, a sárgarépa, a spenót, a banán és a szőlő, amely fehérjéket és fehérjetermészetű emésztőenzimeket köt meg, valamint a B₁₂-vitamin és vas felszívódásában is zavart okoz (Fekete, 2009). Terráriumban tartott szárazföldi teknősök számára legmegfelelőbb táplálékok a kétszikűek (sztyeppi teknős, *Testudo horsfieldi* esetében az egyszikűek), ezek az eliség minimum 70-80%-át tegyék ki. Kisebb mennyiségben (15-20%) adható a répafélék zöldje, málnalevél, madársaláta, rukkola, mustár zöldje, kelbimbó, karalábélevél, uborka és cukkini (Girling és Raiti, 2004). A szénhidrátban szegényebb gyümölcsök legfeljebb a fejadag 5-10%-át tehetik ki. Kivételt képez a gyümölcssevő szenes teknős (*Geochelone carbonaria*), ahol 60%-os arány szükséges. A nagymennyiségű szénhidráttal biztosított energia gyors növekedéshez vezethet (McArthur, 2004; Gál, 2006). Ezen felül a gyorsan fermentálódó szénhidrátok gombák, protozoák és baktériumok túlszaporodását idézhetik elő a bélrendszerben, ami felvívódást okozhat. A gázzal telt belek összenyomják a tüdőt, ami légzési nehézséget okoz (McArthur, 2004).

6.6. A GÖRÖG TEKNŐSÖK ÖNKÉNTES SZÁRAZANYAG-FELVÉTELÉRE, A PASSZÁZS IDEJÉRE ÉS A TÁPLÁLÓANYAGOK EMÉSZTHETŐSÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSÁRA IRÁNYULÓ VIZSGÁLATOK

A fogságban tartott növényevő hüllőknél – a korábbi saját adatgyűjtésem alapján – jellemző a nagy nyersfehérje- és szénhidrát, valamint a kis nyersrosttartalmú eleség túlzott mértékű etetése. Az így táplált állatok fokozott növekedési üteméhez hozzájárul a természetes élőhelyen meglévő éjászkai-nappali hőingadozás elmaradása és a mérsékelt gövi fajok esetében a teletetés elmaradása (Baer és mtsai., 1997; Furrer és mtsai., 2004; Fledelius és mtsai., 2005; Lapid és mtsai., 2005; Mader, 2006; Ritz és mtsai., 2010a, b; Ritz és mtsai., 2012). A fokozott fejlődés egyik lehetséges

következménye az MBD (Tracy és mtsai., 2006), ezért szükséges a növekedési ütem visszafogása. Ennek eszköze lehet a napi sz.a.-felvétel ellenőrzése, korlátozása vagy a táplálék nyersrost-tartalmának növelése (sz.a.-ra számítva 20% fölé, de óriásteknősnél elérheti a 30–40%-ot is). Az utóbbival csökkenthető a táplálóanyagok emészthetősége. További eszköz a táplálék nyersfehérje-tartalmának mérés-klése, sz.a.-ra vonatkoztatva kb. 10%-os szintre (Donoghue és mtsai., 1998; Hatt és mtsai., 2005; Hatt, 2008).

Mint azt korábban említettem, a szárazföldi teknősök természetes élőhelyükön – ellentétben a fogságban tartott állatokkal – sokféle növényel (21-25 faj) táplálkoznak (Nagy és mtsai., 1998; Mushinsky és mtsai., 2003; Hazard és mtsai., 2010; Del Vecchio és mtsai., 2011). Így az Európában őshonos növényevő teknősök a tavaszi időszakban elsősorban pillangósok leveleit és egyéb kétszikűeket fogyasztanak. A földrajzi elhelyezkedésnek is hatása van a fajösszetételre, de nagy százalékban találtak a bélsármintákban a komlós lucernát (*Medicago lupulina*), betyárkórót (*Conyza canadensis*), mákféléket (*Papaveraceae*), szarvaskerepet (*Lotus corniculatus*) és here fajokat (*Trifolium sp.*). Míg az őszi időszakban előtérbe kerülnek a virágok és termések (Del Vecchio és mtsai., 2011, Iftime és Iftime, 2012). Érdekes továbbá, hogy különösen kedvelik a szúrós csodabogyót (*Ruscus aculeatus*). Elmondható, hogy a szárazföldi teknősök általában jól alkalmazkodnak a különböző összetételű táplálékhoz (McMaster és Downs, 2008) és a növényevő emlősökhöz hasonló hatékonysággal képesek a táplálóanyagok emésztésére (Bjorndal, 1987; Franz és mtsai., 2011). Színlátásuk nagyon jó és különösen kedvelik a sárgát és a pirosat (Pellitteri-rosa és mtsai., 2010). A táplálék színe mellett valószínűsíthető, hogy az íz is fontos szerepet játszik az elfogyasztott mennyiségben. A teknősök íz érzékeléséről még nincsenek vizsgálati adatok, de megfigyelhető, hogy elsőként megszagolják táplálékukat, így a szaglásnak fontos szerepe van az eleség kiválasztásában. Pellitteri-rosa és mtsai. is megfigyelték, hogy „kiszagolják” a veszélyes növényeket, így piros színe ellenére nem ették meg a pipacsvirágot (*Papaver rhoeas*), amely mérgező alkaloidokat tartalmaz.

A szárazföldi teknős emésztőkészüléke az egységes száj-garatüreggel kezdődik és a nyak bal oldalán lefutó, nyelőcsőben folytatódik. Nincsenek fogak, a szájnyílás körüli elszarusodott hám képez szarukávát. Az egyszerű, zsákszerű gyomor fundusa a bal oldalon, pylorusa középen vagy kissé jobbra található. A *Testudo* fajokban a cardiánál párnaszerű redők találhatóak, amelyek sphincterként funkcionálnak (McArthur, 2004). A pylorus régió tunica muscularisa nem vastagodott meg, de görög teknősben szövettani vizsgálatokkal igazolták a sphincter meglétét.

A duodenum, jejunum és ileum nehezen különíthetőek el egymástól. A vékonybél kezdeti szakaszát hepatoduodenális ligamentum rögzíti a máj jobb

lebenyéhez, a vastagbélhez pedig mesocolon fűzi, amelyben a hasnyálmirigy is található. A vastagbél a testüreg jobb hátulsó negyedében helyezkedik el. A vakbél a vastagbél egy kitüremkedése, fejlettsége messze elmarad a növényevő emlősöknél megszokottól, ezért a növényi rostok emésztése a remesebélben zajlik (Barboza, 1995; Hailey, 1997). Ebben a folyamatban baktériumok (*Aerococcus* spp., *Enterococcus* spp., *Micrococcus* spp., *Rhodococcus* spp., *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp., *Acinetobacter* spp., *Pasteurella* spp., *Pseudomonas* spp.) és egyéb egysejtűek (*Cryptosporidium* spp., *Trichomonas* spp., *Balantidium* spp.) vesznek részt (McArthur, 2004). A rostos növényi részek mechanikai aprítását nagy valószínűséggel fonálférgek (*Oxyuris*) végzik (Bjorndal, 1987; Gál és mtsai., 2006). A görög teknősnél a colon ascendáló és descendáló részét egy rövid szalag köti a dorsalis pleuroperitoneális membránhoz, míg a mozgékonyabb transversális szakaszt a mesogastrium fűzi a gyomorhoz. A lebezegzett máj jobb oldali caudalis részén található a körte alakú epehólyag (McArthur, 2004).

7. Saját vizsgálatok

A kísérletek mindegyikében az állatokat az Állatorvostudományi Egyetem Állattenyésztési, Takarmányozástani és Laborállat-tudományi Tanszékének állatházában helyeztem el. A kísérleteket az Állomás (22.1/380/003/2010) és a MÁB engedélyezte (32/2010, 41/2014, 9/2015). A megvilágítás időtartama 12 óra volt (reggel 7 és este 7 között). Az UV-lámpák is ezen időszak alatt üzemeltek, napi 12 órát. A lokálisan szükséges magasabb hőmérsékletet a teknősök csoportos terráriumában, 1 db, az agámáknál és teknősöknél az egyedi terráriumban külön-külön elhelyezett 60W-os spotlámpa biztosította. A levegő hőmérséklete napközben 23-28°C, éjszaka 18-22°C között volt, 35-60% relatív páratartalommal (télen szárazabb volt a levegő).

A dolgozatban szereplő összes statisztikai számítás az R 2.9.2. (R Development Core Team 2009) segítségével történt. A normalitást minden esetben qqplot-tal vizsgáltam. A választott szignifikanciaszint $p < 0,05$ volt.

Az állatok testsúlyát Sartorius Scaltec SBC61 típusú digitális mérleggel mértem. A kiegészítő röntgenvizsgálatokat – minden méréskor azonos módon – éber állatokon, Mediroll-2 típusú készülékkel végeztem a következő beállításokkal: 52 kV, 5,4 mAs, 0,18 sec. Az UV-lámpák által kibocsátott sugárzást Solartech Solarmeter 6.2. készülékkel mértem.

A vérvételeket minden esetben 22G-s tűvel és 2 ml-es fecskendővel végeztem. A teknősöknél a dorsalis farokvéna (*v. coccygealis dorsalis*), az agámáknál a ventrális farokvéna (*v. coccygealis ventralis*) volt a vérvételi hely. Ezt követően a heparinos csövekbe gyűjtött mintákat (0,5-1 ml/állat) hűtőládában szállítva azonnal a laboratóriumba kerültek, ahol lecentrifugálása után a paraméterek mindegyike vérplazmából lett meghatározva. A 7.2. és 7.3. fejezetekben szereplő méréseknél mindkét faj esetében Radiometer ABL 500 típusú vérgáz automatával (Ca^{2+} , Na^+ és K^+), és Randox Rx Daytona típusú készülékkel (többi biokémiai paraméter) történt a mérés. A 7.4. fejezetben a vérvizsgálatok a következő berendezésekkel történtek: Roche Cobas 411 automata ($25(\text{OH})\text{D}_3$; elektrochemiluminescens módszer), Olympus AU400 biokémiai automata (biokémiai paraméterek). A vérmintákat (0,5-1 ml) heparinos csőbe gyűjtöttem.

7.1. KÜLÖNBÖZŐ TÁPLÁLÉK-KIEGÉSZÍTŐK HOSSZÚ TÁVÚ HATÁSA A GÖRÖG TEKNŐSÖK NÖVEKEDÉSÉRE ÉS EGÉSZSÉGI ÁLLAPOTÁRA

7.1.1. Anyag és módszer

Az teknősöket 2 db beltéri, 1,2x1,6 m-es, fából készült terráriumban helyeztem el, talajként kerti földet használtam (**1. kép**). Mindkét terrárium fölé egy 120 cm hosszú UV-B-fénycsövet helyeztem el, amelynek elsősorban kiegészítő fényforrás szerepe volt, mivel minimális az UV-B-sugárzása (4-6 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$) bocsát ki, így a D-vitamin ellátásban nincs számottevő szerepe.



1.kép. A teknősök terrárium

A teknősöket hetente egyszer 10-15 percig fürdettem langyos vízben, ezzel is támogatva a vízellátásukat (**2. kép**).



2. kép. A teknősök fürdetése

A teknősök egy hónapos korban érkeztek, ezt követően véletlenszerű besorolás alapján osztottam két (n=6) csoportra őket. A hátpáncélra rajzolt piros számmal egyedileg jelöltem meg az állatokat. Az elrendezést és a táplálék-kiegészítőket a **7. táblázat** tartalmazza.

7. táblázat. A teknősök kísérleti elrendezése, valamint az eleség Ca-, és D₃-vitamin tartalma a kiegészítővel együtt

	A csoport	B csoport
Ca (g/100 g sz.a.)	3,1	3,5
D ₃ -vitamin (NE/100 g sz.a.)	591	30,3

Látható, hogy a Ca-tartalom azonos volt, a D-vitaminszintek viszont jelentősen különböztek.

A teknősök napi egyszer, reggelente kaptak kétszikű növényekre alapozott táplálékot (gyermekláncfű, tyúkhúr [*Stellaria media*], nagy útifű [*Plantago major*] és fehér here [*Trifolium repens*]) amit *ad libitum* biztosítottam. Két különböző eleség keveréket (1-es és 2-es) készítettem (**8. táblázat**). A csoportok azonos eleséget kaptak, a 2-es számút változatlan összetételben a vizsgálat során. Az 1-es összeállításon belül két alcsoportot hoztam létre az időjárásnak, évszaknak megfelelően (1a keveréket tavasztól ősziig, 1b keveréket pedig télen fogyasztották), mivel a kétszikű növények nem elérhetőek a szükséges mennyiségben, a téli időszakban.

8. Táblázat. A teknősök eleségének táplálóanyag-tartalma g/kg sz.a.-ban

Táplálék	Ca	Nyerszsír	Nyersrost	Nyersfehérje
Keverék 1a	18,3	35,4	103	209
Keverék 1b	17,2	42,2	159	348
keverék 2	2,3	0,6	56,5	96,4

Az 1a-keverék fő összetevője a gyermekláncfű (2/3-ad részt sz.a.-ra vonatkoztatva), illetve tyúkhúr, pázsitfű, nagy útifű és fehér here (*Trifolium repens*) volt (együtt 1/3-ad részben). Télen (nagyjából 2.5 hónapon át) – mivel az időjárás miatt az említett kerti zöld növények nem voltak elérhetőek, az 1b keveréket kapták a teknősök, melynek összetevői rukkola (2/3-ad rész), sárgarépa zöldje és saláta (1/3-ad együtt) volt. A 2-es számú keverék – évszaktól függetlenül – friss reszelt zöldségekből (2/3-ad részben kígyóuborka, 1/3-ad részben alma és répa) állt össze.

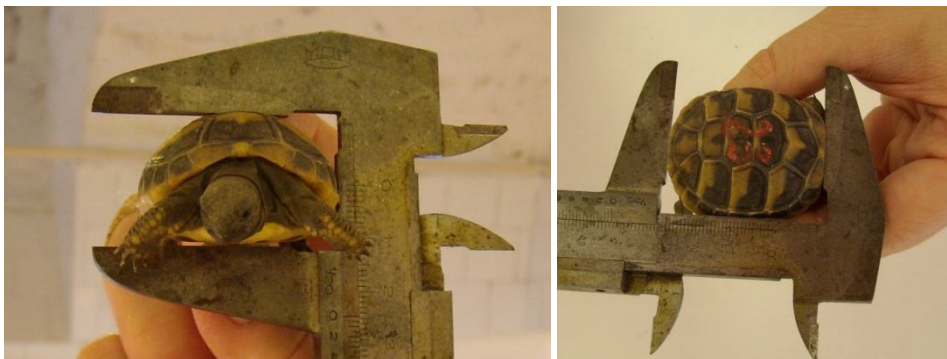
Két különböző, kereskedelmi forgalomban is kapható táplálék-kiegészítőt kaptak az állatok naponta. Az „A”- terméket az A-csoport, míg a „B”- terméket a B-csoport teknősei kapták (**9. táblázat**). Az „A”- termék adagolási utasítása szerint 1,5 g kiegészítő/100 g friss eledel mennyiséget kaptak, míg a „B”- termékből 2 g kiegészítő/100 g friss eledel volt az ajánlás. A kísérlet befejezését követően (12. hónap után), az összes állat az „A”- terméket kapta 1,5 g/100 g friss eledel/nap mennyiségben.

9. Táblázat. A kísérletben használt táplálék-kiegészítők fő összetevői

Komponensek (1 kg kiegészítőben)	Mennyisége az "A"-termékben/	Mennyisége a "B"-termékben/
Ca (g)	150	148
P (g)	83	17
A-vitamin (NE)	500000	250000
B ₁ -vitamin (mg)	160	3500
B ₂ -vitamin (mg)	500	5000
B ₆ -vitamin (mg)	300	1800
B ₁₂ -vitamin (µg)	1800	5000
Biotin (µg)	10000	29000
D ₃ -vitamin (NE)	50000	2000
E-vitamin (mg)	1500	50000
K-vitamin (mg)	30	7500

Kiemelhető, hogy az „A”-termék több A- és D-vitamint, míg a „B”-termék a többi vitaminból tartalmaz többszörös értékeket.

Az állatok testsúlyát (g-ban) és páncélméreteit (szélesség, magasság, has- és hátpáncél hosszúsága; mm-ben) hetente mértem 12 hónapon át tolómércével a páncél legmagasabb és leghosszabb pontjainál (**3. és 4. kép**). Aktivitására vonatkozó megfigyeléseket is végeztem naponta reggel és délután. Ennek során 2 kategóriát állítottam fel: aktív (táplálkozik vagy mozog) és inaktív (alszik, melegítőlámpa alatt pihen). Kiegészítő röntgenvizsgálatra került sor minden állatnál 6 és 12 hónapos korban. A has- és hátpáncél erősségét havonta végzett fizikális vizsgálattal ellenőriztem és 4 pontos skálán értékeltem az következők szerint: 1. tapintással elváltozás nem érezhető, a páncél szilárd; 2. tapintással enyhe megpuhulás érezhető, de a páncél fizikailag nem torzult; 3. tapintással egyértelmű, súlyosabb fokú páncélpuhaság érezhető, de a páncél fizikailag nem torzult; 4. tapintással egyértelmű páncélpuhaság érezhető és a páncél torzulása látható. Az állatok általános egészségi állapotát és aktivitását a naponta kétszer végzett megfigyelés során értékeltem.



3. kép. A teknősök mérése tolómércével



4. kép. A teknősök testsúlyának mérése

A teknősöknél a két csoport induló testsúlyát kétmintás t-próbával, a záró értékeket pedig Brunner-Munzel teszttel hasonlítottam össze.

A testsúlynak az állatok korával összefüggő változása növekedési görbével írható le. A csoport növekedésre kifejtett hatását úgy teszteltem, hogy a növekedési görbét két részre osztottam, egy lineáris és egy exponenciális szakaszra és külön-külön illesztettem egy kevert modellt az adatokra. A 0-17 napos állatok adataira lineáris kevert modellt illesztettem, ahol a függő változó a testsúly volt a magyarázó változók közül a kovariáns az állatok kora napokban, míg a fix faktor a táplálékkezelési csoport, a random faktor pedig az állatok azonosítója volt. Az adatok második felére (a 18 naposak és annál idősebbek adatai) exponenciális növekedési görbét tudtam illeszteni. Ezért itt a függő változó logaritmus transzformációja után egy lineáris kevert modellt illesztettem az adatokra, ahol a kovariáns megint az állatok kora volt, a fix faktor a csoport, a random faktor pedig ismét az állatok azonosítója volt.

Vizsgáltam a csoportnak az állatok aktivitására kifejtett hatását is. Kevert általános lineáris modellt illesztettem az összefüggés tesztelésére. Mivel a függő változó két értéket vehet fel (aktív vagy inaktív az állat), ezért kevert modelles logisztikus regressziót használtam. A magyarázó változók közül két fix faktor volt: a napszak és a csoport, a random faktor itt is az állatok azonosítója volt.

7.1.2. Eredmények és azok értékelése

A vizsgálatok indulásakor nem volt eltérés a két csoport egyedei között (**10. táblázat**). A kísérlet 12 hónapja során az B csoport súlygyarapodása ($p=0,044$, **2. ábra**) és záró **testsúlya** szignifikánsan ($p=0,0291$) nagyobb volt, mint az A csoporté. Ezzel összhangban a teknősök páncélméretei is jóval nagyobbak voltak (10. táblázat).

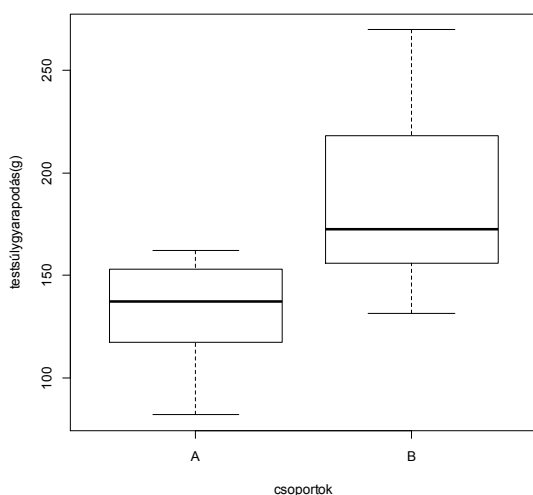
10. táblázat. A teknősök páncélméretei és testsúlya a kísérlet kezdetekor és a befejezésekor.

	A csoport	B csoport	p
Induló TS (g)	16,5±1,8	15,9±0,9	0,4822
Záró TS (g)	131,6±28,7	186,7±50,1	0,0291*
Induló ECH (mm)	36,3±2,0	36,0±0,9	0,7167
Záró ECH (mm)	80,3±5,9	92,1±9,9	0,0035*
Induló PH (mm)	30,5±2,3	31,5±2,3	0,4772
Záró PH(mm)	68,8±5,1	81,1±9,3	0,0001*
Induló PM (mm)	18,8±1,2	19,7±1,5	0,1091
Záró PM (mm)	43,2±3,7	47,9±3,7	0,0273*
Induló PSZ (mm)	31,0±2,3	31,7±1,8	0,5834
Záró PSZ (mm)	69,0±4,7	77,3±6,1	0,0296*

TS= testsúly, ECH=egyenes caparaxhossz, PH=plastronhossz, PM=páncélmagasság, PSZ=páncélszélesség

*szignifikáns különbség

Látható, hogy míg az induló értékek között nem volt eltérés, a záró adatok viszont szignifikánsan nagyobbak voltak a kísérlet végén a B csoportban.



2. ábra. A csoportok súlygyarapodása a kísérlet során

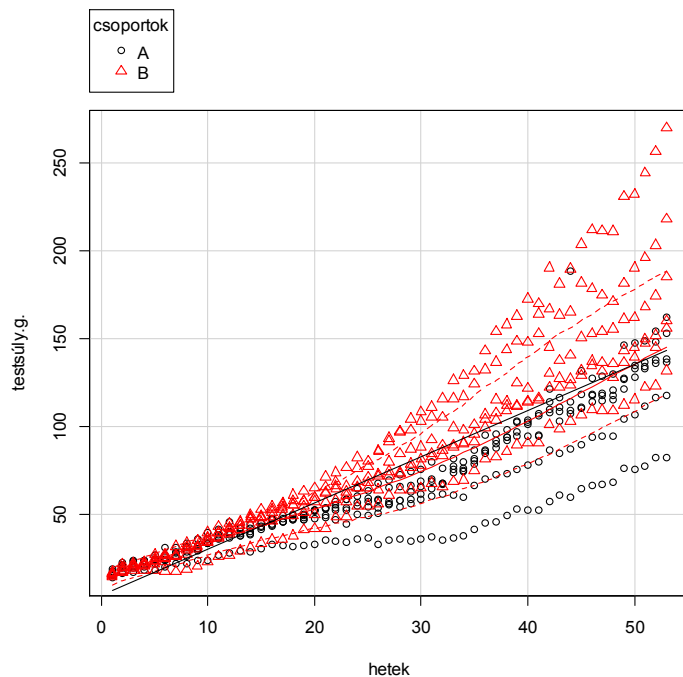
Megfigyelhető, hogy a B-csoport súlygyarapodása szignifikánsan nagyobb. A két boxplot mutatja a csoportok átlagos súlygyarapodását (középső sötét vonal), a minimumokat és maximumokat (téglalapok alsó és felső vonalai) és a szórásokat (szaggatott vonalak).

A **5. kép** mutatja a két csoport legkisebb és legnagyobb egyedét. Jól látható, milyen nagy egyedi eltérések alakultak ki. Az A-csoport legnagyobb teknőse nem sokkal volt nagyobb, mint a B-csoport legnagyobb egyede (162,3 g és 131,6 g). A két csoport 12 állatát összehasonlítva azonban igen jelentős különbségek adódtak. Míg az A-csoport legkisebb egyed testsúlya 82,1 g, addig a legnagyobbé 218,1 g volt, ami 2,65-szörös különbséget jelent.



5. kép. Az A- és B-csoport legkisebb és legnagyobb teknőse (bal oldali kép) és a legkisebb és legnagyobb egyed csoporttól függetlenül (jobb oldali kép)

Az eredmények szerint, a kevert modell alapján, a kiegészítő típusa nem volt hatással ($p=0,644$) a növekedési görbe lineáris részére, amely az 1-17 napos állatok adatait foglalta magába, míg az exponenciális résznél szignifikáns növekedés különbséget ($p=0,026$) figyeltem meg. A B-csoport teknősei nagyobb egyedi különbségeket mutattak, míg az A teknősök növekedése jóval kiegyensúlyozottabb volt (3. ábra). A 25-30. hétig nem tapasztalható jelentős eltérés a két táplálék-kiegészítő hatása között, ezt követően azonban a B-csoport növekedése jelentősen felgyorsult.



3. ábra. A csoportok testsúlyának változása a hetek függvényében

Egyértelmű hogy élesen elkülönül a két növekedési görbe és az is megfigyelhető, hogy a 25-30. héten a B-csoportban gyorsul fel jelentősen a súlygyarapodás.

Az A-csoportbeli állatok páncélja erős és egészséges volt (az értékelési skálán 1-es), míg az összes B-csoportba tartozó teknősénél – a kialakulóféiben lévő MBD első jeleként – különböző mértékben, de enyhén megpuhult a páncél (értékelési skálán 2-es), amit fizikális, tapintásos vizsgálattal egyértelműen diagnosztizálni lehetett. Közülük háromnál (B/1,4,5) a hát- és haspáncél is érintett volt, a másik háromnál (B/2,3,6) pedig csak a haspáncél. A puha páncél 9-10 hónapos kor körül alakult ki. A röntgenvizsgálatok ugyanakkor nem mutattak ki különbséget a csoportok között.

Az állatok növekedési görbéje alapján látható, hogy az első 17 napban kevésbé volt intenzív a növekedésük. Ebből és későbbi vizsgálatok során gyűjtött tapasztalataimból is arra következtetek, hogy a környezetváltozás viszonylag hosszú ideig (1,5-2 hét) befolyásolja az állatok viselkedését. Csökken az étvágyuk és az aktivitásuk is. Az azonos tartási körülmények és táplálás ellenére jelentős méretbeli eltérések alakultak ki a kísérlet végére. Ezt a jelenséget mindkét csoportban megfigyeltem, így nem állt összefüggésben a kiegészítő vitamin típusával. Általánosságban jellemző a hüllőkre az ilyen jellegű különbség, fajtól függetlenül (Ritz és mtsai., 2010a). Természetes élőhelyükön sokkal lassabban fejlődnek a teknősök, mint fogságban tartott társaik (Furrer és mtsai., 2004; Ritz és mtsai., 2010a, 2010b). Az azonban még ismeretlen, hogy mi lenne az ideális növekedési ütem. A felgyorsult növekedés egyik következménye a hiánybetegségek (pl.: MBD) kialakulása. A növekedési ütemet többek között az eleség rosttartalma is befolyásolja. Alacsony (5,9%) és közepes (9,3%) nyersrosttartalmú takarmánnyal etetett zöld leguánok gyorsabban növekedtek, mint a legnagyobb (12,7%) rostot tartalmazó eleséget fogyasztó állatok (Baer és mtsai., 1997). Mindezek miatt alapoztuk a teknősök táplálását különböző, a természetben gyűjthető kétszikű növényekre. A fehérjetartalom csökkentésével is visszafogható a gyarapodás, növényevő fajokról lévén szó a túlzott mértékű bevétel (pl.: állati eredetű fehérje etetése) hamar súlyos vesekárosodást is okozhat. Furrer és mtsai. (2004) óriásteknősök (*Geochelone nigra*) növekedését hasonlították össze a természetben és állatkerti tartás esetén. Az utóbbiak a csökkentett fehérje- és megnövelt rosttartalmú eleség ellenére jelentősen gyorsabban nőttek és megfigyelhető volt a jellegzetes kupolás páncélfejlődés is. Ennek egyik oka minden bizonnyal a teknősök kisebb mozgásterülete és aktivitása (Furrer és mtsai., 2004). A táplálék mellett befolyásolja a páncélalakulást a páratartalom is, a szárazabb környezet elősegíti a torzulást (Wiesner and Iben, 2003). A táplálék emészthetőségének csökkentésével, rosttartalmának növelésével is lassítható a

teknősök növekedése (Hatt és mtsai 2005; Hatt, 2008). Kísérletünkben azonban a fent említett tényezők egyikével sem – mivel a táplálás és a tartási körülmények azonosak voltak – magyarázható a B-csoport gyorsabb növekedése.

Mint az a 9. táblázatban is látható, a „B”-termék számos vitaminból (B₁, B₂, B₁₂, K, E) sokkal többet tartalmazott, mint az „A”-termék, ami magyarázatot adhat a gyorsabb növekedésre. Fontos kiemelni, hogy a „B”-kiegészítő nagyon alacsony (2000 NE/kg sz.a.) D₃-vitamin-tartalma vezetett az enyhe fokú MBD kialakulásához, amit a gyorsabb növekedési ütem csak súlyosbított, de nem ez volt a hiánybetegség elsődleges oka.

A teknősök szignifikánsan **aktívabbak** voltak délután ($p=0,038$). Bár az aktív állatok száma nagyobbak bizonyult a B csoportban, a különbség nem volt szignifikáns.

Az összes egyed jó étvágyúnak bizonyult és egyikük sem mutatott kóros viselkedési formát. A B csoport állatainál jelentkező enyhe MBD, folyamatos javulást mutatott a kísérlet vége után, amikor ezen csoport teknősei is az „A”- terméket kapták. A rendszeres fizikális vizsgálat alapján a kóros folyamat 6-7 hónap után megállt. Ennek számszerűsíthető mérése nem lehetséges, de egyértelműen jelzi az említett készítmény megfelelőségét, hiszen az érintett teknősök mindegyikénél megállt a páncél Ca-tartalmának csökkenése és szilárd páncél alakult ki (az értékelési skálán 1-es).

Az A-csoportba tartozó teknősök egyikénél sem alakult ki D₃-vitamin-túladagolás. Ez a kórkép nem könnyen diagnosztizálható, de egyik tünete a fokozódott Ca-felszívódás következtében kialakuló kóros Ca-lerakódások az érfalban vagy a belső szervekben. A röntgenfelvételeken nem láthatóak ilyen elváltozások. A B-csoport egyedeinek a kórfolyamat megállása még az enyhe megbetegedés esetében is sok időbe telt. Ez egyrészt igazolja, hogy valóban MBD-ről volt szó, másrészt a szájon át alkalmazott vitamin-kiegészítés hatékonysága is bizonyított.

A vizsgálat alapján elmondható, hogy a kereskedelmi forgalomban kapható hullőknek szánt vitaminok és kiegészítők összetétele nem minden esetben igazodik az állatok igényeihez. Ebből a kísérletből is látható, hogy a helytelen tartási körülmények és táplálás ellenére is kialakulhat hiánybetegség, ha nem megfelelő minőségű kiegészítőt adagolunk. Egy rövidebb időtartamú kísérlet esetén nem találtam volna eltérést a két készítmény között és a hiánybetegség tünetei sem jelentkeztek volna (**6. kép**). Mindezek miatt a hasonló témájú vizsgálatoknál hosszabb távú (minimum 8-12 hónap) megfigyelés szükséges. A súlyosabb MBD-nél jelentkező elváltozások (pl.: étvágytalanság, csökkent fizikai aktivitás, páncéltorzulás- és megpuhulás) egyike sem

lépett fel. Ezért javasolni lehet az állattartóknak, hogy a páncél vizsgálatával is ellenőrizzék az teknősök egészségi állapotát.



6.kép. A két csoport (felső sorban az A és alsó sorban a B-csoport) egyedei a kísérlet 8. hónapjában

A képen látható, hogy a 8. hónapban már kezd érzékelhetővé válni a növekedési ütem közötti különbség.

A kísérlet célja az volt, hogy két gyári készítmény („A” és „B”) hosszú távú hatását vizsgáljam, nem az, hogy konkrét szükségleti értékeket határozzak meg. Így a következtetések csak erre vonatkozó ajánlások lehetnek. A Hoby és mtsai. (2010) által, sisakos kaméleonoknak (*Chamaeleo calyptatus*) javasolt 25 000NE/kg-os D₃-vitamin-tartalmú kiegészítés is az „A”-termékhez áll közelebb. A 150g/kg Ca-tartalmú termék megfelelő választásnak tekinthető. Növekedésben lévő, zárt térben alacsony UV-B-sugárzás mellett vagy UV-lámpa nélkül tartott szárazföldi teknősöknek ajánlott a nagy D₃-vitamin tartalmú termék, amellyel megelőzhető az MBD kialakulása. Célszerű elkerülni az egyéb vitaminok, különösen a zsírban oldódók napi szintű, nagy dózisú adagolását („B”-termék), mert fokozza az állatok étvágyát és ezen keresztül a növekedési ütemüket. A fentiek alapján tehát olyan táplálék-kiegészítő javasolható, amelynek összetétele az „A”-készítményéhez áll közelebb.

A vizsgálat legfontosabb megállapításai az alábbiak.

- Táplálék-kiegészítők vizsgálatakor ajánlatos hosszabb időtartamot (10-12 hónap) választani, ellenkező esetben nem feltétlenül derül fény a termék esetleges hiányosságaira.

- Növényevő szárazföldi teknősök számára nagy D₃-vitamin és Ca-tartalmú, por állagú kiegészítő napi adagolás javasolt az MBD megelőzésére. A saját vizsgálatomban alkalmazott 150 g/kg Ca és 50 000 NE/kg D₃-vitamin tartalmú termék, vagy ahhoz hasonló alkalmazása 1,5g/100 g friss eleség adagban megfelelő.

7.2. KÜLÖNBÖZŐ TÁPLÁLÉK-KIEGÉSZÍTŐK HOSSZÚ TÁVÚ HATÁSA A SZAKÁLLAS AGÁMÁK NÖVEKEDÉSÉRE, EGÉSZSÉGI ÁLLAPOTÁRA ÉS EGYES VÉRPARAMÉTEREIRE

7.2.1. Anyag és módszer

Az agámákat (n=36) egyedileg, 790x570x420 mm-es műanyag terráriumokban helyeztem el, amelyek aljára újságpapírt tettem (7. és 8. kép). Mindegyik egyed rendelkezett búvóhellyel és itatóval. Egyedileg elhelyezett kompakt UV-B-izzó (26 W) biztosította az UV-B-sugárzást, amelynek mértéke “napozórész” alatt (25 cm-es távolság) 30-42 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ volt.



7. kép. A kísérlethez készített egyedi terrárium



8. kép. Az állatház az egyenként elhelyezett agámákkal és a terem hátulsó felében lévő teknősterráriumokkal

Az egy hónapos korban érkezett állatokat (31 hím és 5 nőstény) véletlenszerűen 6 csoportba ($n=6$) soroltam. A vizsgálatokhoz kereskedelmi forgalomban kapható készítményeket használtam. A kísérleti elrendezést és a táplálék-kiegészítőket a **11. táblázat** tartalmazza. Az UV-B-sugárzás és Ca-ellátás hatásait vizsgáltam az alábbi csoportok kialakításával:

- $KCa_1ND_3+nincs\ UV$ = kicsi Ca + nagy dózisú p.o. D_3 -vitamin, UV-B-lámpa nélkül,
- KCa_1ND_3+UV = kicsi Ca + nagy dózisú p.o. D_3 -vitamin, UV-B-lámpával,
- $KCa_1KD_3+nincs\ UV$ = kicsi Ca + kicsi dózisú p.o. D_3 -vitamin, nincs UV-B-lámpa,
- KCa_1KD_3+UV = kicsi Ca + kicsi dózisú p.o. D_3 -vitamin, UV-B-lámpával,
- NCa_1+UV = nagy Ca, UV-B-lámpával,
- NCa_2+UV = nagy Ca, UV-B-lámpával,

A kis kalciumszintű (Ca_1) csoportokban a Ca-kiegészítést kalcium-karbonát+foszfát-tartalmú készítménnyel biztosítottam. A nagy kalciumszintű csoportokban két különböző Ca-forrást vizsgáltam, a kalcium-karbonát+foszfátot (NCa_1+UV) és a kalcium-glükonátot (NCa_2+UV) tartalmazókat. A csoportok kialakításánál figyelembe vettem, hogy kalcium- és D_3 -vitamin-kiegészítés nélkül MBD kialakulásával kell számolni, ezért nincs negatív kontrollcsoport (Ca és/vagy D_3 -vitamin nélküliek).

11. táblázat. Az agámák kísérleti elrendezése és az alkalmazott kiegészítők

Csoport	Ca (g/100 g sz.a.)	D ₃ -vitamin (NE/100 g sz.a.)	UV-B lámpa óra/nap
KCa ₁ ND ₃ +nincs UV	2,7	879	-
KCa ₁ N _D ₃ +UV	2,7	879	12
KCa ₁ KD ₃ +nincs UV	2,7	36	-
KCa ₁ KD ₃ +UV	2,7	36	12
NCa ₁ +UV	5,4	-	12
NCa ₂ +UV	5,4	-	12

KCa₁ND₃+nincs UV= kicsi Ca + nagy dózisu p.o. D₃-vitamin, UV-B-lámpa nélkül; KCa₁ND₃+UV= kicsi Ca + nagy dózisu p.o. D₃-vitamin,UV-B-lámpával; KCa₁KD₃+nincs UV= kicsi Ca + kicsi dózisu p.o. D₃-vitamin, nincs UV-B-lámpa; KCa₁KD₃+UV= kicsi Ca + kicsi dózisu p.o. D₃-vitamin, UV-B-lámpával; NCa₁+UV= nagy Ca, UV-B-lámpával; NCa₂+UV = nagy Ca, UV-B-lámpával
Ca₁=kalcium karbonát/foszfát; Ca₂=kalcium glükonát

Az agámák heti 5 alkalommal kaptak táplálékot, a reggeli órákban növényi eleséget ettek (1/3 rész saláta,1/3 rész uborka és 1/3 rész alma és répa; összesen sz.a.-ban 40%). Ezzel kívántam elérni, hogy az állatok lehető legtöbb növényi táplálékot fogyasszák el, ami különösen a felnőttek esetében fontos az elhízás megelőzése érdekében. Kora délután kapták az állati eredetű táplálékot (sz.a.-ban 60%). Az agámák kis testmérete miatt, 5 hónapos korig alombogár lárvát (*Alphitobius diaperinus*), ezt követően pedig lisztkukacot (*Tenebrio molitor*) ettek. Tíz hónapos korig a kisebbre növvő házi tücsköt (*Acheta domesticus*), majd a nagyobb méretű kétfoltos tücsköt (*Gryllus bimaculatus*) adtam az agámáknak. A vizsgált táplálék-kiegészítőket a növényi és állati eleséggel együtt kapták az állatok.

Az agámák testsúlyát (g-ban) és testhosszúságát (orrcsúcstól a hátulsó lábak vonaláig, mm-ben) hetente mértem 16 hónapon át. A vérvételre kiválasztott 18 egyednél (csoportonként 3) 8, 12 and 15 hónapos korban került sor a röntgenvizsgálatokra. Minden kísérleti csoportból ugyanazon 3 egyedről vettem vért (**9. kép**) egy alkalommal 7, 9, 11, 13, 15 hónapos korban, valamint 16 hónaposan 2 hetes időközzel kétszer (n=18).



9. kép. Vérvétel a ventralis farokvénából

A csoportok testsúly- és testhossz adatait ANOVA-módszerrel hasonlítottam össze. Az egyes paraméterekhez tartozó normál értékeket Reference Value Advisor v2 programmal számítottam ki, nem paraméteres módszerrel (Geffré és mtsai., 2011).

A vérvétel előtti táplálékfogyasztás hatásainak vizsgálatára (ami különösen érinti a húgysavszintet) a második (9. hónap), a negyedik (13. hónap) és az ötödik (15. hónap) vérvételt megelőzően 24 órát koplaltak az állatok. A mért paraméterek a következők voltak: Ca, Ca²⁺, húgysav, összfehérje, ALT, Na⁺, K⁺. Minden vérparaméter esetében kiszámítottam az átlag és szórás értékeit. Vegyes modellt alkalmaztam az UV-fény, az életkor, a koplalás és a kiegészítő Ca-forrás hatásainak vizsgálatakor.

7.2.2. Eredmények és azok értékelése

Az agámák egyike sem mutatta az MBD tüneteit és a röntgenvizsgálatok is igazolták a megfelelő egészségi állapotukat. Sem az állatok **testsúlyában**, sem a **testhosszában** nem találtam szignifikáns különbségeket az egyes csoportok között a kísérlet elején és végén (**12. táblázat**). A **10. és 11. képek** a kísérlet elején és végén készültek az agámákról.

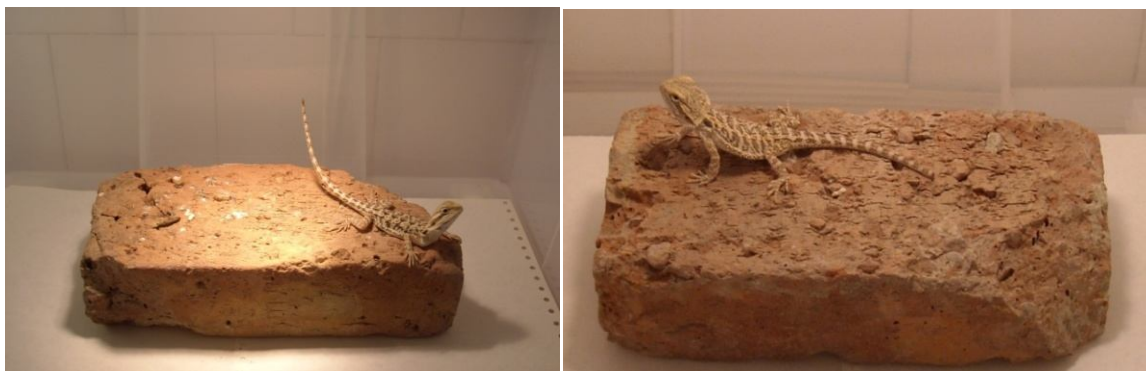
12. táblázat. A kísérleti csoportok induló és záró testsúlya, valamint testhossza

	KCa ₁ ND ₃ +nUV	KCa ₁ ND ₃ +UV	KCa ₁ KD ₃ +nUV	KCa ₁ KD ₃ +UV	NCa ₁ +UV	NCa ₂ +UV	p
induló TS (g)	6,8±1,6	7,0±1,3	6,5±1,6	7,4±0,9	6,3±1,9	6,5±1,5	0,833
záró TS (g)	293,2±59,4	234,2±34,0	303,4±46,8	294,6±47,9	316,7±75,9	303,2±56,8	0,357
induló TH (mm)	52,5±5,2	53,8±4,9	52,8±7,2	55,8±3,8	52,8±7,2	55,8±3,8	0,914
Záró TH (mm)	183,0±8,1	169,3±10,0	182,7±12,0	179,6±16,0	187,6±16,4	182,7±11,6	0,409

TS=testsúly, TH=testhossz,

KCa₁ND₃+nUV= kicsi Ca + nagy dózisú p.o. D₃-vitamin, UV-B-lámpa nélkül; KCa₁ND₃+UV= kicsi Ca + nagy dózisú p.o. D₃-vitamin, UV-B-lámpával; KCa₁KD₃+nUV= kicsi Ca + kicsi dózisú p.o. D₃-vitamin, nincs UV-B-lámpa; KCa₁KD₃+UV= kicsi Ca + kicsi dózisú p.o. D₃-vitamin, UV-B-lámpával; NCa₁+UV= nagy Ca, UV-B-lámpával; NCa₂+UV = nagy Ca, UV-B-lámpával

Ca₁=kalcium karbonát/foszfát; Ca₂=kalcium glükonát



10. kép. Agámák a kísérlet indulásakor



11. kép. Agámák a kísérlet végén

Mivel a kísérleti csoportok növekedési üteme nem tért el és az egyedek klinikailag egészségesek voltak, a vizsgált kiegészítők (vitamin- és ásványianyag-kiegészítők, UV-lámpa) és az alkalmazott módszerek mindegyike megfelelőnek bizonyult.

Az életkor hatását az egyes paraméterekre a **13. táblázat** mutatja. A vérvizsgálati eredményeket és a kezelések (Ca vagy Ca+D₃-vitamin; UV-B-sugárzás, Ca-forrás, koplalás, életkor) azokra gyakorolt hatásait a **14. táblázat** tartalmazza.

13. táblázat. Az életkor (\leq vagy >13 hónapos kor) hatása az egyes paraméterekre és a Reference Vaule Advisor programmal készített referencia tartományok (összes). n=126/paraméter

Paraméter	összes	növendék (≤ 13 hónapos kor)	felőtt (> 13 hónapos kor)	p _{életkor}
Ca (mmol/l)	1,7-3,3	2,2 – 3,5	1,4 – 4,1	p<0,0001*
Ca ²⁺ (mmol/l)	0,8 – 1,4	0,9 – 1,4	0,6 – 1,5	p=0,9201
Húgysav (μ mol/l)	78,9 – 952,0	86,4 – 724,0	51,1 – 1412,5	p=0,012*
^a Húgysav (μ mol/l)	51,1 – 700,5	87,0 – 910,4	39,8 – 587,7	
^b Húgysav (μ mol/l)	136,9 – 1292,1	126,2 – 708,7	100,6 – 1406,9	
Összfehérje (g/l)	40,2 – 99,5	38,2 – 93,5	49,5 – 116,0	p=0,0016*
ALT (NE/l)	1,0 – 34,8	0,9 – 18,6	0,9 – 63,1	p=0,0002*
Na ⁺ (mmol/l)	143,9 – 184,2	143,5 – 175,9	138,3 – 186,3	p=0,0004*
K ⁺ (mmol/l)	1,2 – 6,3	0,9 – 6,7	1,8 – 6,2	p=0,3198

a=24 órás koplalás után, b=koplalás nélkül, *szignifikáns különbség

14. táblázat. Az egyes kezelési csoportokban mért vérparaméterek értékei (tartomány, átlag±szórás) és a kezelések hatásai (p), n=21/csoport

Paraméter		KCa ₁ ND ₃ +nUV	KCa ₁ ND ₃ +UV	KCa ₁ KD ₃ +nUV	KCa ₁ KD ₃ +UV	NCa ₁ +UV	NCa ₂ +UV	összes	p _{kiegészítő}	p _{Ca- forrás}	p _{UV}	p _{kopialás}
Ca (mmol/l)	átl.±sz.	2,4±0,3	2,5±0,4	2,3±0,5	2,6±0,4	2,6±0,3	2.8±0.6	2,6±0,5	0,1213	0,0512	0,0489*	0,0082*
	tart.	2,0-3,0	1,7-3,1	1,4-3,1	1,7-3,2	1,9-3,0	1.9-4.5	1,4-4,5				
Ca ²⁺ (mmol/l)	átl.±sz.	1,2±0,2	1,2±0,1	1,1±0,2	1,3±0,1	1,3±0,1	1.3±0.1	1,2±0,2	0,6431	0,4036	0,0222*	0,4297
	tart.	0,8-1,4	1,0-1,5	0,5-1,4	1,1-1,5	1,1-1,4	0.9-1.4	0,5-1,5				
Húgysav (μmol/l)	átl.±sz.	334,3±233,2	406,8±220,3	229,0±123,7	457,1±351,2	400,2±258,9	330.0±176.3	357,6±243,0	0,1199	0,6000	0,0037*	<0,0001*
	tart.	89,0-979,0	82,0-800,7	51,0-453	115-1469	119-1087	142-757	51-1469				
Összfehérje (g/l)	átl.±sz.	74,2±19,2	66,1±15,5	58,6±11,0	66,5±11,5	59,5±11,8	71,5±12,5	66,2±14,9	0,2118	0,2826	0,4774	0,9063
	tart.	39,5-20,6	41,3-96,1	37,4-78,5	42,4-89,2	40,5-83,0	49,8-93,9	37,4-120,6				
ALT (NE/l)	átl.±sz.	-	-	-	-	-	-	-	0,1754	0,6736	0,3345	0,0422*
	tart.	<1,0- 83,0	<1,0-13	<1,0-80	<1,0-13	<1,0-71	<1,0-24	<1,0-83				
Na ⁺ (mmol/l)	átl.±sz.	160,3±6,1	161,9±5,9	163,2±10,4	160,5±8,3	158,9±9,9	160,3±6,7	160,9±8,0	0,3663	0,8745	0,7325	0,1582
	tart.	144,0-173,0	151-178	143-187	148-185	133-180	148-174	133-187				
K ⁺ (mmol/l)	átl.±sz.	4,1±1,0	4,6±0,9	3,3±0,8	3,9±0,9	3,8±0,9	3,3±1,1	3,9±1,1	0,0543	0,8745	0,1410	0,0001*
	tart.	2,4-7,1	2,5-6,3	1,6- 4,7	1,2-5,1	0,8-5.3	1,0-4,8	0,8-7,1				

átl.±sz.=átlag±szórás, tart.=tartomány

KCa₁ND₃+nUV= kicsi Ca + nagy dózisú p.o. D₃-vitamin, UV-B-lámpa nélkül; KCa₁ND₃+UV= kicsi Ca + nagy dózisú p.o. D₃-vitamin,UV-B-lámpával; KCa₁KD₃+nUV= kicsi Ca + kicsi dózisú p.o. D₃-vitamin, nincs UV-B-lámpa; KCa₁KD₃+UV= kicsi Ca + kicsi dózisú p.o. D₃-vitamin, UV-B-lámpával; NCa₁+UV= nagy Ca, UV-B-lámpával; NCa₂+UV = nagy Ca, UV-B-lámpával

Ca₁=kalcium karbonát/foszfát; Ca₂=kalcium glükonát

*szignifikáns különbség

Látható, hogy a kiegészítő típusának (Ca vagy Ca+D₃-vitamin) nem volt jelentős hatása. Ugyanez mondható el a **Ca-forrásról** (Ca–karbonát/foszfát vagy Ca–glükonát) is. Ugyanakkor több tényezőnek is szignifikáns hatása volt az egyes vérparaméterekre. Mindezek mellett azonban érdemes megjegyezni, hogy mivel az UV-nélküli, alacsony p.o. D-vitamin-kiegészítésben részt agámák plazma Ca-szintjei voltak a legalacsonyabbak (nem szignifikáns szinten), ez a kezelés javasolható a legkevésbé.

Mivel sem a **Ca** kémiai formája (Ca₁ vagy Ca₂ csoportok) sem az adagolt mennyisége (KCa vagy NCa csoportok) nem befolyásolta a plazma Ca-szintjét, a 150 g/kg Ca-tartalmú táplálék-kiegészítő alkalmazása 1,5-2 g/friss takarmány és/vagy az eleségállatok megszórása megfelelőnek tűnik és fedezi a hullók igényeit. A Ca-foszfát a legáltalánosabban használt kiegészítő Ca-forrás. Az alkalmazásakor érdemes figyelembe venni, hogy – ellentétben a Ca-karbonáttal/glükonáttal – P-többletet jelent, amelyből a táplálékállatként használt ízeltlábúak eleve sokat tartalmaznak (7-10 g/kg).

Az **UV-lámpa** alkalmazása (KCa₁ND₃+UV; KCa₁KD₃+UV; NCa₁+UV; NCa₂+UV csoportok) szignifikánsan emelte a Ca és Ca²⁺ szintjét. Mivel a p.o. D₃-vitamin-kiegészítésnek nem volt ilyen hatása, megállapítható, hogy az UV-B-sugárzás a szakállas agáma esetében hatékonyabb az említett paraméterek növelésében. Azt azonban fontos kiemelni, hogy a mért szintek mindegyik kezelési csoportban az egészséges állatokra vonatkozó referenciatartományba estek. Hoby és mtsai. (2010) sisakos kaméleonoknál az UV-B-lámpa (10 óra/nap) és a p.o. D₃-vitamin-kiegészítés (25 000 NE/kg tartalmú kiegészítő) együttes alkalmazását javasolja. Saját tapasztalatok alapján az UV-fény és a p.o. D₃-vitamin önmagában is megfelelő Ca- és Ca²⁺-szintet alakít ki a plazmában. A nagy D₃-vitamin-tartalmú termék és az UV-B-lámpa együttes alkalmazása (KCa₁ND₃+UV csoport) sem vezetett D-vitamin-túladagoláshoz. Hasonlóan a teknősöknél említetthez, itt sem észleltem a röntgenvizsgálatokon kóros Ca-lerakódást. Az agámák élettani tartományba eső vérbeli Ca-szintje is alátámasztja a megfigyelést. A húgysavnál leírt hatás véleményem szerint nem az alkalmazott kezeléssel, hanem ezen paraméter eleve nagymértékű változékonyságával áll összefüggésben.

A Ca²⁺ (p=0,9201) és K⁺ (p=0,3198) kivételével az **életkor** is szignifikánsan befolyásolta (14. táblázat) a paramétereket. Egyértelmű, lépcsőzetes növekedést mutatott az összfehérje. A többi paraméterre – az értékek ingadozása miatt – ez nem volt, jellemző, következésképpen a matematikai szignifikanciát az egyedi értékek változékonysága okozza. Ebből adódóan, különösen akkor, ha a mért érték a referencia tartomány szélére esik, javasolható az ismételt mintavétel. A 14. táblázatban található információk a klinikai praxis számára is hasznos, egészséges szakállas agámákra vonatkozó értékeket tartalmaznak.

Az életkor hatását az összfehérjénél érdemes számításba venni, hiszen itt azzal összefüggésben lépcsőzetes növekedést tapasztaltunk. Ez a paraméter kevésbé érzékeny a rövidtávú tárolási körülményekre (Alberghina és mtsai., 2015). A húgysav és az ALT esetében nem figyeltem meg hasonló tendenciát, a szignifikancia a paraméterek eleve nagymértékű varianciája miatt alakulhatott ki.

Az **Ca**-értékek összhangban voltak a szakállas agámára jellemző irodalmi adatokkal (1,9-3,2 mmol/l, Cranfield és mtsai., 1996; 2,2-6,8 mmol/l, Eliman, 1997; 2,4-3,7 mmol/l, Tamukai és mtsai., 2011). A nőstényeknél tapasztalható magasabb szintet több más hullófajban is feljegyezték (Knotková et al., 2005; Eatwell, 2009; Szőke et al., 2012; Scope et al., 2013; Andreani et al., 2014). Ebben a kísérletben a nőstények egyedszáma alacsony volt, de esetükben nagyobb volt az átlagos plazmabeli koncentráció (3,1±1,6 szemben a 2,5±0,4 mmol/l-rel). Az – Oonincx és mtsai. (2013) által – szakállas agámákról közölt magasabb (3,5-13,1 mmol/l) tartomány is ezzel áll összefüggésben. A saját vizsgálatomban is két nősténynél 9 mmol/l feletti értékeket is kaptam, amelyek – mivel nem a kísérleti kezelés, hanem az élettani állapot eredményei – nem kerültek bele a statisztikai értékelésbe. A tojásépítésre való felkészüléssel összefüggésben – a csontokból történő Ca-mobilizálás miatt – akár klinikai hiánytüneteket (csontozat meggyengülése, törések) mutató hullóknél is mérhető kiugróan magas (7,14 mmol/l) érték (Knotek és mtsai., 2003). Az agámák egészségi állapotát a heti testsúly és testhossz mérések során ellenőriztem. Egyik egyed sem mutatott az MBD-vel összefüggésben lévő klinikai tüneteket, amelyek utalhatnak a megbetegedés korai szakaszára (pl.: izomgyengeség, izomremegés, étvágytalanság, „gumiállkapocs”).

A **Ca²⁺**-ra vonatkozó irodalmi adatok csupán néhány fajra korálozódnak. Európai szárazföldi teknősökben 1,2-1,95 mmol/l-t (Eatwell, 2009), zöld leguánban 1,5±0,1 mmol/l-t (Dennis és mtsai., 2001), királypítonban (*Python regius*) pedig 1,8 mmol/l-t (Hedley és Eatwell, 2013) mértek. Az általam megállapított átlagértékek (1,2±0,2 mmol/l) is ebbe a tartományba esnek. A **Ca²⁺**-szintek nem haladták meg az 1,5 mmol/l-t még magas Ca-érték (>9 mmol/l) esetében sem. Hasonló jelenséget írt le Holz (2007) is, ahol 5,8 mmol/l-es Ca-koncentrációnál a **Ca²⁺** nem haladta meg az 1,9 mmol/l-es szintet. Ismeretes, hogy a **Ca²⁺** vérbeli koncentrációja erősen szabályozott folyamat, ugyanis az alkalózis miatti alacsony szint tetániához vezethetne. Hullóknben a **Ca²⁺**-értéket kevésbé befolyásolja az évszak, az ivar (Nevarez és mtsai., 2002, Dennis és mtsai., 2001; Holz, 2007; Eatwell, 2007, 2009), mint a Ca-ot. Ezt a saját vizsgálati adatok is igazolják, ami miatt hasznos lehet ezen paraméter a mindennapi praxisban is. Az össz Ca-al együttesen mérve segítheti a diagnózist, csökkent szintje Ca-hiányos állapotra utal.

Hüllőknél sok esetben már csak súlyos elváltozás esetén jelentkeznek a klinikai tünetek, ezért is lenne fontos az egyedek hosszú távú megfigyelése és előéletük, tartási körülményeik ismerete. Ha összevetjük ezen vizsgálat **húgysav**-értékeit a szakállas agámák irodalmi adataival (172,4-594,9 $\mu\text{mol/l}$, Cranfield és mtsai., 1996; 96-678 $\mu\text{mol/l}$, Eliman, 1997; 118,9-1873,6 $\mu\text{mol/l}$, Tamukai és mtsai., 2011), látható, hogy mértem jóval alacsonyabb (51 $\mu\text{mol/l}$) és magasabb koncentrációt is (1469 $\mu\text{mol/l}$). Hasonlóan eredményre jutott Tamukai és mtsai. (2011) is, a téli időszakban 1873,6 $\mu\text{mol/l}$ -t, míg nyáron a legmagasabb csupán 565,1 $\mu\text{mol/l}$ volt. Az adatok alakulása összefüggésben állhat a téli alacsonyabb hőmérséklettel, ami lassítja az anyagcserét. Az agámák táplálékfogyasztása is minden bizonnyal befolyásoló hatású, de erre vonatkozóan nem állnak rendelkezésre információk. Az említett tényezők miatt is igen nehéz megfelelő referenciaértékeket felállítani. Ezt elősegíthetik olyan vizsgálatok, amelyekben azonos körülmények között tartott (táplálás, hőmérséklet, elhelyezés), többször vizsgált hüllőktől származnak adatok, mint amilyen a bemutatott saját vizsgálatom is volt. A húgysav értékei nagyon széles tartományban mozogtak. Míg a legalacsonyabb 51 $\mu\text{mol/l}$, a legmagasabb 1469 $\mu\text{mol/l}$ volt.

A biokémiai paraméterek közül az enzimek diagnosztikai értéke jóval kisebb, mint az emlősöknél. Ennek oka, hogy kevésbé szerv- vagy szövetspecifikusak (Wagner és Wetzel, 1999) és a referenciatartományok is nagyon szélesek, fajoként is eltérést mutatnak. Az **ALT**-re jellemző, hogy a legtöbb szövettípusban megtalálható (Wagner and Wetzel, 1999). Szakállas agámában Elimann (1997; <3-5 NE/l) alacsony értékeket állapított meg, míg Tamukai és mtsai. (2011) jóval nagyobb (1,0-54 NE/l) szinteket írtak le. A saját eredményeim még szélesebb tartomány – egy egyednél <1 és 80 NE/l között – találtam. A jelenséget csoporttól függetlenül megfigyeltem, így az nem a kezelések következménye. Amíg ennek oka nem tisztázott, illetve ennyire szélsőségesek az adatok, az ALT diagnosztikai értéke megkérdőjelezhető.

A kísérletemben mért **összfehérje** értékek közelebb állnak a Cranfield és mtsai. (1996) által leírtakhoz (20-27 g/l), mint Tamukai és mtsai. (2011) eredményeihez (32-82 g/l). Az általam megfigyelt életkorral való emelkedést más közlemény még nem írta le, amelynek oka, hogy fejlődésben lévő egyedek hosszú távú vizsgálatainak száma korlátozott, illetve azokban nem mérték ezt a paramétert.

A **Na⁺**-ra és **K⁺**-ra vonatkozóan még viszonylag kevés gyíkfajról, azon belül a szakállas agámáról (Tamukai és mtsai., 2011) és zöld leguánról (Nevarez és mtsai., 2002) vannak irodalmi adatok. Saját vizsgálati eredményeim is hasonló tartományokat mutatnak, leginkább a leguánok értékeihez állnak közelebb, de az eltérés egyik fajhoz viszonyítva sem jelentős. A **Na⁺** növekedéséhez vezethet a fokozott vízvesztés vagy a csökkent vízfelvétel (pl.: szájüregi gyulladás vagy nem megfelelő itatási technológia

miatt). McArthur (2004) szerint az 5,5 mmol/l feletti K^+ -koncentráció kórosnak tekinthető. Ennek ellenére klinikailag egészséges egyedekben is mértek magasabb értékeket (7; 8,7 és 13,9 mmol/l; Holz, 2007; Eatwell, 2007; Andreani és mtsai., 2014), csakúgy, mint a saját vizsgálatomban. Emelkedést okozhatnak a vérminták kezelése során felmerülő technológiai hibák (pl.: hemolysis, magas hőmérsékleten tárolt minta) is, ezért fontos, hogy azokat a lehető leghamarabb dogozzák fel és addig is $4^{\circ}C$ -on tárolják (Abou-Madie és Jacobson, 2003). Csökkent K^+ -ot ($<2\text{mmol/l}$) idézhet elő a bélgyulladás vagy a hiányos bevitel. Továbbá a Na^+ és a K^+ esetében is számolni lehet évszakos ingadozással (McArthur, 2004; Holz, 2007). A Na^+ - és K^+ -értékek (kivéve a fentebb említett két esetet) megfeleltek az irodalmi adatoknak (Marks és Citino, 1990; Mathes és mtsai., 2006; Andreani és mtsai., 2014).

A **koplalás** szignifikánsan ($p<0,0001$) csökkentette a húgysavszinteket (2., 4. és 5. mintavétel). Ugyanezt tapasztaltam a K^+ esetében is ($p=0.0001$), de ennek kicsi a gyakorlati jelentősége. A többi biokémiai paraméterre azonban nem volt hatása.

A koplalás igen jelentősen befolyásolta a plazma húgysavszintjét. A mintavétel előtt elfogyasztott fehérjemennyisége, biológiai értéke és a kettő között eltelt idő gyakorlati jelentősége emelhető ki. Mindezek miatt a vérvizsgálat előtt 24 órás koplaltatás javasolható. Rövidebb (2 óra) időtartamnak nincs hatása erre a paraméterre (Anderson és mtsai., 2011). Az így kapott eredmények sokkal jobban tükrözik a vesék állapotát. Saját vizsgálatunkban egyazon agámától mért minimum-maximum értékek $50\text{-}409\ \mu\text{mol/l}$ voltak. A koplalás K^+ -ra gyakorolt hatásának jelentősége kicsi, átlagosan csupán pár tizeddel alacsonyabb értékről van szó.

A vizsgálat legfontosabb megállapításai az alábbiak.

- Az eredmények alapján azt a következtetést lehet levonni, hogy egyik kezelésne sem volt számottevő hatása, nem jeletkezett hiánybetegség és túladagolás sem. Mivel a kicsi D-vitamin-tartalmú és UV-lámpa nélküli (KCa_1KD_3+UV nincs csoport) egyedeknek volt a legalacsonyabb Ca-szintjük a plazmában – bár az eltérés nem volt szignifikáns – ilyen összetételű termék választásakor javasolható az UV-B-sugárzás egyidejű biztosítása is. Ezzel – még gyorsabb fejlődés esetén is – megelőzhető az MBD kialakulása.
- A napi 12 órás UV-B-sugárzás –függetlenül az esetleges p.o. adagolt D_3 -vitamintól – emeli a vérplazma Ca és Ca^{2+} szintjét.
- Mivel a vérvétel előtti táplálékfelvétel jelentős hatással van a plazma húgysavszintjére, a pontosabb diagnosztikai érték miatt 24 órás koplaltatás javasolható a mintavétel előtt szakállas agámánál.

- Az életkor növekedésével párhuzamosan számolni kell az összfehérje plazmabeli koncentrációjának emelkedésével. A kapott eredmények egészséges állatokra vonatkozó referenciaértékként használhatók.

7.3. A GÖRÖG TEKNŐSÖK EGYES VÉRPARAMÉTEREINEK VIZSGÁLATA

7.3.1. Anyag és módszer

A teknősök a vérvétel megkezdésekor 2,5 évesek voltak. Napi egyszer, reggelente kaptak kerti zöldekre alapozott eleséget (gyermekláncfű, tyúkhúr, nagy útifű és fehér here). Két különböző keveréket (1-es és 2-es) készítettem. Az 1-es összeállításon belül két alcsoportot hoztam létre az időjárásnak, évszaknak megfelelően (1a keveréket tavasztól őszig, 1b keveréket pedig télen fogyasztották), mivel a kétszikű növények nem elérhetőek a szükséges mennyiségben a téli időszakban. Az 1a-keverék fő összetevője gyermekláncfű (2/3-ad részt sz.a.-ra vonatkoztatva), illetve tyúkhúr, pázsitfű, útifű és fehér here volt (együtt 1/3-ad részben). Télen (nagyjából 2.5 hónapon át) – mivel az időjárás miatt az említett kerti zöld növények nem voltak elérhetőek, az 1b keveréket kapták a teknősök, melynek összetevői rukkola (2/3-ad rész), sárgarépa zöldje és saláta (1/3-ad együtt) volt. A 2-es számú keverék – évszaktól függetlenül – friss reszelt zöldségekből (2/3-ad részben kígyóuborka, 1/3-ad részben alma és répa) állt össze. Az összetétel a 8. táblázatban látható. Csoportonként 600±20 g friss keveréket kaptak. Ehhez por állagú táplálék-kiegészítőt adagoltam naponta (1,5 g/100 g friss eleség mennyiségben; 150 g/kg sz.a. Ca, 50 000 NE/kg sz.a.).

A vérmintákat (0,5-1 ml/állat/alkalom) kéthavonta vettem február és október között a dorsalis farokvénából heparinos csövekbe (**12. kép**). A mért paraméterek a következők voltak: kalcium (Ca), ionizált kalcium (Ca^{2+}), P, AST, húgysav, Na^+ , K^+ . Technikai problémák miatt a második vérvételkor nem tudtunk AST-t mérni.

Az adatok elemzéséhez lineáris kevert modellt használtam. A paraméterek magyarázó változóként, a mintavételek fix faktorként, az egyedek pedig random faktorként szerepeltek a modellben. A Ca és Ca^{2+} közötti összefüggést Spearmann-féle korrelációs számítással vizsgáltam.



12. kép. Vértétel a dorsalis farokvénából

7.3.2. Eredmények és azok értékelése

A 15. táblázat tartalmazza az egyes vérvételi időpontokban mért eredményeket (n=12/minta). Amint az látható az AST kivételével (p=0,153) az egyes mintavételekkor mért értékek között szignifikáns eltérés volt (p<0,001), de ez nem követtett egyértelmű növekvő vagy csökkenő tendenciát. Az eltérések oka, hogy még egyazon állat esetében is ingadozást mutatnak az alapértékek.

15. táblázat. Az 5 mintavétel eredményei (tartomány, átlag±szórás). n=12/minta

Paraméter	p		minta 1	minta 2	minta 3	minta 4	minta 5
Ca (mmol/l)	<0,001*	tart.	2,1-2,5	2,2-2,8	2,2-2,5	1,6-2,4	2,3-2,8
		átl.±sz.	2,3±0,1	2,6±0,2	2,4±0,1	1,9±0,2	2,5±0,2
Ca ²⁺ (mmol/l)	<0,001*	tart.	1,0-1,5	1,4-1,9	1,5-1,8	0,5-1,3	1,2-1,6
		átl.±sz.	1,3±0,1	1,7±0,1	1,7±0,1	0,7±0,3	1,4±0,1
P (mmol/l)	<0,001*	tart.	0,9-1,5	0,5-0,8	0,9-1,4	1,0-2,0	1,0-1,7
		átl.±sz.	1,2±0,2	0,7±0,1	1,1±0,2	1,3±0,3	1,3±0,2
Húgysav (μmol/l)	<0,001*	tart.	94,0-266	27,9-200	4,2-151,2	71,7-256	42,2-156,7
		átl.±sz.	164,3±47,8	87,6±46,7	92,4±41,3	168±48,3	92,8±32,0
AST (NE/l)	0,154	tart.	55,0-133	-	35,0-141	35,0-140	51,0-280
		átl.±sz.	87,2±23,3	-	61,2±30,2	66,3±30,5	92,5±68,5
Na ⁺ (mmol/l)	<0,001*	tart.	122-131	122-130	126-137	125-138	123-132
		átl.±sz.	125,6±2,5	125,3±2,6	132±3,2	129±3,5	125±3,0
K ⁺ (mmol/l)	<0,001*	tart.	3,5-4,6	3,9-5,4	3,9-5,2	4,5-6,0	3,9-4,9
		átl.±sz.	3,9±0,4	4,7±0,5	4,4±0,4	5,2±0,4	4,3±0,3

*szignifikáns különbség; tart.=tartomány; átl.±sz.=átlag±szórás

A 16. táblázatban láthatók az összes adatra vonatkozóan (n=60/paraméter) az egyes vérparaméterek kapcsán mért értéktartományok, konfidencia-intervallumok (95%) és átlagok a szórással.

16. táblázat. A teknősök egyes vérparamétereikhez tartozó értéktartományok, konfidencia-intervallum és az átlag±szórás értékei, n=60/paraméter

Paraméter	tartomány	konfidencia-intervallum	átlag±szórás
Ca (mmol/l)	1,6-2,8	2,3-2,4	2,3±0,3
Ca ²⁺ (mmol/l)	0,5-1,9	1,2-1,4	1,3±0,4
P (mmol/l)	0,5-2,0	1,1-1,2	1,1±0,3
Húgysav (μmol/l)	4,2-266	105-135	121±56,3
AST (IU/l)	30,0-280	63,8-89,3	76,8±42,8
Na ⁺ (mmol/l)	122-138	126-128	127±4,0
K ⁺ (mmol/l)	3,5-6,0	4,4-4,7	4,5±0,6
Ca:P	0,9-5,4	-	2,3±0,9
Ca ²⁺ :P	0,3-3,6	-	1,4±0,8
CaxP	1,2-4,2	-	2,6±0,7
Ca ²⁺ xP	0,5-2,3	-	1,4±0,4

Ca:P=kalcium-foszfor arány, Ca²⁺:P=ionizált kalcium-foszfor arány, CaxP=kalcium-foszfor oldhatósági index, Ca²⁺xP=ionizált Ca-foszfor oldhatósági index

A **Ca-** és **Ca²⁺**-szintek viszonylag egységesek, alacsony szórással. A Ca és Ca²⁺ között pozitív a korreláció (r=0,66; p<0,001). A P, Na⁺, K⁺, Ca/Ca²⁺-P-arányok és az oldhatósági indexek a referencia tartományokba estek, amelynek részletei a megbeszélés fejezetben olvashatók.

Természetben élő vagy szabadtéri terráriumban elhelyezett hím teknősöknél megfigyelhető a plazma **Ca**-tartalmának évszakos ingadozása (Finkelsteinés mtsai., 2003; Weinzierl, 2005; Szőke és mtsai., 2012; Andreani és mtsai., 2014) és nőstényekre jellemző magas (4,8 mmol/l, 3,3 mmol/l 6,6 mmol/l) Ca-szint. Az eredményeimből látható, hogy a beltéri elhelyezésnél nem érvényesül ez a hatás. Némileg alacsonyabb értékeket kaptunk, mint az ismételt mintavételt alkalmazó Eatwell (2010), ami lehet a tartási mód vagy az esetleges lymphával való keveredés következménye. Ennek ellenére az átlagos koncentrációk igazodtak az irodalmi adatokhoz (López-Olvera és mtsai., 2003; Holz, 2007).

A Ca:P-, Ca²⁺:P arányok és oldhatósági indexek (CaxP és Ca²⁺xP) a vesebetegségek diagnosztizálását segíthetik. A klinikailag egészséges szárazföldi teknősökben **Ca:P** arány 1,2-6,0, míg a **Ca²⁺:P** arány 0,9-2,9 közötti alakul (Eatwell, 2010). Különösen az utóbbiról még korlátozott az irodalmi adatok mennyisége, csakúgy, mint az oldhatósági indexek esetében. A nagy (>9, **CaxP**) oldhatósági index jelezheti a lágyszövetek mineralizációjának veszélyét és általában jellemző az emelkedett húgysavszintű hüllőkre (McArthur, 2004). Normális állapotban átlagosan 2,5 körül mozog (McArthur, 2004), 1,9-5,4-es tartománnyal (Eatwell, 2010). A **Ca²⁺xP** egészséges teknősökben 0,9-1,9 körüli értékeket vesz fel (Eatwell, 2010). Tojásviszogatartással és szövet mineralizációval diagnosztizált teknősnél 14,19-es oldhatósági indexet és 0,55-ös vérbeli Ca:P-arányt írtak le, anélkül, hogy elsődleges

vesebetegség állt volna fenn (Eatwell, 2008). Egy másik egyednél – jelentős vesekárosodás és több szervet érintő mineralizáció mellett – jóval alacsonyabb, 3-as oldhatósági indexet és 2,08-as Ca:P-arányt állapítottak meg (Raiti és Garner 2006). Így látható, hogy a kevés rendelkezésre álló irodalmi adat miatt még bizonytalan ezen paraméterek diagnosztikai értéke.

A Ca^{2+} -koncentráció kisebb ingadozást mutat és külső hatások is kevésbé befolyásolják (Dennis és mtsai., 2001; Nevarez és mtsai., 2002; Erler, 2003; Holz, 2007; Eatwell, 2009). Bizonyos mértékig követi a Ca-ot, de az 1,9 mmol/l-es szintet magas Ca mellett (5,8 mmol/l) sem haladja meg (Holz, 2007). Az általam mért koncentrációk konfidencia intervallumai hasonlóak voltak más tanulmányokéhoz, ahol a sajátomhoz hasonló körülményeket biztosítottak (Eatwell, 2009, 2010). A minimumok azonban valamivel alacsonyabbak, a maximumok pedig magasabbak voltak, mint Holz (2007) vizsgálatában. A megfelelő diagnózis érdekében javasolható a Ca és Ca^{2+} koncentrációjának együttes mérése, hiszen a lineáris regresszió eredménye arra utal, hogy viszonylag erős a két paraméter közötti kapcsolat.

Az általam mért P-értékek az összhangban állnak az irodalmi adatokkal (Knotková és mtsai., 2002; Mathes és mtsai., 2006; Andreani és mtsai., 2014). McArthur (2004) szerint az egészséges európai szárazföldi teknősök vérében a P-koncentráció nem haladhatja meg az 1,7 mmol/l-t. Magasabb szint alakul ki MBD és végstádiumú vesebetegységek esetén, alacsonyabb pedig anorexiás egyedeknél (McArthur, 2004). Saját méréseim során egy esetben kaptam magasabb értéket (2,0 mmol/l), amely egyidejűleg emelkedett húgysav (211,5 $\mu\text{mol/l}$) és K^+ (5,8 mmol/l) szinttel párosult. Ezt megelőzően és követően ennél a teknősnél is élettani tartományban voltak az említett paraméterek. Mindez arra utalhat, hogy – az *ad libitum* vízellátás ellenére – dehidrált volt az állat a kiugró értékek mérésének idején. Ennek hátterében nem tudni, hogy mi állhat, hiszen az adatok alapján nem tömeges jelenségről volt szó, mindegyik állat hozzáfért az ivóvízhez. Az ismételt mintavétellel eldönthető, hogy nem beteg teknősről van-e szó.

A **húgysav** és az **AST** széles határok között mozogtak. Három teknősnek volt 200 $\mu\text{mol/l}$ feletti húgysavszintje, de az átlag 100 $\mu\text{mol/l}$ alakult. Egy alkalommal kiugróan alacsony (4 $\mu\text{mol/l}$) értéket is mértünk.

Az *ad libitum* ivóvízellátással és a teknősök fürdetésével (amelynek során tiszta vizet képesek a húgyhólyagba szívni és később hasznosítani) törekedtem az állatok optimális vízellátásának biztosítására. Ezen tényező különösen nagy hatással van a vér **húgysavszintjére**. A kiszáradás, az állati fehérje etetése, valamint a túl alacsony páratartalom (téli időszakban) köszvény kialakulásához vezethetnek. Növényevő fajokban a 250 $\mu\text{mol/l}$ alatti koncentráció tekinthető megfelelőnek, közvetlenül a telelés

után viszont még a 350 $\mu\text{mol/l}$ is elfogadható (McArthur, 2004). Mivel a táplálási és a tartási körülmények jelentős hatással vannak a vér húgysav-tartalmára, feltehetően ezzel meggyarázható, hogy az irodalomban fellelhető húgysav értékek széles határok között (pl.: 89,2-344,9 $\mu\text{mol/l}$; 50-539 $\mu\text{mol/l}$; 105-467,5 $\mu\text{mol/l}$) mozognak (Göbel és Spörle, 1992; Mathes és mtsai., 2006; Andreani és mtsai., 2014). A saját kísérletemben egy alkalommal mért 4,2 $\mu\text{mol/l}$ nagyon alacsonynak tűnik, de hasonló értékekről (5,9 $\mu\text{mol/l}$) számolt be Weinzierl is (2005). Három teknősnél alakult ki 200 $\mu\text{mol/l}$ feletti koncentráció, ebből két egyedben a K^+ -szint is emelkedett (5,8 és 6,0 mmol/l) volt. Mint az előző bekezdésben már említettem, ez nagy valószínűséggel dehidrátságra utal, ami átmenetinek bizonyult.

A Na^+ -értékek élettaniak voltak, a K^+ esetében pedig az előző bekezdésben említett két egyednél mértem kissé emelkedett szintet. Itt – az ismétlések elkerülése érdekében – visszautalok a Na^+ -ról és K^+ -ról a teknősöknél (7.2.3. fejezet) már felsorolt befolyásoló tényezőkre, amelyek általában igazak a hüllőkre.

Az **AST** nem szövetspecifikus enzim, de nagyobb mennyiségben a szívizomban és a vesében található (Baldus, 2009; Wagner és Wetzel, 1999; Scope, 2013). Megemelkedése nem köthető egy szerv megbetegedéséhez, általában szövethárosodást és gyulladós folyamatokat jelez. Egészséges hüllőkben 250 NE/l alatt tekinthető megfelelőnek (Mader, 2006). A szárazföldi teknősökre vonatkozó irodalmi adatok széles határok (0-628 NE/l) között mozognak (Marks és Citino, 1990; Erler, 2003; Weinzierl, 2005; Mathes és mtsai., 2006; Andreani és mtsai., 2014). A saját eredményeim döntően 100 NE/l alatt voltak, 280 NE/l-es maximummal, amit egy alkalommal mértem egyetlen egyednél.

Ahhoz, hogy a gyakorlatban is jól használható vér biokémiai referenciaértékeket kapjunk, meghatározó, hogy ismertek legyenek a vizsgálatba vont állatok táplálási és tartási körülményei, valamint előéletük. Hüllőknél nehezíti az egészséges állatokra vonatkozó referenciatartományok meghatározását, hogy hiánytüneteket mutatóegyedeknél egyaránt mérhetőek a fiziológiás tartományba és azon kívül eső értékek is. A kedvtelésből tartott hüllők döntő többségét nem szabadtéri terráriumban, hanem zárt térben tartják, ezért az ilyen állatoktól gyűjtött adatok gyakorlati szempontból fontosabbak.

A vérvételi helyként használt dorsalis (teknős) és ventralis (agáma) farokvéna a könnyű hozzáférhetőség és kivitelezhetőség miatt a leggyakrabban alkalmazott vérvételi helyeknek számítanak. Két tanulmány szerint a vérvételi hely befolyásolhatja bizonyos biokémiai paraméterek értékeit (pl.: Ca, húgysav, Na^+ , összfehérje), amelynek oka a lymphával való szennyeződés és a felhígulás lehet (Gottdenker és Jacobson, 1995; López-Olvera és mtsai., 2003). Mások azonban csak részben (pl.: K^+ ;

Crawshaw és Holz, 1996; Perpiñán és mtsai., 2010) vagy egyáltalán nem találtak ilyen különbségeket (Cuadrado és mtsai., 2003). Általánosságban elmondható, hogy a lymphában alacsonyabb az enzimek, az összfehérje, az albumin és a globulin mennyisége. A vizsgálati mintáim egyikénél sem volt látható lymphával való szennyeződés, de mivel az enyhe mértékű keveredés nem látható, kizárni sem lehet a jelenlétét.

Mint azt korábban említettem, a tartási körülmények, a faj és az ivar jelentős hatással van a vér biokémiai paramétereire (Anderson és mtsai., 1997; Dennis és mtsai., 2001; Kölle és mtsai., 2001; Eatwell, 2009; Szőke és mtsai., 2012; Scope és mtsai., 2013; Andreani és mtsai., 2014). Vizsgálatomban az egységes körülmények biztosításával minimalizáltam ezek hatását. Mivel a hobbiállattartók körében elsősorban a beltéri terrárium elhelyezés a jellemző, a hasonló körülmények között tartott állatoktól származó vérvizsgálati eredményeknek van nagyobb gyakorlati jelentősége.

A kísérleti állatok egyike sem mutatott klinikai tüneteket, ezért a 16. táblázatban szereplő adatok zárt térben tartott állatokra vonatkozó referenciatartományként is használhatók. Gyakorlati szempontból a mintavételi időpontok – habár hatása szignifikáns volt más paramétereknél is – a húgysav esetében tűnnek a legfontosabbnak. Az AST kivételével a vizsgált paraméterek mért értékeinek szórása nem volt jelentős. Továbbá az értékek ingadozása nem követett növekvő vagy csökkenő tendenciát, hasonlóan a 7.3. fejezetben bemutatott agáma eredményekhez. Az egyes paraméterek időbeli ingadozásának kiegyensúlyozását segítheti, ha ismételt mintavétel is történik. Különös tekintettel arra az esetre, ha az adott eredmény eltér a referencia tartománytól vagy annak szélső értékeihez áll közel.

A vizsgálat legfontosabb megállapításai az alábbiak.

- Az állattartók körében leggyakrabban alkalmazott, beltéri terráriumban elhelyezett görög teknősök referencia értékeként használhatók a meghatározott biokémiai paraméterek.
- A pontos diagnózis felállításához – a biokémiai paraméterek ingadozása miatt – a többszöri vérvétel javasolható. Különösen akkor lehet fontos az ismételt mintavétel, ha a mért érték a referencia-tartomány szélére esik. A nagyon széles adattartománnyal rendelkező paramétereknél előnyösebb lehet a konfidencia intervallum használata.

7.4. MESTERSÉGES UV-B-SUGÁRZÁS ÉS SZÁJON ÁT ADAGOLT D₃-VITAMIN HATÁSA GÖRÖG TEKNŐSÖK ÉS SZAKÁLLAS AGÁMÁK VÉRPLAZMÁJÁNAK Ca ÉS 25(OH)D₃-SZINTJÉRE ÉS EGYÉB VÉRPARAMÉTEREK LEÍRÓ STATISZTIKÁJA

7.4.1. Anyag és módszer

Az állatok elhelyezése megegyezett a 7.1. és 7.2 fejezetekben leírt terráriumokkal. Mindkét faj egyedeiből két csoportot UV nélküli és UV ($n_{\text{teknős}} = 6/\text{csoport}$; $n_{\text{agáma}} = 5/\text{csoport}$) alakítottam ki. A kísérleti elrendezést és az etetett táplálék-kiegészítőket a **17. táblázat** tartalmazza. Mindkét faj kereskedelmi forgalomban kapható hullőtáplálék-kiegészítőt kapott (0,6 g por/100 g friss eleség; „UV nélküli csoport”: 350 g/kg Ca, 32 000 NE/kg D₃-vitamin sz.a-ban; „UV csoport”: 350 g/kg Ca sz.a-ban), minden etetéskor az eleséggel együtt. Az állatok testsúlyát havonta mértem. A két csoport megegyező Ca-tartalmú táplálékot kapott.

17. táblázat. A kísérleti elrendezés és az eleségek Ca és D₃-vitamin tartalma. ($n_{\text{teknős}}=6/\text{csoport}$; $n_{\text{agáma}}=5/\text{csoport}$) a táplálékkiegészítővel együtt

	UV nélküli csoport		UV csoport	
	teknős	agáma	teknős	agáma
Ca (g/100 g sz.a.)	3,2	6,7	3,2	6,7
D ₃ -vitamin (NE/100 g sz.a.)	146	650	-	-
UV-B-sugárzás	-	-	12 óra/nap	12 óra/nap

A teknősök csak a növényi táplálékkal kapták a kiegészítőt, míg az agámák az élő eleséggel is, így az utóbbiak napi D-vitamin bevitele megközelítőleg a teknősök négyszerese volt. A vérvételekre június és február között került sor összesen 4 alkalommal, 12 hetes időközökkel. Az agámák 14 órát koplaltak a mintavétel előtt.

A kezeléseknek (p.o. D₃-vitamin vagy UV-lámpa) a Ca- és 25(OH)D₃-szintekre kifejtett hatásait mindkét fajnál kevert típusú lineáris modellel vizsgáltam (Brown és Prescott, 2006). Fix faktor a kezelés és a minta, random faktor az egyed volt. A teknősök esetében csak a 2. mintavételnél állt rendelkezésre az összes egyedről 25(OH)D₃-érték, itt Mann-Whitney-Wilcoxon próbát végeztem.

A vizsgálatok megkezdésekor mindkét faj egyedei 5 évesek voltak. A teknősökből két 6 fős csoportot alakítottam ki, majd a hátpáncélra írt számokkal biztosítottam az egyedi megjelölést. Az UV-B-fényforrásként az UV-csoport terráriumára fölé 1,2 m hosszúságú, UV-B-fénycsövet helyeztem. Az UV-B-sugárzás mértéke az

UV-csoport terráriumában $15,5 \pm 2,6 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ volt. A teknősök naponta kaptak táplálékot, amely 80%-ban kétszikű növényekből (gyermekláncfű, tyúkhúr, nagy útifű, fehér here) és 20%-ban reszelt zöldségek (répa, uborka) keverékéből állt. A téli időszakban a korlátozottan hozzáférhető kétszikűeket részben salátával helyettesítettem. A napi adag 650-700 g friss keverék/csoport volt. A por állagú táplálék-kiegészítőt minden etetéskor a táplálékhoz keverve kapták meg az állatok. Az agámákból két 5 fős csoportot alakítottam ki, elhelyezésük megegyezett a 7.2.-fejezetbenben leírt egyedi terráriummal. Egyedileg elhelyezett kompakt UV-B-izzó (26 W) biztosította az UV-B-sugárzást az UV-csoportban. Az UV-B-sugárzás mértéke az UV-csoport terráriumában $33,5 \pm 5,5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ volt. Az agámák heti 5 alkalommal kaptak táplálékot, a reggeli órákban növényi (sz.a.-ban 60%-ban) eleséget (1/3 rész saláta, 1/3 gyermekláncfű és 1/3 rész alma, uborka és répa), délután pedig állati eredetű táplálékot (40%-ban), lisztkecsköt és kétfoltos tücsköt ettek az állatok (20-80%-os arányban). A vizsgált táplálék-kiegészítőket a növényi és állati eleséggel együtt kapták az agámák a címke által javasolt mennyiségben (0,6 g por/100 g friss növényi eleség+táplálékállatok megszórása).

7.4.2. Eredmények és azok értékelése

A kísérlet során mindkét faj egyedei klinikailag egészségesek voltak, nem mutattak D₃-vitamin-hiánnyal vagy -túladagolással összefüggésbe hozható tüneteket. A két kezelés hatását a **teknősök** vérplazmájának Ca- és 25(OH)D₃-koncentrációjára a **18. táblázat** tartalmazza, az összevonva az összes adatra vonatkozóan. Eszerint a kezelés nem volt hatással a plazma Ca-szintjére ($p=0,0617$) és a csoportok induló és záró értékei sem tértek el jelentősen ($p=0,6023$). A 25(OH)D₃-szintekre vonatkozóan teknősöknél – a hiányzó adatok miatt – csak a 2. mintavételkor lehetett összehasonlítani a csoportokat. Ennek alapján az UV-lámpás csoportokban szignifikánsan magasabb volt a koncentráció ($p=0,0081$, $23,2 \pm 7,1$ szemben a $9,0 \pm 11,4$ nmol/l értékkel). A Ca- és 25(OH)D₃-szintek közötti összefüggést – a már említett adatok miatt – csak a 2. mintavételi eredményekkel lehetett vizsgálni. Ez alapján a 1 nmol/l-nyi 25(OH)D₃-emelkedés 0,027 mmol/l-rel növelte a Ca-szintet ($p=0,035$).

18. táblázat. A kezelések hatása a teknősök Ca és 25(OH)D₃-szintjeire (n=48/Ca, n=12/25(OH)D₃)

	Ca mmol/l	p _{UV}	p _{minta}	25(OH)D ₃ nmol/l	p _{UV}	p _{minta}
	összes adat	0,0617	0,6023	2. mintavétel	p=0,0081*	-
átl. ±sz.	2,6±0,3			14,8±7,7		
tart.	2,1-3,7			5,0-33,0		
	UV nélküli csoport			UV nélküli csoport		
átl. ±sz.	2,5±0,2			9,0±11,4		
tart.	2,1-2,8			5,0-12,0		
	UV csoport			UV csoport		
átl. ±sz.	2,8±0,4			23,2±7,1		
tart.	2,3-3,7			11,0-33,0		

átl.±sz.= átlag±szórás; tart.= tartomány; *szignifikáns különbség

Megfigyelhető, hogy a Ca-koncentráció a két csoport között nem mutatott szignifikáns különbséget. Ezzel szemben a kalcidiol koncentráció a második mérés eredményei alapján az UV-lámpás csoportban számottevően meghaladta a kontroll értékét. Bár a vér élettani **25(OH)D₃**-szintjéről még kevés a rendelkezésre álló irodalmi adat, megállapítható, hogy a **teknősöknél** kísérletemben mért értékek mindkét csoportban alacsonyok voltak. A második méréskor az UV-lámpás csoportban tapasztalt magasabb koncentráció alapján nem lehet egyértelmű következtetést levonni. A teknősök vérének kalcidiol tartalmára vonatkozó irodalmi adatok 38,6±3,2 nmol/l (Eatwell, 2008) és 411,5±189,7 nmol/l (Selleri és Di Girolamo, 2012) között mozognak. Bár az előbbihez közel áll a saját vizsgálatomban mért legmagasabb érték (23,2 nmol/l), de még azt sem éri el, Selleri és Di Girolamo (2012) adataitól pedig messze elmarad. A nem megfelelő koncentrációval összefüggésben a saját magam és az Eatwell (2008) által végzett vizsgálatban sem alakultak ki klinikai tünetek. Ez azzal magyarázható, hogy a páncél jelentős Ca-raktárt jelent, ezért egészséges csontozatú egyedeknél akár évekbe is telhet a klinikai tünetek megjelenése. A teknősök páncélja jelentős holt teret jelent a felülről érkező sugárzás számára és részben takarja a végtagokat is. Így szinte csak a fej marad szabadon, ami viszont alacsonyabb UV-B-sugárzás esetén nem biztosít elegendő felületet. Eatwell (2008) vizsgálatában Angliában szabadon tartott állatok szerepeltek és az ottani UV-sugárzás erőssége már nem elegendő a Dél-Európában őshonos teknősök számára. Selleri és Di Girolamo (2012) szabadtéri tartásnál, nagy UV-B-sugárzás mellett (205,3±53,6 μW/cm²) nagy koncentrációt (411,5±189,7 nmol/l) tudott elérni. Látható, hogy ha a teknősök D-vitamin-igényét kizárólag UV-fénnyel szeretnénk biztosítani, jóval erősebb lámpákra van szükség, amelyeket a gyártók jellemzően sivatagi fajoknak javasolnak. Az általam mért alacsony értékek hasonlóak, mint a beltéri terráriumban elhelyezett, UV-lámpa és

D-vitamin-kiegészítés nélkül tartott leguánoké (16,2-49,4 nmol/l). A Ca-szintek Ferguson és mtsai. (2015) által végzett kísérletben is megfelelőnek bizonyultak és az állatok szaporodtak is, bár fontos kiemelni, hogy nyáron szabadtéri terráriumban voltak és ennek hatására jóval magasabb 25(OH)D₃-szint alakult ki (170,2-313,7 nmol/l).

A **p.o. adagolt D-vitamin** sem bizonyult hatékonynak, hiszen itt is alacsony 25(OH)D₃ értékeket kaptunk. Ezt azért is fontos kiemelni, mert az alkalmazott por állagú kiegészítő a D₃-vitamin tartalma (32 000 NE/kg) alapján akár megfelelő is lehetne, de az adagolás előnyösebb lenne 1,5-2 g/100 g friss eleség mennyiségben. Ez a 7.1. fejezetben leírt teknősöknél alkalmazott „A”-termékhez hasonló lenne, amely jónak tűnt. Ekkor azonban a Ca-tartalom már túl nagy lenne (8-11 g/100 g sz.a.). Az MBD-re jellemző csökkent plazma Ca-szint és emelkedett P-koncentráció nem alakult ki. Mindezek ellenére, a 25(OH)D₃-eredmények alapján egyik kezelés sem tekinthető megfelelőnek a szárazföldi teknősök számára. A biokémiai eredményeket leíró statisztikáját az összes adatra vonatkozóan összevonva **19. táblázat** tartalmazza.

19. táblázat. A teknősök vérbiokémiai eredményeinek leíró statisztikája az összes adatra vonatkozóan. n=48/paraméter

	húgysav μmol/l	karbamid mmol/l	kreatinin μmol/l	Na ⁺ mmol/l	K ⁺ mmol/l	albumin g/l
átl.±sz.	248±74,8	0,9±0,8	10,2±10,5	125±3,1	4,6±0,8	16,1±3,6
tart.	125-375	0,1-4,4	0,4-41,3	119-136	3,45-6,6	8,6-26
	P mmol/l	ALKP NE/l	AST NE/l	CK NE/l	LDH NE/l	globulin g/l
átl.±sz.	0,8±0,3	748±157	65,4±44,7	43,1±18,7	206±73,1	13,5±3,2
tart.	0,5-2,4	524-1120	22,0-237	13,0-86,0	93-426	7,4-23,1
	összfehérje g/l	koleszterin mmol/l	epesavak μmol/l	glükóz mmol/l	triglicerid mmol/l	a:g arány
átl.±sz.	29,4±5,5	2,2±0,9	19,5±7,2	3,7±0,9	0,7±0,9	1,2±0,2
tart.	16,0-40,0	0,7-6,1	2,2-34,3	1,2-6,2	0,1-4,9	0,8-1,61

átl.±sz.= átlag±szórás; tart.= tartomány, a=albumin,g=globulin,

A **Ca-**, **P-**, **Na⁺**, **K⁺**-értékek megegyeztek az irodalomban fellelhető, teknősökre vonatkozó adatokkal (McArthur, 2004; Mathes és mtsai., 2006; Eatwell, 2010; Andreani és mtsai., 2014). A Ca-koncentráció mindkét csoportban közel azonosak voltak, így a kezeléseknek nem volt számottevő hatása ezen paraméterek alakulására.

A teknősök **albumin-** (5,0-22,0 g/l, Andreani és mtsai., 2014; 8,2-28,5 g/l, Mathes és mtsai 2006), **globulin-** (17±5,0 g/l, Dickinson és mtsai., 2002) és **összfehérje-tartalma** (34±4,3 g/l, Dickinson és mtsai., 2002; 38,0±2,0 g/l, Andreani és mtsai., 2014) széles határok között mozoghat. Saját eredményeim a

referenciatartományokhoz igazodtak, de az összevetést nehezíti, hogy egyes közlemények csak átlagot a szórással vagy minimum-maximum értékeket közölnek.

Az általam mért **húgysavértékek** magasabbak voltak ($253,5 \pm 82,0 \mu\text{mol/l}$), mint az irodalmi adatok egy része ($95,0 \pm 20,1 \mu\text{mol/l}$, Knotková és mtsai (2002); $23,8 \pm 5,9 \mu\text{mol/l}$ Zaias és mtsai., 2006). Ugyanakkor mások is tapasztaltak hasonló vagy akár magasabb koncentrációkat: $130,3\text{-}428,2 \mu\text{mol/l}$ (Mathes és mtsai, 2006), $285,5 \pm 124,9 \mu\text{mol/l}$ (Dickinson és Fa, 1997) és $211,0 \pm 25,6 \mu\text{mol/l}$ (Andreani és mtsai, 2014). McArthur (2014) ajánlása szerint $250 \mu\text{mol/l}$ alatt elfogadható a húgysav koncentráció a vérben az aktív időszakban. Az átlagértékeim hasonlóak voltak, de a legmagasabb ($375 \mu\text{mol/l}$) már jóval meghaladta azt. Nagyobb volt a korábbi kísérletemben (7.3. fejezet) mérteknél is, pedig a tartási körülmények (ad libitum ivóvízellátás) és táplálás nem tért el meghatározó mértékben. Egyetlen különbség a teknősök ritkább fürdetése (kéthetente egyszer) volt, ami magyarázhatja az eltérést. Ebből az is következik, hogy – a megfelelő vízellátás érdekében – mindenképpen javasolható a heti egyszeri vagy többszöri fürdetés.

A vesefunkció másik jelzője, a vér **karbamid** koncentrációja, amely a kísérletemben alacsonyabbnak mutatkozott, mint a legtöbb irodalmi adatok ($1,4\text{-}11,8 \text{ mmol/l}$, Mathes és mtsai 2006; $5,8 \pm 2,7 \text{ mmol/l}$, Zaias és mtsai., 2006; $2,3 \pm 0,3 \text{ mmol/l}$, Andreani és mtsai., 2014). Itt fontos megjegyezni, hogy a szárazföldi fajok húgysavat és azok sóit ürítik – ezzel jelentős mennyiségű vizet spórolva meg – így a karbamid diagnosztikai értéke nem akkora, mint emlősöknél. Úgy tűnik tehát, hogy szárazföldi teknősöknél nincs diagnosztikai jelentősége a hypouraemiának. A megemelkedett karbamid koncentráció általában együtt jár a magas húgysavszinttel (McArthur, 2004), de nagy fehérjefogyasztás és kiszáradás együttes fellépésekor – egészséges veseműködés esetén is – növekedhet a koncentráció.

A **kreatinin** nem választódik ki aktívan a vesében és nem is szívódik onnan vissza, ezért hullótkben minimális veseműködéssel összefüggő diagnosztikai értéke (McArthur, 2004). Az általam mért kreatinin értékek az irodalmi adatokhoz hasonló tartományban mozogtak ($21,1 \pm 11,5 \mu\text{mol/l}$, Dickinson és mtsai., 2002; $0\text{-}35,4 \mu\text{mol/l}$, López és mtsai; 2003).

Mint azt már korábban többször is említettem, az enzimekre jellemző széles értéktartomány nehezíti az irodalmi adatokkal való összevetést is. Ennek hátterében részben az emlősökénél kisebb szöveti specificitás áll, tehát az enzimek döntő többsége szinte minden szervben előfordul (Wagner és Wetzel, 1999; Baldus, 2009). Szárazföldi teknősöknél az **AST-értéke** $18\text{-}628 \text{ NE/l}$ között alakul. A saját kísérletemben mért értékek ezen belül egy szűkebb tartományban mozognak ($22\text{-}237 \text{ NE/l}$). Az **ALKP** általam mért értéke nagyobb volt ($748,4 \pm 157,9 \text{ NE/l}$), mint az irodalmi adatok többsége

(72,5±29,4 NE/l, Dickinson és mtsai., 2002; 45±20 NE/l, Knotková és mtsai., 2002; 351±33 NE/l, Andreani és mtsai., 2014). Mindez a megnövekedett osteoblast-aktivitás és ezen keresztül a felfokozott csontátépülés jelzője. Mindezek és az alacsony kalcidol koncentráció alapján – habár a Ca szintek megfelelőek voltak és klinikai tüneteket sem mutattak az állatok – kialakulófélben lévő MBD-re lehet következtetni. Szárazföldi teknősöknél **CK**-értékei jellemzően 0-500 NE/l között alakulnak (Weinzierl és mtsai., 2005; Mathes és mtsai., 2006), saját eredményeink e tartomány alsó határán mozogtak (43,1±18,7 NE/l) , amely azonban nem számít kórosnak. Az **LDH** szintén széles tartományban mozoghat (31-6400 NE/l; López-Olvera és mtsai., 2003; Zaias és mtsai., 2006), de McArthur (2004) javaslata szerint teknősökben 700 NE/l alatti koncentráció tekinthető normálisnak, ami megfelel az általam mérteknek.

A teknősökben mért **vércukor koncentráció** megegyezett az irodalmi referenciaértékekkel, amelyek döntően 3-5 mmol/l közötti tartományban mozognak (Knotková és mtsai., 2002; Zaias és mtsai., 2006; Hidalgo-Vila és mtsai., 2007). A növényevő hüllők vérében a **koleszterin**koncentráció 2-8 mmol/l között tekinthető fiziológiásnak (Knotková és mtsai., 2002; Lagarde és mtsai., 2003; Hidalgo-Vila és mtsai., 2007). A hüllőfajok vérplazmájának **epesav**- (<60 µmol/l; McArthur, 2004) és **triglicerid**-koncentrációjáról (0,06-7,15 mmol/l, McArthur, 2004) még kevés és ellentmondásos adat áll rendelkezésre az irodalomban. Knotek és mtsai. (2009) szerint a növényevő zöld leguánban triglicerid értéke 15,9±5,6 µmol/l-es tartományban mozog, amely hasonló a saját eredményeimhez. A ragadozó vörösfülű ékszerteknősben is hasonló koncentrációval (19,1±1,3 µmol/l; Knotková és mtsai., 2008) lehet számolni. Emlősökben az emelkedett epesav-koncentráció a májsejtek károsodására utal. Hüllőkben azonban ez az összefüggés nem igazolható, mivel még diagnosztizált májbeteg teknősökben is csupán 1,2 µmol/l értéket mértek (McArthur, 2004). Ugyanakkor emelkedett triglicerid és koleszterin koncentráció (13,2 mmol/l) figyelhető meg nőstény teknősöknél a szaporodási időszakban (McArthur, 2004).

Az **agámák** vérmintáinak kezelési csoportok szerinti Ca- és 25(OH)D₃-értékei **20. táblázat** tartalmazza az összes adata vonatkozóan összevonva. A kezelés nem volt hatással a plazma Ca- és 25(OH)D₃-szintjére (p=0,2842 és p=0,8218), valamint a csoportok induló és záró értékei sem tértek el jelentősen (p=0,6166 és p=0,9144). Az agámáknál nem találtam összefüggést a Ca és a 25(OH)D₃-plazmabeli koncentrációja között (p=0,6562 and p=0,7470). A Ca- (2,9±0,4) és 25(OH)D₃-értékek megfeleltek az irodalmi adatoknak (Cranfield és mtsai., 1996; Oonincx és mtsai., 2010, 2013; Tamukai és mtsai., 2011).

20. táblázat. A kezelések hatása az agámák Ca és 25(OH)D₃-szintjeire, n=40/paraméter

	Ca mmol/l	p _{UV}	P _{minta}	25(OH)D ₃ nmol/l	p _{UV}	P _{minta}
	agámák összes adat	0,2842	0,6166	agámák összes adat	0,8218	0,9144
átl.±sz.	2,9±0,4			259±74,1		
tart.	2,4-4,2			106-381		
	UV nélküli csoport			UV nélküli csoport		
átl.±sz.	2,9±0,4			253±75,3		
tart.	2,5-4,2			145-380		
	UV csoport			UV csoport		
átl.±sz.	2,8±0,3			264±74,5		
tart.	2,4-3,8			106-350		

átl.±sz.= átlag±szórás; tart.= tartomány

Látható, hogy egyik esetben sem volt szignifikáns a különbség. Az agámák vérének 25(OH)D₃- és Ca-szintje alapján mindkét kezelés megfelelő, hiszen magas koncentrációt sikerült elérni (átlagosan 259,1±74,1 nmol/l) és a kiindulási értékekhez képest sem volt jelentős növekedés vagy csökkenés (273,5±77,7 nmol/l szemben a 276,7±75,0 nmol/l értékkel). A kiindulási értékből következtethetünk a kísérlet előtt alkalmazott kiegészítő hatékonyságára is. Kizárólag zárt térben tartott egyedeknél nagyobb értékekről még nincs irodalmi adat, így mindkét kezelés javasolható. Oonincx és mtsai. (2010) ugyanezen faj esetében az UV-B-sugárzást találták előnyösebbnek. Ajánlásuk alapján már napi 2 μW/cm² (10 óra) sugárzás elegendő az állatok számára, ami átlagosan 217,1±12,2 nmol/l-es plazmabeli koncentrációt eredményezett. Ez elmarad az általam mért csoportátlagoktól (253,5±75,3 és 264,8±74,5 nmol/l) és alacsonyabb a természetes élőhelyükön vizsgált (325 nmol/l) vagy kültéri terráriumban elhelyezett (170,2-313,7 nmol/l) gyíkok értékeinél is (Ferguson és mtsai., 2015). A vér biokémiai paramétereinek összevont leíró statisztikáját a **21. táblázat** tartalmazza.

21. táblázat. Az agámák vérbiokémiai eredményeinek leíró statisztikája az összes adatra vonatkozóan. n=40/paraméter

	húgysav μmol/l	karbamid mmol/l	kreatinin μmol/l	Na ⁺ mmol/l	K ⁺ mmol/l
átl.±sz	372±189	0,4±0,2	24,5±21,5	154,7±4,6	3,6±1,1
tart.	112-853	0,1-1,3	0,9-69,2	145-164	1,2-5,7
	P mmol/l	ALKP NE/l	AST NE/l	albumin g/l	globulin g/l
átl.±sz	1,4±0,4	265±116	30,3±38,6	22,7±3,9	30,1±6,5
tart.	0,8-2,9	129-587	>1-173	14,7-31,5	17,8-46,3
	összfehérje g/l	glükóz mmol/l	triglicerid mmol/l	CK NE/l	LDH NE/l
átl.±sz	52,3±8,9	9,7±1,5	2,7±2,2	2068 ±2709	438±489
tart.	33,2-72,2	6,8-14,6	0,3-9,4	100-9615	54-2071

átl.±sz.= átlag±szórás; tart.= tartomány

A **Ca-**, **P-**, **Na⁺**- és **K⁺**-koncentrációk megfelelnek az irodalmi adatoknak (Cranfield és mtsai., 1996; Eliman, 1997; Oonincx és mtsai., 2010, 2011; Tamukai és mtsai., 2011). Itt visszautalnék az előző fejezetekben (7.2 és 7.3.) említett referencia értékekre.

A gyíkokra jellemző **albumin** (21-28 g/l, Divers és mtsai., 1996; 16-27 g/l, Maria és mtsai., 2007; 11,1-32,1 g/l, Moritz és mtsai., 2013), **globulin** (25-43 g/l, Divers és mtsai., 1996; 35-64 g/l, Maria és mtsai., 2007) és **összfehérje** (50-78 g/l, Divers, 1996; 52-91 g/l, Maria és mtsai., 2007; 54-69 g/l, Coope-Bailey és mtsai., 2011; 30-81 g/l, Moritz és mtsai., 2013) koncentrációtartományok és a vérparaméterek által mérért értékei hasonlóan alakultak. Cranfield és mtsai. (1996) által megállapított – szakállas agámákra jellemző – összfehérje némileg alacsonyabb (20-27 g/l), de ez egy kis létszámú, egyszeri adatgyűjtésből származó adat.

Az állati eredetű táplálékot is fogyasztó hüllők vérében a **húgysav-koncentráció** nagyon széles tartományban változhat (172,4-594,8 $\mu\text{mol/l}$, Cranfile és mtsai., 1996; 96-678 $\mu\text{mol/l}$, Eliman, 1997; 582,9-1469,2 $\mu\text{mol/l}$, Cooper-Bailey és mtsai., 2011; 118,9-1873,6 $\mu\text{mol/l}$, Tamukai és mtsai., 2011). A saját vizsgálatunkban leginkább az alacsonyabb tartományba eső koncentrációkat mértem (372,5 \pm 189,0 $\mu\text{mol/l}$), 853,3 $\mu\text{mol/l}$ -es maximummal, ami jóval alacsonyabb a 7.3. fejezetben leírt korábbi eredményeimnél. Az alacsonyabb szint összefügg a vérvétel előtti koplalással. Mint azt a teknősöknél már említettem, a **karbamid** (0-1,4 mmol/l, Maria és mtsai., 2007; 0,02-2 mmol/l, Moritz és mtsai., 2013) és főleg a **kreatinin** (0-327 $\mu\text{mol/l}$, Moritz és mtsai., 2013) diagnosztikai értéke csekély. Az agámák esetében mindkét paraméter az élettani tartományba esett.

Az enzimek korlátozott diagnosztikai értéke – amire már a teknősöknél is utaltam – itt is megmutatkozik a szélsőséges irodalmi adatokban: **AST** (>4-76 NE/l, Wright és Skeba, 1992; 0-90 NE/l, Cranfield és mtsai. 1996; 16-43 NE/l, Maria és mtsai., 2007; 20-66 NE/l, Cooper-Bailey és mtsai., 2011), **ALKP** (50-290 NE/l, Divers és mtsai., 1996; 15-447 NE/l, Cranfield és mtsai., 1996; 5-776 NE/l, Moritz és mtsai., 2013), **CK** (27-940 NE/l, Wright és Skeba, 1992; 145-12363 NE/l, Maria és mtsai., 2007; 144-1812 NE/l, Cooper-Bailey és mtsai., 2011; 330-8381 NE/l, Dallwig és mtsai., 2011) és **LDH** (35-628 NE/l, Cranfield és mtsai., 1996; 77-4770 NE/l, Moritz és mtsai., 2013). Saját adataim is hasonlóan széles határok között mozogtak, de inkább az alacsonyabb tartományba estek, egy-egy kiugróan magas értékkel (pl.: CK, 9615 NE/l; LDH, 2071 NE/l). Fontos kiemelni, hogy az agámák ALKP-koncentrációi nem mutattak emelkedést, ami – összhangban a Ca-, P- és kalcidiolszintekkel – megerősíti, hogy mindkét kezelés megfelelő volt.

A **vércukor-koncentráció** általában magasabb gyíkokban, mint teknősökben (3,9-6,8 mmol/l, Wright és mtsai., 1992; 9,4-16 mmol/l, Divers és mtsai., 1996; 9,4-18 mmol/l, Maria és mtsai., 2007), de néhány esetben szélsőségesebb értékeket is mértek (0,2-6,1 mmol/l, Cooper-Bailey és mtsai., 2011; 0,9-11,8 mmol/l, Dallwig és mtsai., 2011; 2,5-31,8 mmol/l, Moritz és mtsai., 2013). Hüllőknél megfigyelhető a stressz (pl.: utaztatás, állatorvosi vizsgálat) okozta hyperglycaemia, amely során a vércukorszint elérheti 23 mmol/l-es értéket is (Mayer és mtsai., 2005). Idült májbetegség és subclinikai nephritis esetén is megfigyelhető tartósan nagyobb koncentráció (> 50 mmol/l, Knotek és mtsai., 2011). Saját adataim inkább a magasabb tartományba estek, 10 mmol/l körüli átlaggal és 14,6 mmol/l-es maximummal. Ez a tartomány még nem tekinthető kórosnak, de a széles referencia-tartományok miatt nehéz a megítélése. A **triglicerid** (2,8±1,9 mmol/l, Silvestre és mtsai., 2004; 0,6-4,3 mmol/l, Moritz és mtsai., 2013) gyíkfajokra vonatkozó értékei még kevésbé ismertek, de megfigyelhető, hogy – vadon élő társaikhoz képest – a fogságban tartott állatokban nagyobb koncentrációt (7 mmol/l szemben a <2 mmol/l; Cartland és mtsai., 1994) mértek. Ez összefüggésben van a kedvtelésből tartott rovarévő, ragadozó hüllők jellemzően nagy zsírtartalmú (pl.: lárvák, elhízott rágcsáló) táplálékával.

A hüllők kültakarójának UV-B-sugárzás iránti érzékenysége jelentősen változatosságot mutat, amit a természetes élőhelyükön tapasztalható körülmények befolyásolnak (Carman és mtsai., 2000; Ferguson és mtsai., 2003, 2005, 2010). Vannak fajok, amely érzékenysége – a vastagabb bőr miatt (pl.: *Sceloporus olivaceous*), – kisebb amíg másoké (pl.: *Hemidactylus turcicus*) nagyobb (Carman és mtsai., 2000). Ez hatással van a napon vagy UV-B-fényforrás alatt töltött időre, amit – a táplálékkal bejutott D-vitamin mennyiségétől függően – a hüllők szabályoznak (Laing és mtsai., 1999; Ferguson és mtsai., 2003; Karsten és mtsai., 2009; Ferguson és mtsai., 2013). Megállapították, hogy – megfelelő ellátást követően – a D-vitamin forrás megvonása után a felnőtt szakállas agámák 83 napig is képesek fenntartani a vér normális 25(OH)D₃-szintjét (Oonincx és mtsai., 2013). Az irodalmi adatok nagyobb része igazolta a mesterséges UV-B-fényforrás hatékonyságát (Ofstedal és mtsai., 1997; Ferguson, és mtsai., 2002; Aucone és mtsai., 2003; Acierno és mtsai., 2006, 2008; Nijboer, és mtsai., 2007; Oonincx és mtsai., 2010, 2013), míg mások nem támasztották ezt alá (Ferguson és mtsai., 2009; Hedley és Eatwell 2013). Ennek hátterében a vizsgálatba bevont egyedek eltérő életkora, előélete (pl.: korábbi tartási körülmények, táplálás, vitamin ellátás) és az alkalmazott termékek közötti különbségek állhatnak.

Allen és Ofstedal (1994) napi 500-1000 NE/kg-os D-vitamin-bevitelt javasolnak komodói varánusz (*Varanus komodoensis*) számára. A 260-1800 NE/kg-os D-vitamintartalmú takarmánnyal alacsonyabb 25(OH)D₃-koncentrációt sikerült elérni, mint

UV-fénnyel, de itt csak heti 1-3 alkalommal ettek az állatok (Nijboer és mtsai., 2007). Bernard és mtsai. (1996) a 2000-3000 NE/kg-os D-vitamint tartalmazó eleség etetésekor hiánybetegséget tapasztalt. A Hoby és mtsai. (2010) által javasolt kiegészítőbe forgatott eleségállatok kolekaciferol tartalma 951-2608 NE/kg, amit naponta kaptak a kaméleonok. Ebben az esetben UV-B-sugárzás együttes alkalmazásával sem lépett fel D-vitamin túladagolás. Kizárólag szájon át adagolt D₃-vitamin is több fajnál bizonyítottan hatékony (Ferguson és mtsai., 1996, 2009), míg itt is találni ennek ellentmondó eredményeket (Allen és mtsai., 1998; Oonincx és mtsai., 2010). Ennek hátterében az egyes kiegészítők alkalmazásának eltérő gyakorisága áll. Másrészt – a természetes étrendjük alapján – valószínűsíthető, hogy eltérő mértékben képesek a hasznosításra. Gyakorlati szempontból a mindennapi (növényevő) illetve etetésenként (mindenevő, ragadozó) történő adagolás előnyös, így ugyanis – mivel megszokássá válik – kisebb az esély arra, hogy az állattartók elfelejtkezzenek róla. A megfelelő D-vitamin-ellátáson túl az UV-B-sugárzás gyakorlati előnye, hogy csökkentheti a parazitás és bakteriális betegségek megjelenését is, így – többek között – a vízben és talajban is fellelhető *Pseudomonas aeruginosa* előfordulását (Degiorgi és mtsai., 1996).

A vizsgálat legfontosabb megállapításai az alábbiak.

- Annak ellenére, hogy a vér Ca-koncentrációja a **teknősök** mindkét csoportjában élettani volt, a túl alacsony 25(OH)D₃ és nagy ALKP-koncentráció alapján egyik kezelés sem megfelelő a szárazföldi teknősök számára. Jóllehet a második mérési eredmények alapján az UV-B-sugárzás tűnik hatékonyabbnak, egy összehasonlításból nem vonható le ilyen következtetés. Ennél a fajnál nagyobb adagú p.o. D₃-vitaminra (javasolt a 7.1. fejezetben használt termék, 50 000 NE/kg D₃-vitamin tartalmú, 1,5g/100 g friss eleség adagban) vagy jóval erősebb UV-B-lámpára van szükség.
- **A szakállas agámák** számára egyformán megfelelő p.o. adagolt 25(OH)D₃-vitamin (32 000 NE/kg sz.a.) és Ca (350 g/kg sz.a.) + sivatagi fajoknak gyártott UV-B-lámpa alkalmazása (33,5±5,5 µW/cm²).

7.5.KÜLÖNBÖZŐ TÍPUSÚ UV-LÁMPÁK VIZSGÁLATA

7.5.1. Anyag és módszer

Hazai kereskedelmi forgalomban széles körben beszerezhető, 3 különböző gyártó, 9 féle kompakt UV-lámpájának UV-B-kibocsátását és ennek a használattal való csökkenését vizsgáltam a 7.2. és 7.4. fejezetekben szereplő kísérletek kiegészítéseként (**22. táblázat**). Ehhez „trópusi” (t) és „sivatagi” (s) életmódú hüllőknek javasolt izzókat választottam, az utóbbiak közül egy hőt is kibocsátott. Az azonos teljesítményű s2 és s3 közötti különbség, hogy az előbbit nagyobb behatási sugara miatt magas (min. 50-60 cm) terráriumokhoz ajánlja a gyártó. Az erősebb sugárzást adó „sivatagi” izzók közül 4 közel azonos (s1, s2, s3, s5), egy magasabb (s6), hőt is adó és alacsonyabb (s4) teljesítményűt hasonlítottam össze. A „trópusiak” teljesítménye nem tért el jelentősen, de mindegyik más márkájú volt. Az izzók mindegyikénél a gyártó 1 éves üzemidőt garantált.

22. táblázat. A vizsgált UV-lámpák és teljesítményük

Gyártó	kategória	teljesítmény	azonosító
A		23W	s1
B		25W	s2
B	„sivatagi”	25W	s3
B		13W	s4
C		26W	s5
B		125 W	s6
A		23W	t1
B	„trópusi”	25W	t2
C		26W	t3

Az izzókat külön-külön helyeztem el 790x570x420 mm-es műanyag terráriumban és napi 12 órát üzemeltek. A dobozok mindegyikét vastag fekete fóliával borítottam be, hogy a mérést ne befolyásolja a szóródó fény. A Solartech 6.2. UV-mérővel 7 hetes időközökkel, 7 alkalommal, azaz 49 héten át mértem az UV-B-sugárzást az izzó felületétől 100, 200, 300 és 400 mm-nyi távolságokban, alkalmanként és izzónként 3 adat felvételével. Többtényezős varianciaelemzéssel végeztem az összehasonlításokat.

7.5.2. Eredmények és azok értékelése

Az UV-lámpák által kibocsátott induló- és záró sugárzási adatokat és távolságbeli változásait a **23. táblázat** tartalmazza. Mivel a 15-20 cm-es elhelyezési távolság a legáltalánosabb, a statisztikai elemzés a 20 cm-es távolságra vonatkozik. A záró értékek 30 cm távolságokban 6-8 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, a 40 cm-es távolságban 3-4 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ között

mozogtak 4 „sivatagi” (s1, s2, s3, s6) lámpánál. A többi termék (s4, s5, t1, t2, t3) ekkor már nem vagy alig észlelhető sugárzást bocsátott ki.

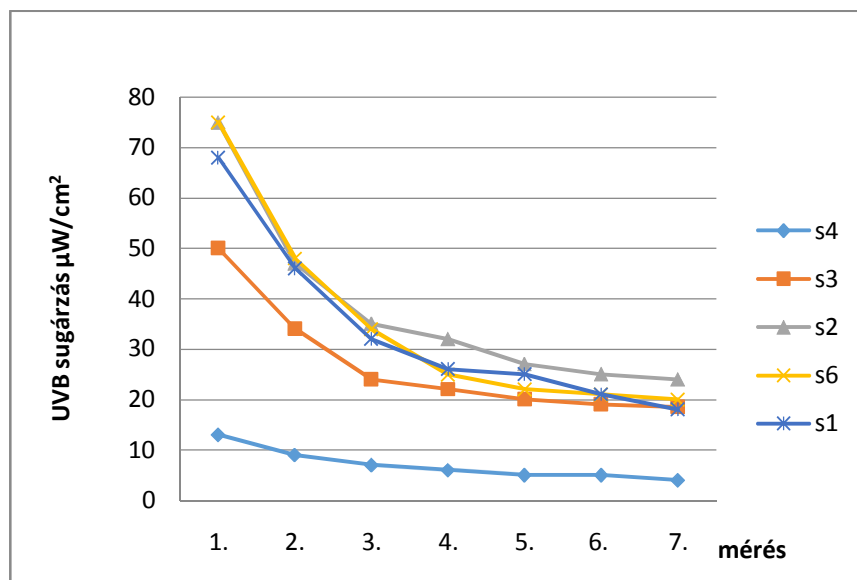
23. táblázat. Az UV-lámpák sugárzási adatai a vizsgálat kezdetén és végén az izzó felületétől mért távolság függvényében ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)

I	Gy	10 cm		20 cm		30 cm		40 cm		p _{20cm} induló érték
		induló	záró	induló	záró	induló	záró	induló	záró	
s1	A	200	44	68	18	30	6	16	3	s1-s2=0,0065
s2	B	220	61	75	24	35	8	22	4	s1-s6=0.0090
s3	B	160	61	50	18	24	7	14	3	s2-s6=0,9999
s4	B	32	17	13	4	7	2	4	0	többi <0,001
s5	C	85	25	28	7	13	4	6	1	
s6	B	130	35	75	20	45	8	25	4	
t1	A	120	30	40	10	17	3	12	1	t1-2=0,932
t2	B	130	37	40	10	16	4	10	0,5	többi<0,001
t3	C	60	20	16	4	7	2	5	0	

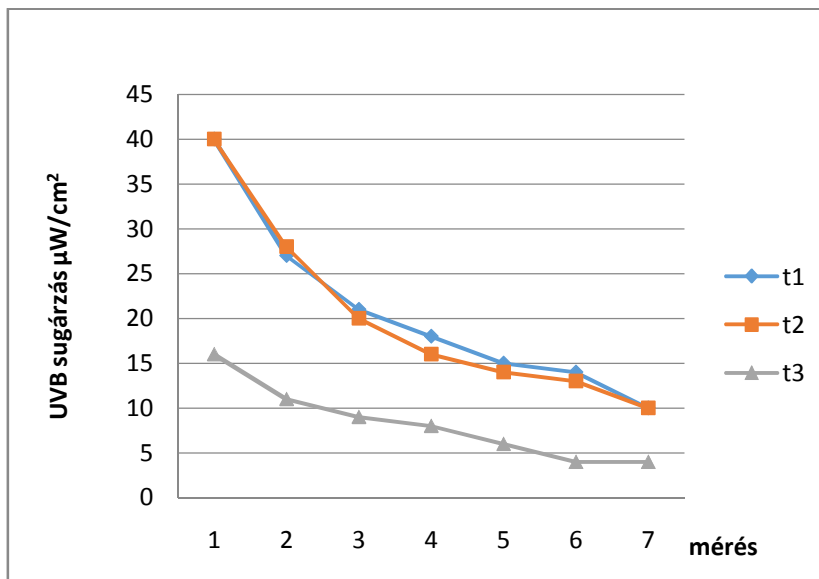
I=izzó, Gy=gyártó, *szignifikáns különbség; s=sivatagi izzó; t=trópusi izzó

Látható, hogy két kivétellel (s6-s2, t1-t2) már az induló értékek esetében (20 cm-es távolságban) szignifikáns a különbség a sugárzás mértékében.

A 4. és 5. ábrák mutatják a sugárzás mértékének változását (20 cm-es távolságban) az idő függvényében.



4. ábra. A sivatagi izzók UV-B-sugárzásának csökkenése (20 cm-es távolságban) az idő függvényében



5. ábra. A trópusi izzók UV-B-sugárzásának csökkenése (20 cm-es távolságban) az idő függvényében

Látható, hogy a t1-es és t2-es izzók kezdő sugárzása jelentősen nagyobb volt, mint a t3-asé.

A választott távolságtól és az izzó típusától függetlenül megfigyelhető volt, hogy a sugárzás mértéke a használatba vétel után (2. és 3. heti mérések) meredeken csökkent, majd egy viszonylag stabil, nem túl magas, de állandó sugárzást lehetett mérni. Ez a 2. méréskor az eredetihez képest 30-35%-os, illetve a 3. méréskor 50% körüli sugárzás csökkenést jelentett. Ezt követően a sugárzás az eredetinel 70%-kal kisebb érték körül stabilizálódott. Az is jól megfigyelhető, hogy a „C”-gyártó izzóinak (s5 és t3) kezdeti UV-B-kibocsátása mennyivel elmaradt a többitől. A tendencia megegyezett ezzel a 10, 30 és 40 cm-es távolságokban is. A 4. méréskor, ami nagyjából a közép időre (28. hét, 20 cm) esett, a sivatagi izzók többsége (s1,2,3,6) és két trópusi (t1,2) izzó még megfelelő sugárzást bocsátott ki ($>25 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ és $>15 \mu\text{W}/\text{cm}^2$). Ezek az utolsó (7. mérés, 20 cm) adatok alapján ($20,0 \pm 2,9 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ és $10,2 \pm 2,2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$) is megtartották a magasabb értéket. A maradék háromnál (s4,5 és t3) viszont alig volt mérhető érték és az is megfigyelhető, hogy gyakorlatilag azonosak voltak a kapott értékek ($7,9 \pm 3,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ és $7,8 \pm 1,3 \mu\text{W}/\text{cm}^2$). Ezért ezt a három terméket (s4,5 és t3) javasolt 1 évnél rövidebb ideig használni.

Az eredmények alapján látható, hogy a sivatagi lámpák sugárzása (az s4 és s5 kivételével) 20 cm alatt nagyon erős, ezért ezt a távolságot nem javasolt csökkenteni. A s1-es izzó gyártó által ajánlott elhelyezési távolsága 10 cm, ami $200 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ -t jelent. Zárt térben nevelt zöld leguánoknál az $50 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ -es, tartós UV-B-sugárzás már károsodást okozott (Hibma, 2004). Ez is felhívja a figyelmet arra, hogy a természetes

élőhelyhez igazodó izzót kell választani. A túlzottan erős vagy hosszú időtartamú UV-sugárzásnak számos negatív következménye lehet. Többek között bőrp problémák, kötőhártya-gyulladás alakulhat ki (Ferguson és mtsai., 1996; McArthur, 2004; Mader, 2006; Gardiner és mtsai., 2009), szélsőséges esetben pedig elhulláshoz is vezethet (Hibma, 2004). Sakáre kajmánokban (*Caiman latirostris*) kimutatták az UV-B-sugárzás génekárosító hatását, de ennek mértéke nem tért el szignifikánsan napi 8 vagy 16 óras megvilágítás esetén (Schaumburg és mtsai., 2010). Mindezek miatt a terráriumot – amellet, hogy megfelelő alapterületű – úgy kell berendezni, hogy árnyékos helyre húzódhassanak az állatok. A 30 cm fölötti távolság már nem biztosít elegendő UV-B sugárzást, így a 20-25 cm-es távolság javasolható. A megállapítás igaz az s2-es magas terráriumba ajánlott és az s6-os izzóra is, amely a gyártói leírás szerint 50 cm-ig hatékony. Az s2-es és s6-os lámpák sugárzása a kísérlet végén is viszonylag nagy volt a 20 cm-es távolságban, e fölött azonban már egyik sem bizonyult hatékonynak.

Fontos szem előtt tartani, hogy még a legjobb minőségű UV-lámpák sem helyettesíthetik a természetes napfényt (Laing és mtsai., 2001; Ramer és mtsai., 2005; Mader, 2006). Szárazföldi teknősöknél természetes élőhelyükön ($205,3 \pm 53,6 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ UV-B) nagy calcidiol koncentráció mérhető a vérplazmában ($411,5 \pm 189,7 \text{ nmol/l}$), ami Angliában szabadban tartott egyedeknél ez 40 nmol/l alatt maradt (Eatwell, 2008; Selleri és Di Girolamo, 2012). Ebből is látható, hogy az éghajlattól függően szabadtéri tartás esetén is szükséges lehet mesterséges UVB kiegészítés. Az egyenlítő közelében, tiszta időben szintén jelentős ($215\text{-}265 \mu\text{W}/\text{cm}^2$) UV-B-sugárzás mérhető, míg egy kis UV-B-kibocsátású, teljes spektrumú lámpa esetében (15 cm-es távolságban) ez az érték $3,1\text{-}4,3 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (Ball, 1995). Napos nyári időben, Floridában akár $450 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ -es, árnyékban $30\text{-}50 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ -es a sugárzás (MacCaragar, 2003). A földrajzi helyzet azonban jelentősen befolyásolja a sugárzás erősségét, így például az Egyesült Államokban, Virginiában csupán $2\text{-}35 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ -es értéket mértek, amely a kezelési csoportok közül a legalacsonyabb calcidiol szintet eredményezte (Kroenklein és mtsai., 2011).

Az UV-fényforrásokkal kapcsolatban nem lehet általános, minden hüllőfajra érvényes megállapításokat tenni. Zárt téri terráriumban elhelyezett állatoknál célszerű valamilyen UV-fényforrást használni. A termékválasztáskor fontos figyelembe venni az adott állat fajtát, életkorát, élettani állapotát és ivarát is, hiszen ezek mind befolyásolják az igényeit. Egy kicsi alapterületű, rosszul berendezett terráriumba elhelyezett, erős sugárzást kibocsátó lámpa több egészségügyi problémát okozhat, mint amennyi előnyt jelent.

A vizsgálat legfontosabb megállapításai az alábbiak.

- A közel azonos teljesítményű izzók UV-B-sugárzása jelentős eltéréseket mutathat. Ezért javasolt a sugárzási szint rendszeres ellenőrzése UV-B mérővel.
- A kis (13W) teljesítményű izzó UV-B-sugárzása már üzembe helyezéskor is alacsony, ezért önmagában kevésbé tűnik megfelelőnek a sivatagi hüllők számára. Inkább javasolható szájon át adagolt D-vitamin-tartalmú kiegészítővel együtt használni.

7.6. HÜLLŐELESÉGEK TÁPLÁLÓANYAG-TARTALMÁNAK VIZSGÁLATA

7. 6.1. Anyag és módszer

Az eleségállatok egy részét (argentin- [*Blaptica dubia*], bütykös- [*Gromphadorhina portentosa*] és erdei csótány [*Ectobius lapponicus*], növendék és felnőtt kétfoltos és banántücsök) tenyésztőtől vásároltam. A minták másik része (növendék és felnőtt kétfoltos és banántücsök [*Gryllus assimilis*]) a tanszék állatházában kialakított tenyészetből származott. A vásárolt egyedek mindegyikét a beszerzés után 24 órán át koplaltattam. A táplálékmegvonási idő a témában már megjelent közleményekben alkalmazottakkal megegyezik. A saját tenyésztésűeknél mindkét korosztályban volt koplaltatott és nem koplaltatott csoport is. Kereskedelmi forgalomban kapható hüllőeleségek közül 6 terméket választottunk ki: szárított ostoros garnéla (*Palaemon adspersus*), szárított tüskés bolharák (*Gammarus roeseli*), szárított hal, szív-mix (szárított marhaszív), granulált táp és fagyasztott hal, amelyeket állatkereskedésből származtak.

A gyermekláncfűvet, a nagy útifűvet, a tyúkhúrt és a francia perjét (*Arrhenatherum elatius*) a természetben gyűjtöttem, míg a rukkolát (*Eruca sativa*), a madársalátát (*Valerianella locusta*) és a sárgarépa (*Daucus carota* subsp. *sativus*) zöldjét vásároltam.

A növénymintákat, a mélyhűtött rovartesteket és a teknőseleségeket 48 órán át 50°C-on szárítottam (10. kép). A szárított mintákat kávéőrlelőn ledarálva homogenizáltam, majd az MSZ 6830-6 (1984; nyerszsírtartalom meghatározása dietil-éteres extrahálással) szerint zsírtalanítottam. A zsírtalanított minták további analízise az alábbi szabványok szerint történt: MSZ ISO 6496 (1993; takarmányok nedvességtartalmának meghatározása); MSZ 6830-41 (1981; nitrogéntartalom meghatározása makro-Kjeldahl módszerrel a nyersfehérje-tartalom

meghatározásához); MSZ ISO 59841 (1992; takarmányok nyershamutartalmának meghatározása); MSZ ISO 16472 (2006, amilázzal kezelt, neutrális detergenses rosttartalom meghatározása). Többtényezős varianciaelemzéssel végeztem az összehasonlításokat.



10. kép. A szárításra váró minták

7.6.2. Eredmények és azok értékelése

A tücsök- és csótányfajok táplálóanyag-tartalmát a **24. és 25. táblázatok** tartalmazzák. A 24 órás koplaltatásnak – a Ca kivételével, amely csökkent (1,7 szemben az 1,3 g/kg sz.a.-gal, $p=0,038$) – nem volt hatása a tücskök testösszetételére. Az életkor (felnőtt vagy növendék) és a faj (banán- vagy kétfoltos tücsök) nem befolyásolta az értékeket. A saját tenyésztésű tücskök cinktartalma (245,5 mg/kg sz.a., $p=0,03$) nagyobb volt, mint a vásároltaké (214,9 mg/kg), más paraméterekben nem tapasztaltunk jelentős eltérést.

24. táblázat. A tücsök- és csótányfajok táplálóanyag-tartalma g/kg sz.a-ban kifejezve

	nyerszsír	nyersfehérje
	g/kg sz.a.	
Bütykös csótány, kifejlett ^a	186	655
Argentín csótány, kifejlett ^a	225	621
Erdei csótány, növendék ^a	211	659
Kétfoltos tücsök		
Kifejlett, koplaltatott ^a	185	633
Növendék, koplaltatott ^a	252	601
Kifejlett ^b	245	672
Növendék ^b	115	689
Kifejlett, koplaltatott ^b	258	721
Növendék, koplaltatott ^b	304	631
Banántücsök		
Kifejlett, koplaltatott ^a	209	649
Növendék, koplaltatott ^a	293	689
Kifejlett ^b	132	726
Növendék ^b	305	786
Kifejlett, koplaltatott ^b	284	616
Növendék, koplaltatott ^b	276	621

a = vásárolt; b = saját nevelésű

A táblázatból látható, hogy nincs jelentős eltérés az egyes fajok, valamint a saját nevelésű és a kereskedelemben vásárolt tücskök között. Az adatok alapján az összes eleség esetében kedvezőtlen (1:2,4-1:9,9) a Ca:P-arány.

25. táblázat. A tücsök- és csótányfajok ásványianyag-tartalma sz.a-ban kifejezve.

	Ca g/kg	P g/kg	Ca:P	Cu mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg	Mg mg/kg	Fe mg/kg
Bütykös csótány kifejlett ^a	1,3	6,8	1:5,2	176,2	96,3	693	2360	80,7
Argentín csótány kifejlett ^a	1,3	3,1	1:2,4	30,1	106,1	327	1428	91,1
Erdei csótány növendék ^a	2,5	6,1	1:2,4	56,9	185,1	173	1168	120,2
Kétfoltos tücsök								
Kifejlett, koplaltatott ^a	1,8	8,7	1:4,9	22,1	620,2	239	1155	88,3
Növendék, koplaltatott ^a	0,8	8,7	1:9,9	29,3	405,3	256	1142	77,5
Kifejlett ^b	1,7	8,3	1:4,9	24,3	501,2	244	1053	94,2
Növendék ^b	2,1	8,5	1:4,1	27,7	934,1	238	1289	112,3
Kifejlett koplaltatott ^b	1,5	8,6	1:5,9	29,9	52,4	193	970	87,6
Növendék koplaltatott ^b	1,3	9,1	1:6,8	22,5	42,9	218	915	89,1
Banántücsök								
Kifejlett, koplaltatott ^a	1,1	8,9	1:8,8	23,2	474,3	247	982	73,7
Növendék, koplaltatott ^a	0,7	7,5	1:9,8	22,2	412,2	238	917	75,9
Kifejlett ^b	1,5	10,1	1:6,7	23,5	58,6	230	1028	87,4
Növendék ^b	1,8	9,4	1:5,2	20,4	54,7	202	969	88,1
Kifejlett, koplaltatott ^b	1,4	8,7	1:6,0	13,8	58,5	176	972	75,6
Növendék, koplaltatott ^b	1,6	9,2	1:5,8	20,4	49,3	214	905	87,8

a = vásárolt; b = saját nevelésű

Az adatokból kiolvasható, hogy 24 órás **koplaltatás**, tehát a kiürített bélcsatorna nem befolyásolja jelentősen a testösszetételt. A Ca-szint csökkenése minimális volt és az eredetileg mért érték is nagyon kicsik. Hoby és mtsai. (2010) sisakos kaméleonokkal végzett vizsgálatukban az MBD megelőzésével foglalkoztak. Az általuk tücsköknek ajánlott kombináció a következő: 120 g/kg sz.a. Ca-tartalmú eleség, amelyet 25 000 NE/kg kolekalciferol-tartalmú porral szórtak meg és alacsony intenzitású UV-B-sugárzást biztosítottak (10 óra/nap, 3-120 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$). Több kísérleti eredmény igazolta, hogy megfelelő összetételű táplálékkal növelhető az eleségállatok Ca-tartalma (Zwart és Rulkens, 1978; Strzelewicz és mtsai., 1985; Allen és Oftedal, 1989; Klasing és mtsai., 2000; Anderson, 2000; Hunt és mtsai, 2001; Finke, 2003; Hatt és mtsai., 2003). A tücsköknek feletetés előtt 2-3 napig kell a nagyobb Ca-tartalmú táplálékot adni (Allen és Oftedal, 1989; Anderson, 2000; Finke, 2003), míg lisztkukac esetében 1-2 napos előtetetés hozta a legjobb eredményeket (Hunt és mtsai., 2001). Az utóbbi esetben a 8% (sz.a.-ban) Ca-tartalmú táp etetésekor érték el a legnagyobb Ca-koncentrációt. Ezzel szemben a 12%-os már csökkentette a lárvák életképességét.

Tücskökben szintén 8% Ca-t tartalmazó táppal sikerült elérni az 1:1-es Ca:P arányt, de itt a 12% Ca sem okozott élettani problémát (Allen és Oftedal, 1989). A magas környezeti hőmérséklet csökkentheti a táplálékfelvételt, így az optimális Ca:P arány már nehezen érhető el (Hunt és mtsai, 2001). Saját tapasztalatok és más kísérlet alapján is érdemes a tücskökkel por állagú táplálék-kiegészítővel etetni, mert ebből többet (akár kétszeres mennyiséget) fogyasztanak, mint a nagyobb szemcseméretűből (Allen és Oftedal, 1989). Léteznek kereskedelmi forgalomban kapható tápok, amelyek viszonylag drágák és nem is minden esetben hatékonyak (Finke és Cole, 2004; Finke és Kwabi, 2005). Nagy Ca-tartalmú táp etetésekor különösen fontos a folyamatos friss ivóvízellátás, ennek hiánya ugyanis csökkentheti a takarmányfogyasztást (Allen és Oftedal, 1989). Egyes irodalmi adatok alapján a növendék tücskök Ca-tartalma nagyobb, mint a kifejletteké (Allen és Oftedal, 1989; Hunt és mtsai, 2001), de nem minden vizsgálat igazolja ezt (Finke, 2002). Saját tapasztalatom alapján nagyobb állomány esetén jól használható a porrá darált brojler indítótáp. Ezt már a frissen kikelt tücskök is szívesen elfogyasztják és hosszú távon etethető, ellentétben a nagy Ca-tartalmú eleséggel. A Ca vagy más táplálóanyag hiányát jelezheti, ha a hulló nagyobb mennyiségben fogyasztja el a terrárium talaját – így próbálva pótolni a hiányzó Ca-t vagy más ásványi anyagokat – ami akár műtéti kezelést igénylő ileushoz vezethet (Sahner és mtsai., 2007; Nógrádi és Dunay, 2013)

Felnevelésük során a tücskök által elfogyasztott **takarmánynak** nem volt jelentős hatása az összetételükre. A kisebb Zn-tartalomnak nincs gyakorlati jelentősége. A némileg csökkent nyersfehérje-tartalom háttérében valószínűleg az áll, hogy a vásárolt tücsköket a brojler indítótápnál kevesebb fehérjét tartalmazó gabonakeverékkel etették. A kitinből származó, nem fehérje eredetű nitrogén (NPN) a teljes nitrogéntartalomnak csak kis részét teszi ki, így a nyersfehérje-tartalom meghatározására használt képlet (6,25x nitrogéntartalom) ízeltlábúaknál is alkalmazható (Finke, 2007).

Megfigyelhető, hogy kimagaslóan nagy a bütykös csótány Cu-tartalma. A tücsökfajok kevesebb Mg-t (1025 szemben a 1652 mg/kg sz.a.-gal, $p=0,003$), Cu-t (87,6 szemben a 23,3 mg/kg sz.a.-gal, $p=0,006$) és Zn-t (398,2 szemben a 225,2 mg/kg sz.a.-gal, $p=0,026$) tartalmaztak, mint a csótányfajok. A bütykös csótány Cu-tartalma látható módon kékes színűvé tette a hamuját (**11. kép**). Egyéb paraméterekben nem volt jelentős eltérés.



11. kép. A bütykös csótány hamujának türkizkékés elszíneződése a magas Cu-tartalmat jelzi

A hullók ásványianyag-igénye ismeretlen, ezért nehéz értékelni a mérési eredményeinket. A csótányfajok több ásványi anyagban gazdagabbak (Mg, Cu, Zn), mint a tücskök, de mivel az adott elemekkel összefüggő hiánytünetekről nincsenek irodalmi adatok, így feltételezhető, hogy a táplálékállatok mindegyike fedezi az igényeket. A csótányfajok általánosan mért nagyobb Cu-tartalma csak részben áll összhangban az eddigi egyetlen irodalmi adattal, ott ugyanis a bütykös csótánynál jóval alacsonyabb értéket kaptak (Strzelewicz és Ullrey, 1985).

A **26. táblázatban** mutatjuk be a teknős elesések táplálóanyag-tartalmát. A vízi teknősök számára teljes értékű tápláléknak tekinthető az egész hal. Az ANOVA-teszt alapján a szárított rákok átlagos Ca-tartalma jóval nagyobb (49,3 szemben a 1,5 g/kg sz.a.-gal, $p < 0,001$), nyerszsírtartalma pedig jelentősen alacsonyabb (3,7 szemben a 23,3 % sz.a.-gal, $p < 0,001$), mint a tücsök- és csótányfajoké együttvéve. Ez alapján elmondható, hogy a vízi ízeltlábúak jobb Ca-források, mint a szárazföldiek. Az utóbbiak viszont P-ban szegényebbek, mint a két rákfaj (10,7 szemben a 7,8 g/kg sz.a.-gal $p = 0,0015$). Az egész hal és a rákok Ca-tartalma nem tért el számottevően egymástól ($p = 0,993$), az előbbieket zsír- és P-tartalmuk viszont magasabb ($p < 0,001$). A gyári teknőstáp Ca-, zsír- és fehérjetartalma volt a legalacsonyabb a teknőseleségek közül ($p < 0,001$).

26. táblázat. Teknőseleségek táplálóanyag-tartalma g/kg sz.a.-ban kifejezve.

	Ca	P	Ca:P	Nyzsír	Nyfehérje
Egész hal (fagyasztott)	51,3	32,8	1:0,6	129	677
Egész hal (száritott)	44,8	30,1	1:0,7	174	707
Ostoros rák	39,1	13,0	1:0,3	23,7	707
Tüskés bolharák	59,8	8,5	1:0,1	52,5	494
Teknőstáp	2,7	4,1	1:1,5	4,9	273
Liofilizált marhaszív	24,9	19,8	1:0,8	100	647

nyhamu = nyershamu; nyzsír = nyerszsír; nyfehérje = nyersfehérje; nyrost = nyersrost

Látható, hogy a gyári teknőstáp Ca-, fehérje- és zsír tartalma töredéke a többi eleségének. Az ilyen, Ca-ban szegény eleségek etetése nem javasolt. A ragadozó hüllők jó minőségű fehérjét igényelnek, ezért a növényi eredetű alapanyagok nem megfelelőek számukra, bár ebben a témakörben még kevés kutatást végeztek. Tojás és izolált szójafehérje etetésével fenntartható az állatok testsúlya (Mader, 2006). Ezek a fajok nagy fehérje- (metabolizálható energia [ME] 25-60%-a) és zsírtartalmú (ME 30-60%-a) táplálékot fogyasztanak, energiaszükségletüket is ezekből (50%-ban fehérje, 45%-ban zsír) és csak kis részben szénhidrátokból (5%-ban) fedezik. Mindenevőknél ezzel szemben az energia-ellátásban a szénhidrátok szerepe (ME 50%-a) az elsődleges, a zsírok és fehérjék e tekintetben kisebb jelentőségűek (ME 25-25%-a). Ebből is látható, hogy mindenevőknél fontos a megfelelő arányú növényi táplálék biztosítása (Mader, 2006). A hüllők anyagcseréje lassabb, napi energiaigényük pedig jóval kevesebb, mint az emlősöké. Gond nélkül túlélhetik a testsúlyuk egyharmadának elvesztését. Egy 700 kg-os krokodil akár 2 évnyi koplalást is elvisel (Girling és Raiti, 2004). Egy 100 g-os leguán napi energiaszükséglete csupán 5,5%-a egy azonos körülmények között lévő rágcsálónak (162 kJ helyett 8,9 kJ). Ez nagyságrendileg 1,5-2 g tücsöknek felel meg. Mindezek miatt nagyon fontos az energiában szegény eleség-összetétel és a koplaló napok (heti 2-3 vagy akár több, a fajtól függően) beiktatása a mindenevő és ragadozó hüllőknél (Girling és Raiti, 2004). Mindezek miatt indokolt a koplaló napok beiktatása. A kifejlett ízeltlábúak több szempontból is előnyösebbek a lárváiknál. Ez utóbbiaknak ugyanis nagy a nyerszsírtartalma (30-51%), szegények Ca-ban (0,6-1,1 g/kg) míg – ehhez viszonyítva – P-ban gazdagok (1,5-13,7 g/kg). A földigiliszta (*Lumbricus terrestris*) és a selyemhernyó (*Bombyx mori*) tűnik talán a legkedvezőbbnek (Barker és mtsai., 1998) az alacsonyabb nyerszsírtartalmuk miatt (97 illetve 80 g/kg sz.a.).

Az gerinces táplálékállatok etetésének előnye, hogy a hüllők elegendő vitaminhoz és ásványi anyaghoz jutnak. Vízi teknősök számára legmegfelelőbb az egészben etetett hal, ami kiegészíthető puhatestűekkel, nagyméretű fajoknál alkalmanként rágcsálóval vagy kisebb gerinces állattal. Az utóbbiak – hasonlóan a

vizsgált egész halhoz – Ca-ban gazdagok (Clum és mtsai., 1996; Fekete és Brown, 1993; Arbuckle, 2010). A teknőseleségek közül a granulált tápot lehetne kiemelni, amely annak ellenére, hogy vízi teknősöknek (döntően ragadozó fajok) készült, nagyon kicsi (27,3% sz.a.) nyersfehérje-tartalmú. A nagy mennyiségű nitrogénmentes kivonható anyag (67,8% sz.a.) jelenléte miatt kérdéses, hogy mennyire előnyös a célfajok számára egy ilyen összetételű táp. A címke szerinti D₃-vitamin-tartalom (1800 NE/kg) sem tűnik elegendőnek, valamint Ca mennyisége is rendkívül kicsi (2,7 g/kg sz.a.). Mindezek miatt nem ajánlható ennek a terméknek az etetése. A teknősök által nagyon kedvelt liofilizált marhaszív Ca-tartalom szempontjából természetesen kevésbé előnyös, mint a hal vagy a szárított rák, ezért adagolása csak alkalmanként, kisebb mennyiségben javasolható. Annak ellenére, hogy a szárított rákok kifejezetten gazdagok Ca-ban (59,8 és 39,1 g/kg sz.a.), a gyakorlati tapasztalat azt mutatja, hogy a nagy arányban ezekkel etetett teknősöknél – a D₃-vitamin hiánya miatt – kialakul az MBD. Táplálási szempontból a legmegfelelőbb az egész fagyasztott hal, amely biztosítja az állatok számára szükséges mennyiségű Ca-t és D₃-vitamint.

Kedvezőtlen táplálóanyag-összetételük miatt csak alkalmanként és kisebb mennyiségben szerepeltethetők az étrendben a különböző lárvák. Ezek felületükre csak igen kis mennyiségben és rövid időre tapad rá a por állagú táplálék-kiegészítő. Hüllők mindig figyelmet kell fordítani a vitaminok és ásványianyagok pótlására, különösen igaz ez a rovarévo fajok esetében. Por állagú, az elesésre szórható készítményt kell választani, ami nemcsak Ca-t, hanem más ásványianyagokat és vitaminokat is tartalmaz. Ezek a kifejezett ízeltlábúak kitinvázára – ellentétben a lárvákkal – megfelelően rátapadnak és nem hullanak le onnan azonnal.

A szárított garnéla és bolharák jelentős Ca-forrást jelent, de emellett gondoskodni kell a D₃-vitamin pótlásáról. Mindezek miatt – bár a 28. táblázatban szereplő eleségek egy kivételével Ca-ban gazdagok – a ragadozó teknősök számára legmegfelelőbb választás az egész fagyasztott hal, amellyel a Ca mellett a megfelelő vitaminbevitel is biztosítható.

A növényi alapanyagok táplálóanyag-tartalmát a **27. táblázat** tartalmazza. Gyakorlati szempontból a Ca-tartalmat érdemes kiemelni, ami a nagy útifű esetében a legnagyobb (42,3 g/kg), míg a francia perjénél a legalacsonyabb (4,0 g/kg), ráadásul ez utóbbinak különösen kedvezőtlen a Ca:P aránya. A többi növény közel azonos Ca-tartalmú (sárgarépa zöldje, gyermekláncfű, rukkola, madársaláta; $p > 0,05$). A francia perje, a tyúkhúr és a nagy útifű Ca-tartalma szignifikánsan eltért a többiétől ($p < 0,001$). A P, a nyerszsír és a nyersrost mennyisége közel azonos a vizsgált növényekben.

27. táblázat. A vizsgált növények beltartalmi értékei (g/kg sz.a.)

	Ca	P	Ca:P	Nyzsír	Nyfehérje	Nyrost
Gyermekláncfű	18,4	2,4	9:1	36	201	109
Tyúkhúr	12,7	3,6	4:1	23	206	106
Francia perje	4,0	4,1	1:1	46	209	105
Nagy útifű	42,3	2,2	21:1	32	127	109
Rukkola	16,5	4,1	4:1	32	246	105
Madársaláta	14,6	3,2	1,7:1	38	219	101
Sárgarépa zöldje	17,5	4,2	4,3:1	33	222	102

nyhamu = nyershamu; nyzsír = nyerszsír; nyfehérje = nyersfehérje; nyrost = nyersrost

Nyestfehérjében a madársaláta és a rukkola a leggazdagabb (20,9% és 24,6%), a nagy útifű a legszegényebb (12,7%), de ezt természetesen jelentősen befolyásolhatja a növény kora és vegetációs állapota. A hasonló zöldszakarmányokhoz képest nagyobb nyersfehérje tartalom összefüggésben állhat a kora tavaszi időszakban történt gyűjtéssel. A gyermekláncfű és tyúkhúr esetében mért 20% körüli érték összhangban áll irodalmi adatokkal (McArthur, 2004; Stahl és Donoghue, 2010). A 10% körüli nyersrost érték viszonylag alacsony, ami szintén a vegetációs stádiummal függhet össze, de közelebb áll Stahl és Donoghue (2010) mérésével (11%).

A teknősök jól tudnak alkalmazkodnia a különböző összetételű táplálékokhoz. Leopárd teknősök (*Stigmochelys pardalis*) két eltérő keverék (magas víz- és alacsony rosttartalmú és fordítva) etetésekor nem mutattak eltérést a súlygyarapodásban, súlyvesztésben (McMaster és Downs 2008). Mindez azonban nem jelenti azt, hogy hosszú távon ne lennének káros következményei (pl.: hiánybetegségek, kiszáradás) a folyadék- vagy rosthiánynak. Tavasztól késő őszig lehet a természetben növényi eleséget gyűjteni a szárazföldi teknősök és más növényevő, mindenevő hüllők számára. Ezek előnyösebbek, mint a fejes saláta vagy a különböző zöldségek. Az utóbbiakban általában kedvezőtlen a Ca:P arány (pl.: paradicsomban 0,62:1; fejes salátában 0,86:1; uborkában 0,95:1; banánban 0,24:1) és különösen a gyümölcsök szegények rostban (banán 2%; alma 4%; eper 6%). A vizsgált növények közül a nagy útifű a legmegfelelőbb, mivel ez gazdag Ca-ban, miközben kicsi a fehérjetartalma, így lassíthatja a fiatal állatok növekedési ütemét. A francia perje alacsony Ca-tartalma miatt is kevésbé fedezi a teknősök igényeit. A sárgarépa zöldje a gyermekláncfűvel megegyező táplálóanyag-tartalommal értékekkel rendelkezik, de mivel magas oxálsav-tartalmú (Girling és Raiti, 2004), csak kisebb mennyiségben célszerű etetni.

Téli időszakban rukkolával, madársalátával lehet helyettesíteni az őshonos kétszikű növényeket. A teknősök mindegyiket szívesen fogyasztják és összetételük is megfelelő. Minden esetben szükséges, hogy a táplálékhoz Ca- és D₃-vitamin-tartalmú

kiegészítőt adagoljunk. Mivel a teknősök jelentős részét nem kültéri terráriumban tartják, nem éri őket természetes napfény, így a D₃-vitamin hiánya a legfőbb probléma.

A perje kivételével (Ca-tartalma miatt), amit nem is szívesen fogyasztanak a teknősök, mindegyik, a táblázatban szereplő növény megfelelő a szárazföldi teknősök számára. A kisebb fehérje-, zsír- és a nagyobb rosttartalom miatt legkedvezőbb a nagy útifű, különösen úgy, hogy Ca-ban is gazdag és vastagabb levelei jobban koptatják a teknősök szarukávját, aminek túlnövése gyakori jelenség.

A vizsgálat legfontosabb megállapításai az alábbiak.

- A különböző tücsök- és csótányfajok nem mutatnak jelentős beltartalmi eltérést, Nyerfehérje-, nyerszsír- és ásványianyaga-tartalmuk közel azonos. Ezért ezek mindegyike megfelelő táplálék a rovarévó és mindenevő hüllők számára.
- A szárított rákok megfelelő Ca forrást jelentenek, de etetésükkor gondoskodni kell a D-vitamin-ellátásról is.
- A növények közül nyári időszakban – magas Ca-tartalma és vastag levele (szarukáva koptatása) miatt – különösen ajánlható a nagy útifű. A francia perje, a Ca:P kedvezőtlen aránya miatt nem megfelelő.

7.7.A GÖRÖG TEKNŐSÖK ÖNKÉNTES SZÁRAZANYAG-FELVÉTELÉRE, A PASSZÁZS IDEJÉRE ÉS A TÁPLÁLÓANYAGOK EMÉSZTHETŐSÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSÁRA IRÁNYULÓ VIZSGÁLATOK

7.7.1. Anyag és módszer

A 12 hím görög teknőst (testsúly $263,0 \pm 58,4$ g) egyedileg helyeztem el beltéri 790x570x420 mm-es, átlátszó műanyagból készült terráriumokba, alomanyag nélkül (12. kép).

A három különböző táplálékot (kígyóuborka, fejes saláta, gyermekláncfű) 130x170x30 mm-es műanyag edényben kapták az állatok. A **28. táblázat**ban látható a növények táplálóanyag-tartalma, amelyet a korábban ismertetett, szabványos módszerekkel határoztunk meg. A mérésekhez a preferencia szempontjából semleges, zöld színű növényeket használtam, mivel – saját tapasztalataink és kísérleti eredmények alapján is – a teknősök előnyben részesítik a sárga, lila és a piros színű növényeket (Pellitteri-Rosa és mtsai., 2010).



12. kép. A teknősök egyedi elhelyezése

28. táblázat. A vizsgálatban etetett növények táplálóanyag-tartalma (g/kg sz.a.)

	sz.a.	nyerszsír	nyersrost	nyersfehérje
kígyóuborka	40,6	25,8	89,6	151,5
gyermekláncfű	119,3	42,7	129,4	223,7
fejes saláta	55,6	32,4	113,6	203,5

Mindhárom táplálékba kárminvörös indikátort kevertem (60 mg/testsúly kg mennyiségben) a passzázs idejének meghatározásához. E vizsgálat során 2 hetes előtetést alkalmaztam, ezen felül – takarmányváltáskor – további 1 hétig, az új eleség fokozatosan növelt részarányával keverve kapták a táplálékot. A napi sz.a.-felvételt mindhárom esetben 3x4 napig mértem. A teknősök által ürített összes bélsarat egyedileg gyűjtöttem össze és fagyasztva tároltam az elemzésig.

ANOVA-teszttel hasonlítottam össze a három különböző táplálékból elfogyasztott mennyiséget.

7.7.2. Eredmények és azok értékelése

A 29. táblázatban látható adatok alapján elmondható, hogy a fejes saláta sz.a.-tartalma lényegesen kisebb, mint a gyermekláncfűé, ugyanakkor a két eleségegységnyi szárazanyag-tartalomra vonatkoztatott táplálóanyag-tartalma hasonló. Ezzel szemben a kígyóuborka fehérje-, rost- és zsírtartalma is lényegesen kisebb ezeknél. A legnagyobb táplálóanyag- és sz.a.-tartalommal a gyermekláncfű rendelkezett.

A testsúlyhoz viszonyított (relatív) sz.a.-felvétel 0,3-1,2% között mozgott (29. táblázat). Összehasonlítva az egyes táplálékokból felvett mennyiségeket (6. ábra). megállapítható, hogy a teknősök szignifikánsan ($p < 0,001$) több fejes salátát (0,8-4,8 g

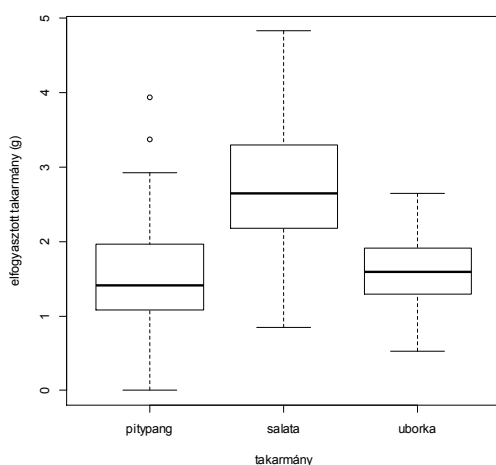
sz.a./nap) fogyasztottak, mint uborkát (0,5-2,6 g sz.a./nap) vagy gyermeklángfüvet (0,5-3,9 g sz.a./nap).

29. Táblázat. A teknősök sz.a.-felvétele

		napi sz.a.-felvétel(g)	p-érték (napi sz.a.-felvételre vonatkoztatva)	napi sz.a.-felvétel a testsúly %-ában (g)	p-érték (a testsúly %-ra vonatkoztatva)
kígyóuborka	tart.	0,5–2,6	p _{uborka-gyermekláncfű} =0,732	0,4–1,1	p _{uborka-gyermekláncfű} =0,673
	átl.±sz.	1,6±0,4		0,7±0,2	
gyermekláncfű	tart.	0,5–3,9	p _{uborka-saláta} <0,001	0,3–0,9	p _{uborka-saláta} =0,002*
	átl.±sz.	1,5±0,6		0,6±0,2	
fejes saláta	tart.	0,8–4,8	p _{gyermekláncfű-saláta} <0,001	0,8–1,2	p _{gyermekláncfű-saláta} <0,001*
	átl.±sz.	2,8±0,8		0,9±0,1	

átl.±sz.=átlag±szórás, tart.=tartomány, *szignifikáns különbség

Ebből következően a relatív **sz.a.-felvétel** a fejes saláta esetében (0,8-1,2%) volt a legnagyobb, míg az uborkára (0,4-1,1%) és a gyermeklángfüre (0,3-0,9%) vonatkozóan ennél szignifikánsan (p=0,002; p<0.001) kisebb értékeket mértünk.



6. ábra. A három eleségből elfogyasztott mennyiségek.

A boxplotok jól mutatják, hogy mindhárom eleségnél nagy volt a szórás és salátából jelentősen többet ettek a teknősök.

Sz.a.-ra számítva a gyermeklángfű és a saláta táplálóanyag-tartalma viszonylag közel áll egymáshoz, ugyanakkor jelentős különbség mutatkozik a nedvességtartalmukban, ami számottevően befolyásolhatja a sz.a.-felvételt. Kísérletünkben a testsúly %-ában kifejezett sz.a.-felvétel lényegesen kisebb volt (0,4-1,2%), mint a gazdasági haszonállatokra jellemző érték (1,5-5%). Irodalmi adatok alapján a görög teknősök sz.a.-felvétele 0,3-0,6% között mozog (Franz és mtsai.,

2011). Ez alacsonyabb a saját értékeinknél, aminek háttérében az általuk alkalmazott szénatartalmú eleség magasabb rostszintje állhat.

A zöldségeket és gyümölcsöket nagy arányban fogyasztó teknősöknél – a gyorsabb fejlődés miatt – előnyös lehet a táplálék-felvétel korlátozása (Gramanzini és mtsai., 2013), ennek értéke azonban még újabb vizsgálatokat igényel. A növekedési ütem lassítása egyrészt a nagyobb víztartalmú, másrészt a rostosabb táplálékok etetésével érhető el. Az eredményeinkből látható, hogy a teknősök szignifikánsan több salátát fogyasztottak, mint uborkát vagy gyermekláncfűvet. Feltételezhető, hogy a táplálóanyag-tartalom mellett a saláta íze, szaga is jelentős szerepet játszik annak kedveltségében. Ennek vizsgálatára hüllőkben még nincsenek kidolgozott módszerek vagy irodalmi adatok. További szempont, hogy a salátára alapozott tápláláskor gyakran alakul ki teknősökben hiánybetegség (pl.: MBD) és – kedveltsége miatt – a növekedési ütem visszafogására sem alkalmazható. A hiánybetegség háttérében egyrészt a saláta viszonylag alacsony (0,4 g/100 g sz.a.) Ca-, valamint a magas oxálsavszintje áll (McArthur, 2004). Az utóbbi megköti a bélrendszerben a táplálékkal bejutó, eleve nem elegendő mennyiségű Ca-t, így az már nem tud felszívódni. Mindezek miatt nem javasolható a fejes salátára alapozott *ad libitum* táplálás.

Miután a kigyóuborka rosttartalma a legalacsonyabb, azt várhatnánk, hogy ebből fogyasztják a legtöbbet az állatok. A nagy víztartalom korlátozza a felvehető mennyiséget, ugyanakkor hozzájárul a megfelelő vízfelvételhez, de kizárólagos vagy nagy arányú etetését a kicsi táplálóanyag-tartalom miatt kerülni kell.

A gyermekláncfűből felvett kevesebb sz.a. a salátánál nagyobb (129 g/kg sz.a. szemben a 113 g/kg sz.a.-gal) nyersrost-tartalmával magyarázható, amelynek hatására csökken az elfogyasztható mennyiség. A növekedési ütem lassítása érdekében – különösen a fiatal egyedeknél – tehát nagy szerepe lehet e rostban gazdagabb, a teknősök természetes étrendjéhez közel álló, kétszikű növénynek. Ez lehetővé teszi nagyarányú, vagy akár kizárólagos etetését is. E tekintetben tehát a gyermekláncfű tekinthető a legelőnyösebbnek az általunk vizsgált három növény közül.

A **passzázs ideje** az uborka (2-4 nap) esetében sokkal kisebb volt ($p < 0,001$), mint a fejes salátára (6-13 nap) vagy a gyermekláncfű (9-14 nap) etetésekor. Irodalmi adatok alapján a teknősök passzázs-ideje – az eleség rosttartalmától függően – 2,7-12 nap között mozog (Furrer és mtsai., 2004; Liesegang és mtsai., 2007), ami hasonló az általam mért értékekhez. Látható tehát, hogy ez hosszabb (Karasov és mtsai., 1986; Bjørndal, 1989; Barboza, 1995; Tracy és mtsai., 2006; Franz és mtsai., 2011;), mint a növényevő emlősöké, ami általában 2 nap (Clauss és mtsai., 2007). Ennek oka a változó testhőmérséklettel összefüggő, lassabb anyagcserén túl az, hogy – a rágás hiánya miatt – a nagyobb növényrészek megemésztése több időt vesz igénybe (Fritz

és mtsai., 2010). Georgiai üregteknősnél (*Gopherus polyphemus*) átlagosan 13 napot mértek (Bjorndal, 1987), míg a galápagosi óriásteknős (*Chelonoidis nigra*) esetében ez 6-13 nap között mozoghat, de még 28 nap elteltével is ürült kontrasztanyag (Hatt és mtsai., 2005; Sadeghayobi és mtsai., 2011). A kísérletünkben uborka esetében tapasztalt rövid tranzitidő feltehetően az uborka kisebb rost- és nagyobb víztartalmával áll összefüggésben.

A 7 nap alatt gyűjtött ürülék mennyisége – a táplálékoktól függően – széles határok között mozgott (fejes saláta: 0,5-2,0 g sz.a./7 nap; kígyóuborka: 0,0-1,3 g sz.a./7 nap; gyermekláncfű: 2,0-2,2 g sz.a./7 nap). Az állatok többsége (mindhárom eleség etetése során) részben vagy teljes egészében elfogyasztotta az ürüléket, ezért az **emészthetőségi vizsgálatokat** nem lehetett elvégezni.

A kígyóuborkára jellemző nagy nedvesség- és alacsony nyersrost-tartalom magyarázhatná az állatok viselkedését, de az ürülékevés a másik két táplálék esetében is előfordult. Ezért egyértelműen látható, hogy a teljes gyűjtéses módszer nem alkalmazható a táplálóanyagok emészthetőségének meghatározására, sőt, az ürülék teljes mennyiségének elfogyasztása egy indikátoros eljárás elvégzését is lehetetlenné teszi. Ennek hátterében – mivel *ad libitum* etetés volt – nem az éhezés, hanem nagy valószínűséggel a rosthány áll. A témában végzett vizsgálatok nem számolnak be ilyen viselkedésről, de a széles tartományban mozgó emészthetőségi értékek (pl.: nyersfehérje 53-95%; ADF 23-92%) hátterében valószínűleg ez a jelenség állhat (Hatt és mtsai., 2002; Hatt és mtsai., 2005; Franz és mtsai., 2011). Felmerülhet a kérdés, hogy lehetséges-e a rágcsálóknál, kisemlősöknél használatos rácspadozat alkalmazása. Véleményem szerint a teknősök ürülékének állaga és az állatok végtagszerkezete miatt ez nem lenne megfelelő módszer, ennek pontos értékelése azonban további vizsgálatokat igényel.

A vizsgálat legfontosabb megállapításai az alábbiak.

- A szárazföldi teknősök szignifikánsan több fejes salátát fogyasztanak, mint uborkát vagy gyermekláncfüvet, ezért is kerülni kell a túlzott mértékű etetését. A görög teknősöknek a testsúly %-ában kifejezett sz.a.-felvétele (0,4-1,2%) lényegesen kisebb a gazdasági haszonállatokra jellemző értékeknél (1,5-5%), a passzázsuk (uborka: 2-4 nap; fejes saláta: 6-13 nap; gyermekláncfű: 9-14 nap) pedig számottevően lassabb.
- A teljes gyűjtéses módszer – tömör alizat esetén – nem alkalmazható növényevő szárazföldi teknősöknél.

8. Következtetések

A kísérleti eredményeim alapján a gyakorlat számára is hasznosítható javaslatokat lehet megfogalmazni a hullók vitamin- és ásványianyag-ellátásával kapcsolatban.

Az MBD megelőzése érdekében növendék szárazföldi teknősök számára megfelelő a 150 g/kg Ca és 50 000 NE/kg D₃-vitamin-tartalmú kiegészítő adagolása napi gyakorisággal. Az alacsony (2000 NE/kg) D-vitamin-tartalmú kiegészítők nem fedezik az állatok igényét és számítani lehet az MBD kialakulására. A szájon át adagolt D₃-vitamin-kiegészítés hatékonyságát bizonyítja, hogy a nagy dózisu kiegészítésben (50 000 NE/kg) részesülő teknősök páncélja egészségesen fejlődött és megfelelő szilárdságú volt.

A különböző vitaminok (pl.: B₁, B₂, B₁₂, K, E) túlzott mértékű bevitele fokozhatja a teknősök növekedési ütemét, amit saját vizsgálatunk is igazolt. Mindezek miatt szárazföldi teknősök számára olyan készítmény javasolt, amelynek összetétele az „A”-jelűhöz (50 000 NE/kg D₃-vitamin és 150 g/kg Ca tartalom) áll közel.

Növendék szakállas agámák számára mindegyik kísérleti kezelés megfelelőnek tűnik. Ennek ellenére – mivel ebben a csoportban volt a legalacsonyabb a vér Ca-szintje – az alacsony (2000 NE/kg kiegészítő) D₃-vitamin-tartalmú terméket UV-B-lámpával célszerű kiegészíteni. A napi 12 órás UV-B-sugárzás emeli a vérplazma Ca- és Ca²⁺-szintjét, függetlenül a D-vitamin forrásától.

Az állatok egészséges fejlődése egyaránt biztosítható kizárólag szájon át adagolt nagy D-vitamin-szintű (50 000 NE/kg sz.a. termék) kiegészítővel vagy UV-B-forrással. A kettő kombinációja sem okoz egészségkárosodást, de nem tűnik indokoltnak. Együttes alkalmazásuk esetén inkább javasolható az alacsonyabb D₃-vitamin-tartalmú kiegészítő, illetve a gyengébb UV-B-sugárzású izzó. A vér Ca-szintjei alapján legkevésbé előnyös az alacsony (2000 NE/kg sz.a.) D₃-vitamin-tartalmú termék kizárólagos adagolása. Ebben az esetben javasolható a kiegészítő UV-lámpa elhelyezése.

Táplálék-kiegészítők vizsgálatokor ajánlatos hosszabb időtartamot (10-12 hónap) választani, ellenkező esetben – mint az a 7.1. fejezetben olvasható kísérletben is látható – nem feltétlenül derül fény a termék esetleges hiányosságaira.

Mindkét faj vérvizsgálati eredményeiből látható, hogy még azonos tartási körülmények és táplálás esetén is ingadozást mutatnak az adatok, bár a zárttéri tartással csökkenthető a külső tényezők (évszak, hőmérséklet) hatása. A pontos diagnózis felállításához – éppen a biokémiai paraméterek ingadozása miatt – többszöri vérvétel szükséges. A nagyon széles adattartományban mozgó paraméterek estében (pl.:

enzimek, húgysav) előnyösebb lehet a konfidenciaintervallum használata. A nagyobb diagnosztikai érték miatt – mindenevő és ragadózó hullóknél – célszerű a vérvétel előtti 24 órás koplaltatás alkalmazása, mivel az állati eredetű fehérje fogyasztása jelentős hatással van a plazma húgysavszintjére. Szakállas agámáknál az életkor növekedésével párhuzamosan számolni kell az összfehérje plazmabeli koncentrációjának emelkedésével.

A vérplazma 25(OH)D₃-koncentrációja alapján ajánlás fogalmazható meg az állattartók számára a tekintetben, hogy a szájon át adagolt D₃-vitamint vagy az UV-B-lámpát válasszák-e. Görög teknősöknél mindkét kezelés alacsony 25(OH)D₃- és nagy ALKP-szintet eredményezett így egyik sem tűnik megfelelőnek, habár a vér Ca-szintjei élettaniak és az állatok egészségesek voltak. A szárazföldi teknősök számára tehát nagyobb D₃-vitamin-tartalmú kiegészítő vagy erősebb UV-lámpa szükséges. Az agámáknál mindkét kezelés magas 25(OH)D₃-koncentrációt eredményezett, nem volt különbség a csoportok között. Így a szájon át adagolható (~30 000 NE/kg sz.a D₃-vitamin) és a sivatagi életmódra javasolt UV-lámpa (33,5±5,5 μW/cm²) is ajánlható.

A dolgozatban ismertetett vérparaméterek alkalmasak a zárt térben, hobbiállatként tartott görög teknősök és szakállas agámák esetében referenciaértékeként történő felhasználásra. A teknősök – saját korábbi eredményeimhez képest – megemelkedett húgysavszintje rávilágít a heti fürdetés fontosságára, amellyel biztosítható az állatok optimális vízellátása.

A különböző táplálékok vizsgálata alapján elmondható, hogy a tücsök- és csótányfajok nem mutatnak jelentős beltartalmi eltérést, ezért ezek mindegyike megfelelő táplálék a rovarévó és mindenevő hullók számára. A magas Cu-tartalom miatt nem javasolható a bütykös csótány nagyarányú etetése.

Vízi teknősök számára kiegészítő Ca-forrást jelentenek a különböző szárított rákok, de megfelelő D₃-vitamin-forrás (egész hal) nélkül, ezért ennek pótlására figyelni kell. Mivel a hullók esetében nincsenek – az emlősöknél már ismert – az egyes táplálóanyagokra vonatkozó szükségleti értékek, jobb elkerülni a gyári tápok etetését. Ezt támasztja alá a vizsgálatban szereplő táp alacsony Ca-tartalma is, amely nem fedezné a teknősök igényét. A növényi táplálékok közül – jelentős Ca-tartalma miatt – különösen javasolható a nagy útifű, de az összes többi is (a francia perje kivételével) etethető.

A közel azonos teljesítményű izzók UV-B-sugárzása jelentős eltérést mutathat és egyes termékek élettartama lényegesen eltérhet a gyártói leírástól, ezért javasolt a sugárzás rendszeres ellenőrzése UV-mérővel. A kis teljesítményű (13 W) izzók UV-B-

sugárzása már üzembe helyezéskor is alacsony, ezért célszerű szájon át adagolt D₃-vitamin tartalmú kiegészítővel kombinálni.

A kedvtelésből tartott görög teknősöket – egy korábbi adatgyűjtésem alapján – főleg fejes salátával és egyéb emberi fogyasztásra szánt, könnyen beszerezhető növényvel etetik. Az ilyen esetekben tapasztalható fokozott növekedési ütem hátterében állhat, hogy a teknősök kedvelik a fejes salátát és jóval többet fogyasztottak belőle, mint a hasonló táplálóanyag-tartalmú gyermekláncfűből. Ez alapján feltételezhető, hogy a teknősök ízérzékelésének és szaglásának is fontos szerepe van a táplálék kiválasztásában. Nagy víztartalma miatt a kígyóuborkából elfogyasztott mennyiség is korlátozott, így a magasabb nedvességtartamú eleséggel csökkenthető a felvett sz.a. mennyisége, de arra is ügyelni kell, hogy megfelelő legyen az állatok rostellátása.

Annak ellenére, hogy több korábbi közleményben is ezt a módszert használták, a vizsgálatomban egyértelművé vált, hogy a teljes gyűjtéses eljárás – tömör aljzat esetén – nem alkalmazható szárazföldi teknősöknél az emészthetőség meghatározására. A bélsár, szinte azonnali elfogyasztása megkérdőjelezi az indikátoros módszer lehetőségét is.

9. Új tudományos eredmények

- Táplálék-kiegészítők vizsgálatokor ajánlatos hosszabb időtartamot (minimum 10-12 hónap) választani, ellenkező esetben nem feltétlenül derül fény a termék esetleges hiányosságaira.
- **Növendék növényevő szárazföldi teknősöknél** az 50 000 NE/kg D₃-vitamint és 150 g/kg Ca-t tartalmazó, por állagú kiegészítő tekinthető megfelelőnek, melynek javasolható adagja 1,5 g/100 g friss eleség/nap. A **felnőtt szárazföldi teknősök** számára – a túl alacsony 25(OH)D₃- és nagy ALKP-koncentráció alapján – a 7.4. fejezetben aklamazott egyik kezelés sem javasolható.
- **Növendék szakállas agámáknál** – az MBD megelőzésére – egyaránt alkalmazható a heti 5 alkalommal, kizárólag szájon át adagolt, 50 000 NE/kg D₃-vitamin- és 150 g/kg Ca-tartalmú kiegészítő (1,5 g/100 g friss eleség + eleségállatok beszórása minden etetéskor, illetve az eleségállatokra szórva), valamint a Ca-kiegészítés (300 g/kg sz.a., 1,5 g/100 g friss eleség + eleségállatok beszórása) + a sivatagi fajoknak szánt UV-lámpa (33,5±5,5 μW/cm²). A p.o. porkiegészítő és az UV-B-lámpa együttes alkalmazása sem okoz egészségügyi problémát. A napi 12 órás UV-B-sugárzás – függetlenül az esetleges p.o. adagolt D₃-vitamintól – emeli a vérplazma Ca és Ca²⁺ szintjét. A vérplazma 25(OH)D₃-koncentrációja alapján a **felnőtt szakállas agámák** számára egyformán megfelelő a szájon át adagolt D₃-vitamin (32 000 NE/kg sz.a.) + Ca (350 g/kg sz.a.) és a sivatagi fajoknak szánt UV-B-lámpa (33,5±5,5 μW/cm²) + Ca (350 g/kg sz.a. alkalmazása (mindkét esetben 0,6 g por/100 g friss növényi eleség + táplálékállatok megszórása).
- A 7.2. és 7.3. fejezetekben kapott vérvizsgálati eredmények egészséges állatokra vonatkozó referenciaértékként használhatók. Szakállas agámáknál az életkor növekedésével párhuzamosan számolni kell az összfehérje plazmabeli koncentrációjának emelkedésével. A mindenevő és rovarévő, ragadozó hüllők vérvizsgálata előtt előnyös a 24 órás koplaltatás, amely lehetővé teszi a vér húgysavszintjének standardizálását, ezáltal az eredmények jobb összehasonlíthatóságát.
- A különböző csótányfajok – táplálékanyag-tartalmuk alapján – a tücsökfajok alternatívái lehetnek, de a magas Cu-szint (176,2 mg/kg) miatt a bütykös csótány csak alkalmi táplálékként kapják az állatok. A szárított rákok megfelelő Ca forrást jelenteken. A növények közül nyári időszakban – magas Ca-tartalma és vastag levele (szarukáva koptatása) miatt – különösen ajánlható a nagy útifű. A francia perje, a Ca:P kedvezőtlen aránya miatt nem megfelelő.

- A fejes salátára alapozott tápláláskor szignifikánsan nő a teknősök sz.a.-felvétele, amely lényegesen kisebb (testsúly 0,4-1,2%) a gazdasági haszonállatokra jellemző értékeknél (1,5-5%), a passzázsuk (uborka: 2-4 nap; fejes saláta: 6-13 nap; gyermekláncfű: 9-14 nap) pedig számottevően lassabb.

10. A doktori kutatás eredményeinek közzlése

13.1. LEKTORÁLT, IMPAKT FAKTORRAL BÍRÓ TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATBAN MEGJELENT/ELFOGADOTT PUBLIKÁCIÓK

- Hetényi N., Sátorhelyi T., Hullár I.: **Az európai szárazföldi teknősök tartása, etetése.** Irodalmi áttekintés. Magy. Állatorv. Lapja, 132:4, 223-229, 2010.
- Hetényi N.: **Szakállas agámák (*Pogona vitticeps*) tartása és takarmányozása.** Irodalmi áttekintés. Magy. Állatorv. Lapja, 135., 72-77, 2013.
- Hetényi N., Andrásosfzsky E., Berta E., Hullár I.: **Ragadozó teknősök és rovarrevő hüllők eleségeinek táplálóanyag-tartalma.** Magy. Állatorv. Lapja, 135. 467-472, 2013.
- Hetényi N., Sátorhelyi T., Kovács Sz., Hullár I.: **Effects of two dietary vitamin and mineral supplements on the growth and health of Hermann's tortoise (*Testudo hermanni*).** Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift, 127. 251-256, 2014.
- Hetényi N., Sátorhelyi T., Hullár I.: **Hüllők metabolikus csontbetegsége.** Irodalmi összefoglaló. Magy. Állatorv. Lapja, 137. 613-623, 2015.
- Hetényi N., Sátorhelyi T., Kovács Sz., Hullár I.: **Variations in blood biochemical values of male Hermann's tortoises (*Testudo hermanni*).** Veterinaria, 65. 15-21, 2016.
- Hetényi N., Andrásosfzsky E., Hullár I.: **Vizsgálatok a görög teknősök (*Testudo hermanni*) önkéntes szárazanyag-felvételére, a passzázs idejére és a táplálóanyagok emészthetőségének meghatározására.** Eredeti közlemény. Magy. Állatorv. Lapja, 138, 307-312, 2016.

13.2. KONFERENCIA PREZENTÁCIÓK

- Közép- és Kelet-Európai Laborállat-tudományi Konferencia (CEELA 2009), SZIE-ÁOTK, Budapest, 2009.05.23. Poszter. Hetényi N.: The most common environmental and nutritional diseases of tortoises.
- Takarmányozást oktatók és kutatók találkozója. Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar Takács Ferenc Képző Központ Hódmezővásárhely, 2010. szeptember 2-3. Előadás. Hetényi N.: Szárazföldi teknősök és szakállas agáma fontosabb takarmányozási eredetű bántalmai.
- XXXIII. Óvári Tudományos Nap, 2010.10.07., Előadás. Hetényi N: Az európai szárazföldi teknősök tartása, etetése.
- A Magyar Vad- és Állatkerti Állatorvosok Társasága (MVÁÁT), valamint a Fővárosi Állat- és Növénykert Konferenciája, 2011.03.25-27., Budapest. Poszter. Hetényi N., Sátorhelyi T., Kovács Sz., Hullár I.: Görög teknősök (*Testudo hermanni*) növekedése két különböző takarmány-kiegészítő etetésekor.
- Takarmányozást oktatók és kutatók találkozója, 2012.08.27-28., Keszthely, Előadás. Hetényi N.: Rovarevő hullók táplálásának főbb szempontjai.
- XXXIV. Óvári Tudományos Nap, 2012.10.05., Mosonmagyaróvár. Előadás. Hetényi N.: Görög teknősök vitamin- és ásványianyag-ellátása.
- A Magyar Vad- és Állatkerti Állatorvosok Társasága, valamint a Fővárosi Állat- és Növénykert Konferenciája, 2012.03.30-04.01., Budapest. Poszter. Hetényi N., Andrásófszky E., Berta E., Hullár I.: Hullók etetésére használt egyes eleségállatok táplálóanyag-tartalma.
- A Magyar Vad- és Állatkerti Állatorvosok Társasága, valamint a Fővárosi Állat- és Növénykert Konferenciája, 2012.03.30-04.01., Budapest, Poszter. Hetényi N., Sátorhelyi T., Abonyi-Tóth Zs., Hullár I.: Különböző takarmány-kiegészítők hatása a szakállas agámák (*Pogona vitticeps*) egyes vérparamétereire és növekedésére.
- Magyar Laborállat-tudományi Egyesület Konferenciája, SZIE-ÁOTK, 2015.11.28., Budapest, Poszter. Hetényi N., Andrásófszky E., Hullár I.: Vizsgálatok a görög teknősök (*Testudo hermanni*) önkéntes szárazanyag-felvételére, a passzázs idejére és a táplálóanyagok emészthetőségének meghatározására.

- Takarmányozást oktatók és kutatók találkozója, 2016.09.08-09., Debrecen, Debreceni Egyetem Mezőgazdasági-, Élelmiszertudományi- és Környezetgazdálkodási Kar, Előadás. Hetényi N.: Hüllők metabolikus csontbetegsége.
- European Society of Veterinary & Comparative Nutrition (ESVCN), 20th Conference. Németország, Berlin, Freie Universität, 2016.09.15-17. Előadás. Hetényi N., Sátorhelyi T., Lang Zs., Hullár I.: The effects of oral cholecalciferol supplementation vs. UVB exposure on plasma concentration of 25(OH)D and Ca of bearded dragons (*Pogona vitticeps*) and Hermann's tortoises (*Testudo hermanni*).

11. Irodalom

Abou-Madi N., Jacobson E. R.: **Effects of blood processing techniques on sodium and potassium values: A comparison between aldabra tortoise (*Geochelone gigantea*) and Burmese mountain tortoise (*Manouria emys*).** Vet. Clin. Pathol., 32. 61-66, 2003.

Acierno M.J., Mitchell, M.A., Roundtree, M.K., Zachariah T.T.: **Effects of ultraviolet radiation on 25-hydroxyvitamin D₃ synthesis in red-eared slider turtles (*Trachemys scripta elegans*).** Am. J. Vet. Res., 67. 2046-2049, 2006.

Acierno M.J., Mitchell M.A., Zachariah T.T., Roundtree M.K., Kirchgessner M.S., Guzman D.S.M.: **Effects of ultraviolet radiation on plasma 25-hydroxyvitamin D₃ concentrations in corn snakes (*Elaphe guttata*).** Am. J. Vet. Res., 69. 294-297, 2008.

Alberghina D., Marafioti S., Spadola F., Panzera M., Piccione G.: **Influence of short-term storage conditions on the stability of total protein concentrations and electrophoretic fractions in plasma samples from loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*.** Comp. Clin. Pathol., 24. 1091-1095, 2015.

Allen M.E., Oftedal O.T.: **Dietary manipulation of the calcium content of feed crickets.** J. Zoo Wildl. Med. 20. 26-33, 1989.

Allen M.E., Oftedal O.T.: **The nutrition of carnivorous reptiles.** In: Murphy J.B., Adler K., Collins J.T. (Eds.), Captive Management and Conservation of Amphibians and Reptiles, vol. Contributions to Herpetology. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Ithaca, New York, pp. 71-82, 1994.

Allen M.E., Chen T.C., Holick M.F., Merkel E.: **Evaluation of vitamin D status in the Green Iguana (*Iguana iguana*): Oral administration vs UVB exposure.** Proceedings of a Symposium on the Biological Effects of Light, Basel, Switzerland, November 1-3., 99-101, 1998.

Anderson N.L., Wack R.F., Hatcher R.: **Hematology and clinical chemistry reference ranges for clinically normal, captive new guinea snapping turtle (*Elseya novaeguinae*) and the effects of temperature, sex and sample type.** J. Zoo Wildl. Med., 28. 394-403, 1997.

Anderson S. J.: **Increasing calcium levels in cultured insect.** Zoo Biol., 19. 1-9, 2000.

Anderson E.T., Larry J. Minter L.J., Elsburgh O. Clarke III, Raymond M. Mroch III, Jean F. Beasley, and Craig A. Harms, "**The Effects of feeding on hematological and plasma biochemical profiles in Green (*Chelonia mydas*) and Kemp's Ridley (*Lepidochelys kempii*) Sea Turtles.** Vet. Med. International, Article ID 890829, 7 pages, doi:10.4061/2011/890829, 2011.

Andreani G., Carpena E., Cannavacciuolo A., Di Girolamo N., Ferlizza E., Isani G.: **Reference values for hematology and plasma biochemistry variables, and protein electrophoresis of healthy Hermann's tortoises (*Testudo hermanni ssp.*).** Vet. Clin. Pathol.. 43. 573-583, 2014.

Arbuckle K.: **Suitability of day-old chicks as food for captive snakes.** J. Anim. Phys. Anim. Nutr, 94. 296-307, 2010.

Aucune B.M., Gehrmann W.H., Ferguson G.W., Chen T.C., Holick M.F.: **Comparison of two artificial ultraviolet light sources used for chuckwalla, *Sauromalus obesus*, husbandry.** J. Herpet. Med. Surg., 13. 14-17, 2003.

Baer D.J., Oftedal O.T., Rumpler W.V., Ullrey D.E.: **Dietary fibre influences nutrient utilization, growth and dry matter intake of green iguanas (*Iguana iguana*).** J. Nutr., 127.1501-1507,1997.

Baldus C.: **Enzyme activity distribution in reptiles: Analysis of the organ and plasma levels with regard to diseases and clinical patterns.** Diss. Med. Vet., Ludwig-Maximilian-Universität München, 95-168, 2009.

Ball J.C.: **A comparison of the UV-B irradiance of low-intensity, full-spectrum lamps with natural sunlight.** Bull. Chicago Herp. Soc., 30. 69-71, 1995.

- Barboza P.S.: **Digesta passage and functional anatomy of the digestive tract in the desert tortoise (*Xerobates agassizii*)**. J. Comp. Physiol., B, 165. 193–202, 1995.
- Barker D., Fitzpatrick M.P., Dierenfeld E.S.: **Nutrient composition of selected whole invertebrates**. Zoo Biol., 17. 123–134, 1998.
- Bernard J.B., Oftedal O. T., Ullrey D.E.: **Idiosyncrasies of vitamin D metabolism in the Green iguana (*Iguana iguana*)**. Proc. Comp. Nutr. Soc. Symp., 11-14, 1996.
- Bjorndal K.A.: **Digestive efficiency in a temperate herbivorous reptile, *Gopherus polyphemus***. Copeia, 3. 714-720, 1987.
- Bjorndal K.A.: **Flexibility of digestive responses in two generalist herbivores, the tortoises *Geochelone carbonaria* and *Geochelone denticulata***. Oecologia, 78. 317-321, 1989.
- Burger R.M., Gehrman W.H., Ferguson G.W.: **Evaluation of UVB reduction by materials commonly used in reptile husbandry**. Zoo Biol., 26. 417-423, 2007.
- Cannon M.J.: **Husbandry and veterinary aspects of the bearded dragon (*Pogona spp.*)**. Sem. Av. Exot. Pet Med., 12. 205-214, 2003.
- Carman E.N., Ferguson G.W., Gehrman W.H. Chen T.C., Holick M.F.: **Photobiosynthetic opportunity and ability for UVB generated vitamin D synthesis in free-living house geckos (*Hemidactylus turcicus*) and Texas spiny lizards (*Sceloporus olivaceous*)**. Copeia, 1. 245-250, 2000.
- Cartland L.K., Cree A., Sutherland W.H.F., Grimmond N.M., Skeaff C.M.: **Plasma concentrations of total cholesterol and triacylglycerol in wild and captive juvenile tuatara (*Sphenodon punctatus*)**. New Zealand J. Zool., 21. 399-406, 1994.
- Christopher M.M., Berry K.H., Wallis I.R., Nagy K.A., Henen B.T., Peterson C.C.: **Reference intervals and physiologic alterations in hematologic and biochemical values of free-ranging desert tortoises in the Mojave desert**. J. Wildl. Dis., 35. 212-38, 1999.

Clauss M., Schwarm A., Ortmann S., Streich W.S., Hummel J.: **A case of non-scaling in mammalian physiology? Body size, digestive capacity, food intake, and ingesta passage in mammalian herbivores.** Comp. Biochem. Physiol., A, 148. 249–265, 2007.

Clum N.J., Fitzpatrick M.P., Dierenfeld E.S.: **Effect of diet on nutritional content of whole vertebrate prey.** Zoo Biol., 15. 525-537, 1996.

Cooper-Bailey K., Smith S.A., Zimmerman K., Lane R., Raskin R.E., DeNardo D.: **Hematology, leukocyte cytochemical analysis, plasma biochemistry, and plasma electrophoresis of wild-caught and captive-bred Gila monsters (*Heloderma suspectum*).** Vet. Clin. Pathol., 40. 316-323, 2011.

Cranfield M., Graczyk T., Lodwick L.: **Adenovirus in the breaded dragon, *Pogona vitticeps*.** Proc. Ass. Rept. Amphib. Vet., 6. 131-132, 1996.

Crawshaw G.J., Holz P.: **Comparison of plasma biochemical values in blood and blood-lymph mixtures from Red-eared sliders, *Trachemys scripta elegans*.** Proc. Ass. Rept. Amphib. Vet., 6. 7-9, 1996.

Cuadrado M., Molinka-Prescott I., Flores L.: **Comparison between tail and jugular venipuncture techniques for blood sample collection in common chameleons (*Chamaeleo chameleon*).** Vet. J., 166. 93-97, 2003.

Dallwig R.M., Paul-Murphy J., Thomas C., Medlin S., Vaughan C., Sullivan L., Sladky K.K., Ramirez O., Herrera G.: **Hematology and Clinical Chemistry Values of Free-Ranging Basilisk Lizards (*Basiliscus plumifrons*) in Costa Rica.** J. Zoo Wildl. Med., 42. 205-213. 2011.

Degiorgi C.F., Fernández R.O., Pizarro R.A. : **Ultraviolet-B Lethal Damage on *Pseudomonas aeruginosa*.** Curr. Microbiol., 33. 141-146, 1996.

Dennis P. M., Benetti R. A., Harr K. E., Lock B. A.: **Plasma concentration of ionized calcium in healthy iguanas.** JAVMA, 219. 326-328, 2001.

Del Vecchio S., Burke R. L., Rugiero L., Capula M., Luiselli, L.: **Seasonal changes in the diet of *Testudo hermanni hermanni* in central Italy.** Herpetologica, 67. 236-249, 2011.

Dickinson H. C., Fa J. E.: **Ultraviolet light and heat source selection in captive spiny-tailed iguanas (*Oplurus cuvieri*).** Zoo Biol., 16. 391-401, 1997.

Dickinson V.M., Jarchow J.L., Trueblood M.H.: **Hematology and plasma biochemistry reference range values for free-ranging desert tortoises in Arizona.** J. Wildl. Dis., 38. 143-145, 2002.

Dierenfeld E.S.: **Vitamin E deficiency in zoo reptiles, birds and ungulates.** J. Zoo Wildl. Med., 20. 3-11, 1989.

Divers S.J.; Redmayne G., Aves E.K.: **Haematological and biochemical values of 10 green iguanas (*Iguana iguana*).** Vet. Rec., 138. 203-205, 1996.

Divers S.J., Cooper J.E.: **Reptile hepatic lipidosis.** Sem. Av. Exot. Pet Med., 9. 153-164, 2000.

Doneley B.: **Caring for bearded dragon.** The North American Veterinary Conference, Orlando, 2006. jan. 7-11, 1607-1611.

Donoghue S., Vidal J., Kronfeld D.: **Growth and morphometrics of green iguanas (*Iguana iguana*) fed four levels of dietary protein.** J. Nutr., 128. 2587-2589, 1998.

Douglas K. D., Saker K. E., Smith S. A., Robertson J. L., Holladay S. D.: **A preliminary feeding study in bearded dragon lizards, *Pogona vitticeps*.** Bull. Assoc. Rept. Amph. Vet., 9. 42-46, 1999.

Eatwell K.: **Effects of storage and sample type on ionised calcium, sodium and potassium levels in captive tortoises, *Testudo* spp.** J. Herp. Med. Surg., 17. 84-91, 2007.

Eatwell K.: **Plasma concentrations of 25-hydroxycholecalciferol in 22 captive tortoises (*Testudo* species).** Vet. Rec., 162. 342-345, 2008.

Eatwell K.: **Comparison of total calcium, ionised calcium and albumin concentrations in the plasma of captive tortoises (*Testudo species*)**. Vet. Rec., 165. 466-468, 2009.

Eatwell K.: **Calcium and phosphorus values and their derivatives in captive tortoises (*Testudo species*)**. J. Small Anim. Pract., 51. 472-475, 2010.

Elimann M.M.: **Hematology and plasma chemistry of the inland bearded dragon, *Pogona vitticeps***. Bull. Assoc. Rept. Amph. Vet., 7. 1997.

Erler M.: **Seasonal variations in hematological and blood biochemical data of the European tortoises (*Testudo graeca*, *Testudo hermanni*, *Testudo marginata*)**. Diss. med. vet., Ludwig-Maximilian-Universität, München, 34-75, 2003.

Feldman D., Wesley J.P., Adams J.S.: **Vitamin D**, 3rd Edition. Academic Press, US, 3-93, 2011.

Fekete S., Brown D.L.: **The major chemical components of the rabbit whole body measured by direct chemical analysis, deuterium oxide dilution and total body electrical conduction**. J. Vet. Nutr., 2. 23-29. 1993.

Fekete, S. (szerk.): **Állatorvosi takarmányozás és dietetika**, II. kiadás, SZIE-ÁOTK, Budapest, 2009.

Ferguson G.W., Jones J.R., Gehrman W.H., Hammack S.H., Talent L.G., Hudson R.D., Dierenfeld E.S., Fitzpatrick M.P., Frye F.L., Holick M.F., Chen T.C., Lu Z., Gross T.S., Vogel J.J.: **Indoor husbandry of the panther chameleon *Chamaeleo (Furcifer) pardalis*: effects of dietary vitamins A and D and ultraviolet irradiation on pathology and life-history traits**. Zoo Biol., 15. 279-299, 1996.

Ferguson G.W., Gehrman W.H., Chen T.C., Dierenfeld E.S., Holick M.F.: **Effects of artificial ultraviolet light exposure on reproductive success of the female panther chameleon (*Furcifer pardalis*) in captivity**. Zoo Biol., 21. 525-537, 2002.

Ferguson G.W., Gehrman W.H., Karsten K.B., Hammack S.H., McRae M., Chen T.C., Lung N.P., Holick M.F.: **Do panther chameleons bask to regulate endogenous vitamin D₃ production?** Physiol. Biochem. Zool. 76. 52-59, 2003.

Ferguson G.W., Gehrmann W.H., Karsten K.B., Landwer A.J., Carman E.N., Chen T.C., Holick M.F.: **Ultraviolet exposure and vitamin D synthesis in a sun-dwelling and a shade-dwelling species of Anolis: are there adaptations for lower ultraviolet B and dietary vitamin D₃ availability in the shade?** *Physiol. Biochem. Zool.*, 78. 193-200, 2005.

Ferguson G.W., Gehrmann W.H., Peavy B.P., Painter C., Hartdegen R., Chen T.C., Holick M.F., Pinder J.E.: **Restoring vitamin D in monitor lizards: exploring the efficacy of dietary and UVB sources.** *J. Herpet. Med. Surg.*, 19. 81-88, 2009.

Ferguson G.W., Brinker A.M., Gehrmann W.H., Bucklin S.E., Baines F.M., Mackin S.J.: **Voluntary exposure of some western-hemisphere snake and lizard species to ultraviolet-B radiation in the field: how much ultraviolet-B should a lizard or snake receive in captivity?** *Zoo Biol.*, 29. 317-334, 2010.

Ferguson G.W., Kingeter A.J., Gehrmann W.H.: **Ultraviolet light exposure and response to dietary vitamin D₃ in two Jamaican Anoles.** *J. Herpetol.*, 47. 524-529, 2013.

Ferguson G.W., Gehrmann W.H., Brinker A.D., Kroh G.C.: **Daily and seasonal patterns of natural ultraviolet light exposure of the western sagerbush lizard (*Sceloporus graciosus gracilis*) and the dunes sagerbush lizard (*Sceloporus arenicolus*).** *Herpetologica*, 70. 56-68, 2014.

Ferguson G.W., Gehrmann W.H., Bradley K.A., Lawrence B., Hartdegen R., Storms T., Chen T.C., Holick M.F.: **Summer and Winter Seasonal Changes in Vitamin D Status of Captive Rhinoceros Iguanas (*Cyclura cornuta*).** *J. Herp. Med. Surg.*, 25, 128-136, 2015.

Finke M.D.: **Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores.** *Zoo Biol.*, 21. 269–285, 2002.

Finke M.D.: **Gut loading to enhance the nutrient content of insects as food for reptiles: a mathematical approach.** *Zoo Biol.*, 22. 147-162, 2003.

Finke M.D., Cole S.J.: **Evaluation of various calcium-fortified high moisture commercial products for improving the calcium content of crickets, *Acheta domesticus*.** J. Herp. Med. Surg., 14. 17-20, 2004.

Finke M.D., Kwabi S.C.: **Evaluation of four dry commercial gut loading products for improving the calcium content of crickets, *Acheta domesticus*.** J. Herp. Med. Surg., 15. 7-12, 2005.

Finke M.D.: **Estimate of chitin in raw whole insects.** Zoo Biol., 26. 105-115, 2007.

Finkelstein A.D., DiGesualdo C.L., Hoover, J.P.: **Comparison of biochemical profile values from paired plasma and serum samples of Green iguanas (*Iguana iguana*) and Red-Tailed Boa constrictors (*Boa constrictor*).** J. Herpet. Med. Surg., 13. 5-9, 2003.

Fledelius B., Jorgensen G.W., Jensen H.E., Brimer L.: **Influence of the calcium content of the diet offered to Leopard tortoises (*Geochelone pardalis*).** Vet. Rec., 156. 831-835, 2005.

Fodor K., Beregi A., Molnár V., Felkai F., Fekete S.: **A hüllők takarmányozásának alapelvei, takarmányozási eredetű betegségek. 1. Általános takarmányozástani ismeretek.** Magy. Állatorv. Lapja, 126. 281-289, 2004a..

Fodor K., Beregi A., Molnár V., Felkai F., Fekete S.: **A hüllők takarmányozásának alapelvei, takarmányozási eredetű betegségek. 2. Takarmányozási eredetű betegségek.** Magy. Állatorv. Lapja, 126. 424-432, 2004b.

Franz R., Hummel J., Müller D.W.H., Bauert M., Hatt J.M., Clauss M.: **Herbivorous reptiles and body mass: Effects on food intake, digesta retention, digestibility and gut capacity, and a comparison with mammals.** Comp. Biochem. and Physiol., A, 158. 94-101, 2011.

Fritz J., Hummel J., Kienzle E., Streich W.J., Clauss M.: **To chew or not to chew: Fecal particle size in herbivorous reptiles and mammals.** J. Exp. Zool., 313. 579–586, 2010.

Fudge A.M.: **Laboratory medicine, Avian and Exotic pets**, W.B. Saunders, Philadelphia, USA, 2000.

Furrer S.C., Hatt J.M., Snell H., Marquez C., Honegger R.E., Rubel A.: **Comparative study on the growth of juvenile Galapagos giant tortoises (*Geochelone nigra*) at the Charles Darwin Research Station (Galapagos Islands, Ecuador) and Zoo Zurich (Zurich, Switzerland)**. Zoo Biol., 23. 177-183. 2004.

Gaál Tibor: **Állatorvosi klinikai laboratóriumi diagnosztika**. Sík Kiadó, Budapest, 2004.

Gál J.: **A nappali gekkók terráriumi tartási hibái során fellépő, fontosabb nem fertőző betegségek**. Magy. Állaorv. Lapja, 125. 121-124, 2003a.

Gál J., Jakab Cs., Marosán M., Winkler D., Vincze, Z.: **Teknősök páncélelváltozásai**. Kisállatpraxis, 4. 178-184, 2003.

Gál J.: **Mézsólerakódás vitorlás agáma (*Hydrosaurus amboinensis*) vérereiben**. Magy. Állatorv. Lapja, 125. 687-689, 2003b.

Gál J. (szerk.): **Hüllők tartása, takarmányozása és egészségvédelme**. Dr. Bollók és Társa Bt, Budapest, 82-116, 2006.

Gál J., Tóth T., Molnár V., Marosán M., Sós E.: **Köszvény halmozott előfordulása egy mίloszi vipera (*Macrovipera schweizeri*) állományában**. Magy. Állatorv. Lapja, 127. 551-556, 2005.

Gál J., Szabó Gy., Jakab Cs., Géczy Cs., Sátorhelyi T.: **Mór teknős (*Testudo graeca*) mellékpajzsmirigyében kialakult adenocarcinoma mataplasiás laphámshíjsejtekkel**. Esetismertetés. Magy. Állatorv. Lapja, 128. 632–637, 2006.

Gál J., Sátorhelyi T., Andocs G., Balogh L., Szabó Z.: **Sisakos kaméleon (*Chamaeleo calyptratus*) egyes sisakelváltozásainak klinikopatológiája**. Magy. Állatorv. Lapja, 129. 730-734, 2007.

Gál J.: **Kaméleonok egészségvédelme**. MÁOK Kft., Budapest, 2014.

Gardiner D.W., Banies F.M., Pandher K.: **Photodermatitis and Photokeratoconjunctivitis in a Ball Python (*Python regius*) and a Blue-Tongue Skink (*Tiliqua* spp.)**. J. Zoo Wildl. Med., 40. 757–766, 2009.

Geffré A., Concordet D., Braun J.P., Trumel C.: **Reference Value Advisor: a new freeware set of macroinstructions to calculate reference intervals with Microsoft Excel**. Vet. Clin. Pathol., 40. 107-112, 2011.

Gehrmann W.H., Jamieson D., Ferguson G.W., Horner J.D., Chen T.C., Holick M.F.: **A comparison of vitamin D-synthesizing ability of different light sources to irradiances measured with a Solarmeter Model 6.2 UVB meter**. Herpet. Review, 35. 361-364, 2004.

Girling S.J., Raiti P. (szerk.): **Manual of Reptiles**. BSAVA, Quedgeley, Gloucester, UK, 2004.

Gottdenker N.L., Jacobson E.R.: **Effects of venipuncture sites on hematologic and clinical biochemical values in desert tortoises (*Gopherus agassizii*)**. Am. J. Vet. Res., 56. 19-21, 1995.

Göbel T., Spörle H.: **Blutentnahmetechnik und Serumnormalwerte wichtiger Parameter bei der griechischen Landschildkröte**. Tierärztl. Praxis, 20. 231-234, 1992.

Gramanzini M., Di Girolamo N., Gargiulo S., Greco A., Cocchia N., Delogu M., Rosapane I., Liuzzi R., Selleri P., Brunetti A.: **Assessment of dual-energy x-ray absorptiometry for use in evaluating the effects of dietary and environmental management on Hermann's tortoises (*Testudo hermanni*)**. Am. J. Vet. Res, 74. 918-924, 2013.

Hailey A.: **Digestive efficiency and gut morphology of omnivorous and herbivorous African tortoises**. Can. J. Zool., 75. 787-794, 1997.

Hatt J.M., Gisler R., Mayes, R.W., Lechner-Doll M., Clauss M., Liesegang A., Wanner M.: **The use of dosed and herbage N-alkanes as markers for the determination of intake, digestibility, mean retention time and diet selection in Galapagos tortoises (*Geochelone nigra*)**. Herpetol. J., 12. 45-54, 2002.

Hatt J.M., Hung E., Wanner M.: **The influence of diet on the body composition of the house cricket (*Acheta domestica*) and consequences for their use in zoo animal nutrition.** Zoologische Garten, 73. 238-244. 2003.

Hatt J.M., Clauss M., Gisler R., Liesegang A., Wanner M.: **Fiber digestibility in juvenile Galapagos tortoises (*Geochelone nigra*) and implications for the development of captive animals.** Zoo Biol., 24. 185-191, 2005.

Hatt J.M.: **Raising giant tortoises.** In: Zoo and Wild Animal Medicine Current Therapy. Eds M. E. Fowler, R. E. Miller, Saunders Elsevier, Philadelphia, USA. pp. 144-153, 2008.

Haxhiu D., Hoby S., Wenker C., Boos A., Kowalewski M.P, Lewis F., Liesegang A.: **Influence of feeding and UVB exposition on the absorption mechanisms of calcium in the gastrointestinal tract of veiled chameleons (*Chamaeleo calypttratus*).** J. Anim. Physiol. Anim. Nutr., 98. 1021-1030, 2014.

Hazard L. C., Shemanski D. R., Nagy K. A.: **Nutritional quality of natural foods of juvenile and adult desert tortoises (*Gopherus agassizii*): calcium, phosphorus and magnesium digestibility.** J. Herpetol., 44. 135-147, 2010.

Häfeli W., Zwart P.: **Causes of weakening of the carapace in a young tortoise.** Praktische-Tierarzt, 81. 129-132, 2000.

Hedley J., Eatwell, K.: **The effects of UV light on calcium metabolism in ball pythons (*Python regius*).** Vet. Rec., 173. 345-348, 2013.

Hibma J.C.: **Dietary vitamin D₃ and UV-B exposure effects on Green Iguana growth rate: Is full-spectrum light necessary ?** Bull. Chichago Herp. Soc., 39. 145-150, 2004.

Hidalgo-Vila J., Díaz-Paniagua C., Pérez-Santigosa N., Laza A., Camacho I., Recio F.: **Hematologic and Biochemical Reference Intervals of Free-Living Mediterranean Pond Turtles (*Mauremys leprosa*).** J. Wildl. Dis., 43. 798-801, 2007.

Higfield A.C.: **Observation of *Testudo graeca Iberia* in Lycia, Turkey.** Tortuga Gaz.,28. 1-3, 1992.

Hoby S., Wenker C.H., Robert N., Jermann T.H., Hartnack S., Segner H., Aebischer C.P., Liesegang A.: **Nutritional metabolic bone disease in juvenile veiled chameleons (*Chamaeleo calyptratus*) and its prevention.** J. Nutr., 140. 1923-1931, 2010.

Holick M.F., Tian X.Q., Allen M.: **Evolutionary importance for the membrane enhancement of the production of vitamin D₃ in the skin of poikilothermic animals.** Proc. Natl. Acad. Sci. USA., 92. 3124- 3126. 1995.

Holick M.F.: **Vitamin D. The underappreciated D-lightful hormone that is important for skeletal and cellular health.** Curr. Opin. Endocrinol. Diabetes,9. 87-98, 2002.

Holick, M.F.: **Vitamin D: importance in the prevention of cancers, type 1 diabetes, heart disease, and osteoporosis.** Am. J. Clin. Nutr., 79. 362–371, 2004.

Holz A.: **Bestimmung hämatologischer und biochemischer Parameter bei der gesunden Europäischen Landschildkröte – *Testudo hermanni*, *Testudo graeca*, *Testudo marginata*, *Testudo horsfieldi*.** Diss. med. vet., Tierärztliche Hochschule Hannover, 65-182, 2007.

Houghton L.A., Vieth R.: **The case against ergocalciferol (vitamin D₂) as a vitamin supplement.** Am. J. Clin. Nutr., 84. 694–697, 2006.

Hunt A.S., Ward A.M., Ferguson G.: **Effects of a high calcium diet on gut loading in varying ages of crickets (*Acheta domestica*) and mealworms (*Tenebrio molitor*).** Nutritional Advisory group, IV: Conference on Zoo and Wildlife Nutrition, Lake Buena Vista, FL, USA sept. 19-23, 2001.

Hurty C.A., Diaz D.E., Campbell J.L., Lewbart G.A.: **Chemical analysis of six commercial adult iguana (*Iguana iguana*) diets.** J. Herp. Med. Surg., 11. 23-26, 2001.

Iftime A. Iftime O.: **Long term observations on the alimentation of wild Eastern Greek tortoises *Testudo graeca iberica* (Reptilia: Testudines: Testudinidae) in Dobrogea, Romania.** Acta Herpetol., 7. 105-110, 2012.

Iwamoto J., Yeh J.K., Takeda T., Ichimura S., Satod Y.: **Comparative effects of vitamin K and vitamin D supplementation on prevention of osteopenia in calcium-deficient young rats.** Bone 33. 557-566, 2003.

Jacobson, E.R.: **Causes of mortality and diseases in tortoises: a review.** J. Zoo Wildl. Med., 25. 2-17, 1994.

Johnson D.J.: **What veterinarians needs to know about bearded dragons.** Exotic DVM, 8. 38-44, 2006.

Jones Y.L., Fitzgerald S.D.: **Articular gout and suspected pseudogout in a Basilisk lizard (*Basiliscus plumifrons*).** J. Zoo Wildl. Med., 40. 576-578, 2009.

Kardeván A.: **A háziállatok kórbonctana I.** Mezőgazdasági kiadó, Budapest, 1976.

Karsten K.B., Ferguson G.W., Chen T.C., Holick M.F.: **Panther chameleons, *Furcifer pardalis*, behaviorally regulate optimal exposure to uv depending on dietary vitamin D₃ status.** Physiol. Biochem. Zool, 82. 218-225, 2009.

Karasov W.H., Petrossian E., Rosenberg L, Diamond J.M.: **How do food passage rate and assimilation differ between herbivorous lizards and non ruminant mammals?** Comp. Physiol., 156. 599-609, 1986.

Kik M.J.L., Dorrestein G.M., Beynen A.C.: **Evaluation of 15 commercial diets and their possible relation to metabolic bone diseases in different species of reptiles.** Proc. 41. Sym. Erkrank. Zoo- und Wildtiere. Rome, Italy, 87-90. 2003.

Klasing K.C., Thacker P., Lopez M.A., Calvert C.C.: **Increasing the calcium content of mealworms (*Tenebrio molitor*) to improve their nutritional value for bone mineralization of growing chicks.** J. Zoo Wildl. Med., 30. 521-517, 2000.

Knotek Z., Hauptman K., Knotkova Z., Hajkova P., Ticht F.: **Hemogram and plasma biochemistry in green iguanas with renal disease**. Acta Vet., Brno, 71. 333-340, 2002.

Knotek Z., Knotková Z., Doubek J., Pejšilová S., Hauptman K.: **Plasma biochemistry in female green iguanas (*Iguana iguana*) with calcium metabolism disorders**. Acta Vet., Brno, 72. 183-189, 2003.

Knotek Z., Knotkova Z., Hrda A., Dorrestein G.M.: **Plasma bile acids in reptiles**. Proc. ARAV, Milwaukee, aug. 8-15., 124-127, 2009.

Knotek Z., Knotková Z., Trnková Š., Dorrestein G.M., Lwis W.: **Chronic liver disease and subchronic nephritis in a male warty chameleon (*Furcifer verrucosus*) with transient hyperglycaemia – case report**. Acta Vet., Brno, 80. 397-400, 2011.

Knotková Z., Doubek J., Knotek Z., Hájková P.: **Blood Cell Morphology and Plasma Biochemistry in Russian Tortoises (*Agrionemys horsfieldi*)**. Acta Vet., Brno, 71. 191-198, 2002.

Knotková Z., Pejšilová S., Trnková Š., Matoušková O., Knotek Z.: **Influence of reproductive season upon plasma biochemistry values in green iguanas**. Acta Vet., Brno, 74. 515-520, 2005,

Knotková Z., Dorrestein G.M., Jekl V., Januskova J., Knotek Z.: **Fasting and postprandial serum bile acid concentrations in 10 healthy female red-eared terrapins (*Trachemys scripta elegans*)**. Vet. Rec. 163. 510-514, 2008.

Kölle P., Donhauser J., Krause D., Hoffmann R.: **Blood values of European tortoises (*Testudo hermanni*, *Testudo graeca*, *Testudo marginata* and *Agrionemys horsfieldii*)**. Tierarztl. Prax., 29. 386-392, 2001.

Kroenlein K.R., Zimmerman K.L., Saunders G., Holladay S.D.: **Serum vitamin D levels and skeletal and general development of young bearded Dragon Lizards (*Pogona vitticeps*), under different conditions of UV-B radiation exposure**. J. Anim. Vet. Adv., 10. 229-234, 2011.

Lagarde F., Bonnet X., Henen B., Nagy K., Corbin J., Lacroix A., Trouvé C.: **Plasma steroid and nutrient levels during the active season in wild *Testudo horsfieldi***. Gen. Comp. Endocrinol., 134. 139-146, 2003.

Laing C.J., Fraser D.R.: **The Vitamin D system in iguanian lizards**. Comp. Biochem. Physiol. B., 123. 373-379, 1999.

Laing C.J., Trube A.S., Shea G.M., Fraser D.R.: **The requirement for natural sunlight to prevent vitamin D deficiency in iguanian lizards**. J. Zoo Wildl. Med., 32. 342-348, 2001.

Lapid R.H., Nir I., Robinson B.: **Growth and body composition in captive *Testudo graeca terrestris* fed with a high-energy diet**. Appl. Herpet., 2. 201-209, 2005.

Liesegang A., Hatt J.M., Nijboer J., Forrer R., Wanner M., Isenbügel E.: **Influence of different dietary calcium levels on the digestibility of Ca, Mg, and P in captive-born juvenile Galapagos giant tortoises (*Geochelone nigra*)**. Zoo Biol., 20. 367-374, 2001.

Liesegang A., Hatt J.M., Wanner M.: **Influence of different dietary calcium levels on the digestibility of Ca, Mg, and P in Hermann's tortoises (*Testudo hermanni*)**. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr., 91. 459-464, 2007.

Longvah T., Mangthya K., Ramulu P.: **Nutrient composition and protein quality evaluation of eri silkworm (*Samia ricinii*) prepupae and pupae**. Food Chem., 128. 400-403, 2011.

López-Olvera J.R., Montané J., Marco I., Martínez-Silvestre A., Soler J., Lavín S.: **Effect of venipuncture site on hematologic and serum biochemical parameters in marginated tortoise (*Testudo marginata*)**. J. Wildl. Dis., 39. 830-836, 2003.

MacCargar, R.: **Iguanas and artificial ultraviolet light: How and how much made simple - Well, not exactly simple**. J. Intern. Iguana Soc., 10. 82-86, 2003.

Mac Laughlin J.A., Anderson R.R., Holick, M.F.: **Spectral character of sunlight modulates photosynthesis of pre-vitamin D₃ and its photoisomers in human skin**. Science, 216. 1001-1003, 1982.

Mader D.R. (szerk.): **Reptile Medicine and Surgery**. Saunders-Elsevier, St. Louis (MO), USA, 25-100, 453-471, 2006.

Maria R., Ramer J., Reichard T., Tolson P.J., Christopher M.M.: **Biochemical reference intervals and intestinal microflora of free-ranging Ricord's Iguanas (*Cyclura ricordii*)**. J. Zoo Wildl. Med., 38. 414-419, 2007.

Marks S.K., Citino S.B.: **Hematology and serum chemistry of the radiated tortoise (*Testudo radiata*)**. J. Zoo Wildl. Med., 21. 342-344, 1990.

Mathes K.A., Holz A., Fehr M.: **Blutreferenzwerte in Deutschland gehaltener europäischer Landschildkröten (*Testudo spp.*)**. Tierarztl. Prax., 34. 268-274, 2006.

Mayer J, Knoll J, Innis C, Mitchell M.A: **Characterizing the Hematologic and Plasma Chemistry Profiles of Captive Chinese Water Dragons, *Physignathus uncincinus***. J. Herp. Med. Surg., 15. 45-52, 2005.

McArthur S.(szerk.): **Medicine and Surgery of Tortoises and Turtles**, Blackwell, Ames, Iowa, USA, 73-85, 2004.

McMaster M.K., Downs C.T.: **Digestive parameters and water turnover of Leopard tortoises**. Comp. Biochem. Physiol., 151. 114-125, 2008.

McRobert S.P., Hopkins, D.T.: **The effects of dietary vitamin C on growth rates of juvenile slide turtles (*Trachemys scripta elegans*)**. J. Zoo Wildl. Med., 29. 419-422, 1998.

McWilliams D.A.: **Nutrition research on calcium homeostasis. I. Lizards (with recommendations)**. Int. Zoo Yb., 39. 69-77, 2005

Rangel-Mendoza J., Weber M., Zenteno-Ruiz C.E., López-Luna M.A., Barba-Macías E.: **Hematology and serum biochemistry comparison in wild and captive Central American river turtles (*Dermatemys mawii*) in Tabasco, Mexico**. Res. Vet. Sci., 87. 313-318, 2009.

Moritz A., Kraft W., Dürr U.M. (szerk.): **Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin**. Schattauer, Stuttgart, Germany, 2013.

Mushinsky H.R., Stilson T.A., McCoy E.D.: **Diet and dietary preferences of the juvenile Gopher tortoise (*Gopherus polyphemus*)**. *Herpetologica*, 59. 475-483, 2003.

Nagy K.A., Henen B.T., Vyas D.B.: **Nutritional quality of native and introduced food plants of wild desert**. *J. Herpetol.*, 32. 260-267, 1998.

Nevarez J.G., Mitchell M.A., Le Blanc C., Graham P.: **Determination of plasma biochemistries, ionized calcium, vitamin D₃, and hematocrit values in captive Green Iguanas (*Iguana iguana*) from El Salvador**. *Proc. Ass. Rept. Amphib. Vet.*, 87-92, 2002.

Nijboer J., van Brug H., Tryfonidou M.A., van Leeuwen J.P.T.M.: **UV-B and vitamin D₃ metabolism in juvenile Komodo dragons (*Varanus komodoensis*)**. Filander Verlag, Furth, Germany, 2007.

Nógrádi A.L. Dunay M.P.: **Kalciumhiány okozta rendellenes étvágy és bélsárpangás szakállas agámában (*Pogona vitticeps*)**. *Esetleírás. Magy. Állatorv. Lapja*, 135. 241-245, 2013.

Oftedal O.T., Chen T.C., Schulkin J.: **Preliminary observations on the relationship of calcium ingestion to vitamin D status in the green iguana (*Iguana iguana*)**. *Zoo Biol.*, 16. 201-207, 1997.

Oonincx D.G.A.B., Stevens Y., van den Borne J.J., van Leeuwen J.P., Hendriks W.H.: **Effects of vitamin D₃ supplementation and UVb exposure on the growth and plasma concentration of vitamin D₃ metabolites in juvenile bearded dragons (*Pogona vitticeps*)**. *Comp Biochem. Physiol.*, 156. 122-128, 2010.

Oonincx D.G.A.B., van der Poel A.F.B.: **Effects of diet on the chemical composition of migratory locusts (*Locusta migratoria*)**. *Zoo Biol.*, 30. 9-16, 2011.

Oonincx D.G.A.B., Dierenfeld E.S.: **An investigation into the chemical composition of alternative invertebrate prey**. *Zoo Biol.*, 31. 40-54, 2012.

Oonincx D.G.A.B., van de Wal G., Bosch J.B.G., Stumpel A., Heijboer C., van Leeuwen J.P.T.M., Hendriks W.H., Kik M.: **Blood vitamin D₃ metabolite concentrations of adult female bearded dragons (*Pogona vitticeps*) remain stable after ceasing UVb exposure.** Comp. Biochem. Physiol. B, 165. 196-200, 2013.

Pellitteri-Rosa R.D., Sacchi P., Galeotti P., Marchesi M., Fasola M.: **Do Hermann's tortoises (*Testudo hermanni*) discriminate colours? An experiment with natural and artificial stimuli.** Ital. J. Zool., 77. 481-491, 2010.

Brown H., Prescott R.: **Applied Mixed Models in Medicine.** Second Edition, Wiley, 2006.

Raiti P, Garner M.M: **Metastatic mineralization in a Geoffrey's side-neck turtle, *Phrynops geoffroanus*.** J. Herp. Med. Surg., 16, 135-139, 2006.

Ramer J.C., Maria R., Reichard T., Tolson P.J., Chen T.C., Holick M.F.: **Vitamin D status of wild Ricord's iguanas (*Cyclura ricordi*) and captive and wild Rhinoceros iguanas (*Cyclura cornuta cornuta*) in the Dominican Republic.** J. Zoo Wild. Med., 36. 188-191, 2005.

Rawski M., Kierończyk B., Długosz J., Świątkiewicz S., Józefiak D.: **Dietary Probiotics Affect Gastrointestinal Microbiota, Histological Structure and Shell Mineralization in Turtles.** PLoS ONE 11, e0147859, doi:10.1371/journal.pone.0147859, 2016.

Richman L.K., Montali R.J., Allen M.E., Oftedal, O.T.: **Paradoxical pathologic changes in vitamin D deficient green iguana (*Iguana iguana*).** Proc. Joint Conf., aug. 13-17., East Lansing, MI, USA, 231-232, 1995.

Ritz J., Griebeler E.M., Huber R., Clauss M.: **Body size development of captive and free-ranging African spurred tortoise (*Geochelone sulcata*): High plasticity in reptilian growth rates.** Herp. J., 20. 213-216, 2010a.

Ritz J., Hammer C., Clauss M.: **Body size development of captive and free-ranging Leopard tortoise (*Geochelone pardalis*).** Zoo Biol., 29. 517-525, 2010b.

Ritz J., Clauss M., Streich W.J., Hatt J.M.: **Variation in growth and potentially associated health status in Hermann's and Spur-thighed tortoises (*Testudo hermanni* and *Testudo graeca*)**. Zoo Biol., 31. 705-717, 2012.

Rowland M.: **Veterinary care of bearded dragons**. In Practice, 31. 506-511, 2009.

Sadeghayobi E., Blake S., Wikelski M., Gibbs J., Mackie R., Cabrera F.: **Digesta retention time in the Galápagos tortoise (*Chelonoidis nigra*)**. Comp. Biochem. Physiol., A, 160. 493-7, 2011.

Sahner A., Geyer B., Selzer D.: **Surgical treatment of sand-obstipation in a bearded dragon (*Pogona vitticeps*)**. Praktische Tierarzt, 88. 698-700, 2007.

Schaumburg L.G., Poletta G.L., Imhof A., Siroski P.A.: **Ultraviolet radiation-induced genotoxic effects in the broad-snouted caiman, *Caiman latirostris***. Mutation Res. Gen. Tox. Envir. Mutag., 700. 67-70, 2010.

Schmidt D.A., Mulkerin D.B., Boehm D.R., Eilersieck M.R., Lu Z., Campbell M., Chen T.C., Holick M.F.: **Quantifying the vitamin D₃ synthesizing potential of UVB lamps at specific distances over time**. Zoo Biol., 29. 741-752, 2010.

Scope A, Schwendenwein I, Schauburger G.: **Characterization and quantification of the influence of season and gender on plasma chemistries of Hermann's tortoises (*Testudo hermanni*, Gmelin 1789)**. Res. Vet. Sci., 95, 59-68, 2013.

Selleri P., Di Girolamo N.: **Plasma 25-hydroxyvitamin D₃ concentrations in Hermann's tortoises (*Testudo hermanni*) exposed to natural sunlight and two artificial ultraviolet radiation sources**. Am. J. Vet. Res., 73. 1781-1786, 2012.

Silvestre M.A., Rodriguez Dominguez M.A., Mateo J.A., Pastor J., Marco I., Lavín S., Cuenca R.: **Comparative haemato log and chemistry of endang ered lizards (*Galotia species*) in te Canary Islands**. Vet. Rec., 155. 266-269, 2004.

Stahl S., Donoghue S.: **Nutrition of reptiles**. In: Small animal clinical nutrition. Szerk.: Hand M.S., Thatcher C.D., Remilard R.L. Topeka (KS): Mark Morris Institute, 2010. p. 1237-1249.

Stancel C.F., Dierenfeld E.S., Schoknecht P.A.: **Calcium and phosphorus supplementation decreases growth, but does not induce pyramiding, in young red-eared sliders, *Trachemys scripta elegans*.** Zoo Biol., 17. 17-24, 1998.

Strzelewicz M.A., Ullrey D.E., Schafer S.F., Bacon J.P.: **Feeding insectivores: increasing the calcium content of wax moth (*Galleria mellonella*) larvae.** J. Zoo Anim. Med., 16. 25-27, 1985.

Szőke I., Marosán M., Konderák J., Balogh É., FánCSI G., Gál J.: **Szegélyes teknős (*Testudo marginata*) egyes vérértékeinek alakulása a szaporodási időszakban.** Magy. Állatorv. Lapja, 134. 465-468, 2012.

Tamukai K., Takami Y., Akabane Y., Kanazawa Y., Une Y.: **Plasma biochemical reference values in healthy captive bearded dragons (*Pogona vitticeps*) and the effects of sex and season.** Vet. Clin. Path., 40. 368-373, 2011.

Tracy C.R., Zimmerman L.C., Tracy C., Bradley K.D., Castle K.: **Rates of food passage in the digestive tract of young desert tortoises: Effects of body size and diet quality.** Chelonian Conserv. Bi., 5. 269-273, 2006.

Van der Wardt S.T., Kik M.J.L., Klaver P.S.J., Janse M., Beynen A.C.: **Calcium balance in drakensberg crag lizards (*Pseudocordylus melanotus melanotus*; *Cordylidae*).** J. Zoo. Wildl. Med., 30. 541-544, 1999.

Vermeer C., Braam L.: **Role of K vitamins in the regulation of tissue calcification.** J. Bone Mineral Metab., 19. 201-206, 2001.

Wagner R.A., Wetzel R.: **Tissue and plasma enzyme activities in juvenile green iguanas.** Am. J. Vet. Res., 60. 201-203, 1999.

Weinzierl F.: **Ermittlung klinisch relevanter Blut- und Gerinnungsparameter bei Europäischen Landschildkröten unter Berücksichtigung von Lebensweise und Leberstatus.** Diss. Med. Vet., Ludwig-Maximilian-Universität, München, 2005.

Wiesner C.S., Iben C.: **Influence of environmental humidity and dietary protein on pyramidal growth of carapaces in African spurred tortoises (*Geochelone sulcata*).** J. Anim. Physiol. Anim. Nutr., 87, 66-74, 2003.

Wright K.M., Skeba S.: **Hematology and plasma chemistries of captive prehensile-tailed skinks (*Corucia zebrata*)**. J. Zoo Wildl. Med. 23, 429-432, 1992.

Wright K.: **Two common disorders of captive bearded dragons (*Pogona vitticeps*): Nutritional secondary hyperparathyroidism and constipation**. J. Exot. Pet Med., 17. 267-272, 2008.

Zaias J., Norton T., Fickel A., Spratt J., Altman N.H., Cray C.: **Biochemical and hematologic values for 18 clinically healthy radiated tortoises (*Geochelone radiata*) on St Catherines Island, Georgia**. Vet. Clin. Pathol. 35. 321-325, 2006.

Zwart P., Rulkens R.J.: **Improving the calcium content of mealworms**. Int. Zoo Yearb., 18. 254-255, 1978.

Zwart P., Lambrecht L., Batist P.; Bijmens B., Claessens H., Mennes S., Riel van C.: **Excessive growth of Hermann's tortoise (*Testudo hermanni*)**. Proc. Int. Symp. Erkr. Zoo. Wildt., Zurich, Switzerland, May 7-11, 61-64, 1997.

12. Köszönetnyilvánítás

Elsősorban köszönöm témavezetőm, Dr. Hullár István szakmai segítségét és támogatását, ami elengedhetetlen volt a dolgozat elkészítéséhez. Köszönöm Andrásófszky Emese szakmai támogatását és a vizsgálatok előkészítésében nyújtott segítségét. Dr. Szabó József Professzor javaslatai is nagyban hozzájárultak az eredmények megfelelő formában való közzétételéhez. Köszönettel tartozom Dr. Sátorhelyi Tamásnak a tanácsokért és a vérvételekben való közreműködésért.

Köszönöm a statisztikai számításokban nyújtott segítséget Abonyi-Tóth Zsoltnak, Dr. Kovács Szilviának és Dr. Lang Zsoltnak.

Köszönettel tartozom az Állattenyésztési, takarmányozástani és Laborállattudományi Intézet dolgozóinak, név szerint: Dr. Bersényi Andrásnak, Krizsán Juditnak, Koncz Klárának, Gerics Rózsának, Berta Erzsébetnek, Pöntör Ildikónak, Aipel Lászlóné Natasának, Szolnoki Zsoltnak és Hirt Károlynak a munkám elvégzéséhez nyújtott segítségükért.

A vérparaméterek feldolgozásában nyújtott segítségért köszönettel tartozom a Belgyógyászati Tanszék Laboratóriumának és a Praxislab Kft-nek.