

Állatorvostudományi Egyetem
Állathigiéniai, Állomány-egészségtani
és Állatorvosi Etológiai Tanszék

Longitudinális anyagforgalmi vizsgálatok
egy hazai sertéstelepen

Készítette: Tőzsér Dóra

Témavezető:

dr. Solymosi Norbert

ÁTE, Állathigiéniai, Állomány-egészségtani
és Állatorvosi Etológiai Tanszék

egyetemi docens

dr. Bartha András

ÁTE, Állathigiéniai, Állomány-egészségtani
és Állatorvosi Etológiai Tanszék

tudományos főmunkatárs

Budapest, 2017

TARTALOMJEGYZÉK

1. RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE	3
2. BEVEZETÉS	4
3. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	5
3.1. Biokémiai paraméterek	5
3.1.1. Albumin	5
3.1.2. Aszpartát-aminotranszferáz (AST)	6
3.1.3. Karotin	6
3.1.4. Anorganikus foszfát	7
3.1.5. Glükóz	7
3.1.6. Szabad zsírsav	8
3.1.7. Total Protein	8
3.1.8. Triglicerid	9
3.2. Elemek	9
3.2.1. Cink	9
3.2.2. Foszfor	10
3.2.3. Kadmium	11
3.2.4. Kalcium	11
3.2.5. Kálium	12
3.2.6. Kén	12
3.2.7. Magnézium	13
3.2.8. Mangán	13
3.2.9. Nátrium	14
3.2.10. Réz	14
3.2.11. Szelén	15
3.2.12. Vas	15
3.3. A koca ivarzását befolyásoló tényezők	17
4. ANYAG ÉS MÓDSZER	20
4.1. Állatok	20
4.2. Vérvétel és a minták előkészítése	21
4.3. Biokémiai paraméterek mérése	21
4.3.1. Albumin	21

4.3.2.	Anorganikus foszfát	21
4.3.3.	AST	21
4.3.4.	Szabad zsírsav.....	22
4.3.5.	Glükóz	22
4.3.6.	Karotin	22
4.3.7.	Total Plazma Protein	22
4.3.8.	Triglicerid	22
4.4.	Elemek – ICP-OES.....	23
4.5.	Mangán, szelén – AAS	24
4.6.	Statisztika.....	26
4.7.	Adatbázis.....	26
5.	EREDMÉNYEK.....	27
5.1.	Biokémiai paraméterek.....	27
5.2.	Elemek.....	28
5.3.	Adatbázis.....	29
5.4.	Referenciatartományok	30
6.	MEGBESZÉLÉS.....	31
6.1.	Albumin.....	31
6.2.	AST	32
6.3.	Karotin	34
6.4.	Foszfor	36
6.5.	Konklúzió.....	37
7.	ÖSSZEFOGLALÁS	39
8.	SUMMARY	40
9.	IRODALOMJEGYZÉK.....	41
10.	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	47

1. RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

AAS: Atomic absorption spectroscopy (atomabszorpciós spektroszkópia)

BUN: Blood urea nitrogen (vér karbamid nitrogén)

EDTA: Ethylene diamine tetraacetic acid (etilén-diamin-tetraecetsav)

FFA: Free fatty acid (szabad zsírsav)

FSH: Follicle-stimulating hormone (follikulus stimuláló hormon)

GH: Growth hormone (növekedési hormon)

ICP-OES: Inductively coupled plazma optical emission spectroscopy (induktív csatolású plazma optikai emissziós spektroszkópia)

LH: Luteinizing hormone (luteinizáló hormon)

ME: Metabolic energy (metabolizálható energia)

NE: Net energy (nettó energia)

NEFA: Non-esterified fatty acid (nem észterifikált zsírsav)

THGA: Transversely heated graphite atomizer (keresztirányban fűtött grafitcső)

TPP: Total plasma protein (teljes plazma fehérje)

VESD: Vitamin E & selenium deficiency (E-vitamin és szelénhiány)

WEI: Weaning-to-estrus interval (választástól az ivarzásig eltelt idő)

A táblázatokban használt rövidítések:

M.e.: Mértékegység

Med.: Medián

Min., Max.: Minimum, Maximum

N: Mintaszám

P_{0,025}, P_{0,975}: 2,5. és 97,5. percentilis

SD: Szórás

\bar{X} : Átlag

2. BEVEZETÉS

2016. február 18. és december 15. között az Állatorvos-tudományi Egyetem hallgatói az állathigiénia kurzus teleplátogatási gyakorlata során összesen 79 db vizsgálatra alkalmas vérmintát vettek a faddi Dunahy Kft. kocáiból. Az állatok egy „pozitív” és egy „negatív” csoportra lettek felosztva aszerint, hogy mutatták-e az oestrus tüneteit a választást követő egy héten belül.

A minták elemzése az Egyetem Állathigiéniai, Állomány-egészségtani és Állatorvosi Etológiai Tanszékén történt. A szarvasmarháknál alkalmazott rutin biokémiai panelhez hasonlóan meghatározásra került a plazma albumin, aszpartát-transzamináz, anorganikus foszfát, glükóz, karotin, szabad zsírsav, total protein és triglicerid, a jellemző spektrofotometriás technikát alkalmazva. Ezen kívül megvizsgálták az alumínium, kalcium, kadmium, kobalt, króm, réz, vas, kálium, magnézium, molibdén, nátrium, foszfor, ólom, kén és cink koncentrációját plazmából, valamint a mangánt és szelént a teljes vérből.

A vizsgálat során arra voltunk kíváncsiak, hogy ezen vérösszetevők a korábbi szakirodalmakban meghatározott tartományban mozognak-e, illetve hogy előfordul-e olyan közöttük, amely szignifikáns különbséget mutat a két csoportban. A vizsgált szempont, a választástól a következő ivarzásig eltelt időszak, a termelés szempontjából üres napoknak számít; ilyenkor az állat nem vemhes és nem is szoptat, viszont a tartás költségei továbbra is fennállnak, ezért ennek megnyúlása gazdasági szempontból nem kívánatos. Számos korábbi vizsgálat foglalkozott a WEI-re ható faktorokkal, de ezek főleg tartási és szaporodásbiológiai tényezők, és rendkívül kevés adat áll rendelkezésre a vérparaméterekkel kapcsolatban.

A vizsgálattal összefüggésben készítettünk egy relációs adatbázist, amely tartalmazza az áttekintett tanulmányokban leírt, sertésekre vonatkozó értékeket. Az adatbázis könnyű használhatóságának érdekében kifejlesztettünk egy android operációs rendszeren futó alkalmazást, amelyet a tesztelések befejeztével szabadon elérhetővé teszünk.

3. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

Az alábbiakban röviden összefoglalom a vizsgált paraméterek szervezetbeli szerepét és metabolizmusát, az alacsonyabb és magasabb koncentráció kialakulásának okait és következményeit. Ezek az általános állatorvosi diagnosztikában használt leírások, az elváltozások egy része nem jellemző, illetve nem állapítják a sertéstartás gyakorlati körülményei között.

3.1. Biokémiai paraméterek

3.1.1. Albumin

Ez a fehérje adja a vér onkotikus nyomásának 70-80%-át és a pufferkapacitás jelentős hányadát. Számos molekula transzportját végzi: dekonjugált bilirubin, hormonok, fémek – például kalcium, gyengébb affinitással a réz és cink ionok – vitaminok, zsírsavak, gyógyszerek (Busher, 1990).

Szintézise a májban történik, melynek intenzitását számos tényező befolyásolja, mint például a fehérje-, illetve aminosav ellátottság, az onkotikus nyomás, a tiroxin, a kortikoszteroid, a GH és az inzulin hormonok hatása. A vese glomerulusain keresztül kiválasztódik, de a proximális csatornácskákban reabszorbeálódik.

A vér albuminszintjének meghatározása a rutin biokémiai vizsgálat fontos eleme, a csökkenése számos betegség diagnosztizálásában nyújthat segítséget. A szintézis intenzitásának visszafogott aminosav-malnutritio, -maldigestio, -malabsorbtio, májelégtelenség, illetve akut gyulladás során. Fokozódik a felhasználás krónikus betegségek (idült gyulladás, daganat) következtében. Ezen kívül okozhatja az is, ha a szervezetből valamilyen oknál fogva nagyobb mennyiségben ürül; vérzés, fehérjevesztéses nephropathia, fehérjevesztéses enteropathia, kiterjedt bőrsérülés (égés, gyulladás), illetve szekvesztráció esetén (amikor az albumintartalmú testfolyadék a keringés számára elérhetetlen helyen összegyűlik). Lehetséges, ámbár ritka, magyarázata lehet még a hyperhidráció, amikor a folyadékter megemelkedése miatt mérhető relatív csökkenés (Kórélettani és Onkológiai Tanszék, 2014a). Emelkedett albuminszint súlyos dehidráció esetén állapítható meg.

3.1.2. Aszpartát-aminotranszferáz (AST)

Az AST az aminocsoport átvitelét végzi az aszpartát és glutamát molekulák között. A malát-inga, ezáltal a mitochondriális energiatermelés egyik kulcsenzime. Ubiquiter, multilokuláris enzim, tehát minden sejtben, illetve intra- és extramitochondriálisan is megtalálható 1-1 különböző izoenzime, legnagyobb aktivitással a májban (növényevőkben jobb specificitás), izomban, vörös vérsejtekben, vesében és idegszövetben.

Vérszintjének emelkedése nagymértékű szövetszétesésre utal, elsősorban hepatocyták és myocyták fokozott károsodásának lehet indikátora (Veresegyházy, 2003). Fokozott aktivitás mérhető a korai vemhesség folyamán is (Friendship et al., 1984).

3.1.3. Karotin

A retinoidok a természetben három különböző oxidációs állapotban (retinol, retinal, retinsav) találhatók meg. A növények ilyen formában jelentéktelen mennyiségben tartalmaznak A-vitamint, csak annak prekursorait, karotinoidokat. Ezek az igényeknek megfelelő mértékben felszívódnak a vékonybél elülső szakaszában található transzporterek segítségével. Az enterocytákban a felvett provitamin karotinoidok egy része retinollá alakul (Reboul, 2013). A szarvasmarhához képest a sertésben ez a konverzió magasabb határfokon zajlik, a perifériás vérben alacsonyabb a prekursor koncentrációja (Chew, 1993). A legjobb biológiai aktivitása a β -karotinnak van, amelynek sertésben 20%-a alakul át vitaminná, belőle akár két molekula retinol is képződhet (Bokori et al., 2003a).

Az A-vitaminnak szerepe van a hámsejtek anyagcseréjében és nyálkatermelésében, a mukopoliszacharidok (csont, porc) és szteroid hormonok (progeszteron, transzkripció szinten) szintézisének, a növekedésben (receptorok száma, transzkripció szinten), a látásban és emellett antioxidáns hatása is van (Élettani és Biokémiai Tanszék, 2014).

Sokáig úgy gondolták, hogy a β -karotin csak mint provitamin fontos a szervezetben. A karotin-kiegészítés szaporodásbiológiai hatását (pl. lényegesen ritkább magzatburok-visszamaradás) többen is leírták szarvasmarhában, bár néhány tanulmányban nem találtak ilyet. Ennek oka valószínűleg a kezdeti ellátottság különbségében keresendő. Injektált sertésekben intenzívebb embriónövekedést és alacsonyabb újszülött kori elhullást tapasztaltak (Chew, 1993).

3.1.4. Anorganikus foszfát

A szérumban illetve plazmában mért anorganikus foszfát csupán csekély hányada a test foszfortartalmának, de könnyen mérhető és hasznos információt szolgáltat az ellátottságról. Szerepe van a vér puffereelésében, energiatermelésben és a csontalkotásban. A bélben takarmány illetve a szervezet ellátottsága szerint módosul a felszívódás. Az elimináció szerve a vese, a filtrált foszfát nagy része a proximális tubulusokban visszaszívódik. A foszforegyensúly biztosításában a parathormon és D-vitamin mellett valószínűleg más mechanizmusok is szerepet játszanak (Prasad & Bhadauria, 2013).

Koncentrációja csökken fiziológiás körülmények között táplálékfelvétel, izomaktivitás és hyperventilatio során, mivel ilyenkor az extracelluláris térből a sejtekbe diffundál. Hypophosphataemia jelentkezik csökkent felvétel (ritka, mert a takarmányok nagy mennyiségben tartalmazzák) / felszívódás, a lágy szövetekbe vagy csontba történő beáramlás, vagy a vesén keresztüli kiválasztás mértékének megugrása esetén.

Vérszintje emelkedhet a megnövekedett bevitel, a sejtekből kiszabaduló nagy mennyiség – például daganat, intenzív katabolitikus folyamatok, fokozott sejtlízis esetén – csökkent veseszekréció, esetleg endokrin zavarok miatt (Bansal, 1990).

3.1.5. Glükóz

A szervezetben a glükóz három forrásból származhat; a takarmány szénhidrátjai lebomlanak majd felszívódnak a béltraktusból, vagy szükség esetén a májban és a vese proximális tubulusaiban a test fehérjéiből és zsírjaiból képződik a glükoneogenezis során, illetve a májban a glikogenolízis folyamatában. Megfelelő ellátottság esetén több molekula összekapcsolódásából létrejön a glikogén poliszacharid. A felesleg a veséken keresztül vizelettel ürülhet, amennyiben a koncentráció meghaladja a vese küszöbértékét. A vércukorszintet befolyásolja a táplálékfelvétel, a perifériás felhasználás intenzitása és több hormon; negatív irányba mozdítja az inzulin, és ellenkező hatású a glukagon, glükokortikoidok, catecholaminok, tiroxin és GH (Kaneko, 2008a).

Hypoglycaemiát okozhat tartós éhezés vagy felszívódási zavar, májelégtelenség, a mellékvesekéreg illetve az agyalapi mirigy alulműködése, daganat, szepszis és a szervezet kimerülése vemhesség vagy tejtermelés során. Fontos megjegyezni, hogy ennek elkerülése

érdekében a szervezet minden tartalékát mozgósítani igyekszik. A pár napos malacok gyakori problémája a nagy alomszám és a koca tejének alacsony cukortartalma miatt, amelyhez hozzájárulhat csököttség vagy valamilyen gyengítő hatású betegség, hypothermia. Az ilyen állat apatikus, nem képes mozogni illetve táplálékhoz jutni, görcsöl és comatosus állapotba kerül, majd elhullik (Kaneko, 2008a).

Magasabb vérkoncentráció mérhető postprandiálisan, dioestrus alatt, diabetes mellitus, hepatopathia, izgalom vagy fájdalom hatására (adrenalin), esetleg tartós stressz során a megemelkedett kortikoszteroid szint végett (Thrall et al., 2012a).

3.1.6. Szabad zsírsav

Az állati szervezet lipidjeit felépítő leggyakoribb zsírsavak közül a telített szénláncúak a palmitinsav (C16), sztearinsav (C18), amelyekben a szénatomokat kizárólag szigma-kötések kapcsolják össze. A telítetlen zsírsavak szénláncában legalább egy kettős kötés található, ezek: palmitoleinsav (C16, 1 C=C), olajsav (C18, 1 C=C), linolsav (C18, 2 C=C) és linolénsav (C18, 3 C=C) (Csapó & Csapóné Kiss, 2003a).

A zsírsavak a perifériás szövetek fontos energiaforrásai. Származhatnak a takarmány vagy a raktározott lipidekből, illetve szintetizálódhatnak a szénhidrátbontás során keletkező Ac-KoA-ból. Utóbbi folyamat leginkább a májban, a laktáló tejmirigyben és a zsírszövetben történik (Thrall et al., 2012a).

A vérben alapvetően kis mennyiségben van jelen, de ez megemelkedhet nagymértékű szövetszétesés esetén, illetve amennyiben a raktározott trigliceridek elbomlanak egy glicerin és három FFA molekulára, amikor a szénhidrát-metabolizmus már nem tudja kielégíteni a szervezet energiaigényét (Albert et al., 1999).

3.1.7. Total Protein

A vérplazma fehérjei az albumin, a fibrinogén és a különféle globulinok. Utóbbi csoportba tartoznak az immunglobulinok, kompletment fehérjék, véralvadási faktorok, enzimek és szállítófehérjék.

A szervezetben található összes fehérjét a máj szintetizálja – kivéve az immunglobulinokat, amelyek a T- és B-lymphocyták termékei – ezért a total protein koncentráció csökkenése esetén májbetegségre is gyanakodhatunk, valamint aminosavhiány, veseelégtelenség vagy gastrointestinalis felszívódási zavar is állhat a háttérében.

Haemoconcentratio alakulhat ki dehydratio miatt, amit okozhat szomjazás, hasmenés vagy hányás. Ilyenkor az egyébként fiziológiás mennyiségben előforduló fehérjék a kisebb volumen miatt nagyobb koncentrációt mutatnak. Magasabb értéket láthatunk fertőzés, gyulladás vagy egyes daganatos megbetegedése esetén az immunglobulinok mennyiségének emelkedése miatt (Arneson & Brickell, 2007).

3.1.8. Triglicerid

A trigliceridek 1 glicerín-foszfát és 3 zsírsavmolekulából szintetizálódnak az bélhamban, a májban, a zsírszövetben, a tejmirigyben és a vesében. Ennek intenzitását pozitívan befolyásolja az inzulin, ellentétesen a glukagon (a májban). A zsírszövetben tárolt molekulák mobilizációjának, vagyis a lipolízisnek a kulcsenzime a hormon-szenzitív lipáz, amelyet aktiválnak a katecholaminok, tiroxin, glükokortikoidok, és gátol az inzulin (Thrall et al., 2012a).

Állatokban magasabb szintek mérhetők táplálékfelvétel után, obesitas, hepaticus lipidosis, cholestasis, nephropathia, endotoxaemia, inflammatio, pancreatitis vagy hormonális zavarok esetén. Alacsonyabb koncentráció megállapítása a májműködés és a tápláltsági állapot felméréséhez szolgáltat kiegészítő információt (Thrall et al., 2012a).

3.2. Elemek

3.2.1. Cink

A cink számos enzim aktivátora illetve kofaktora (metalloenzimek). Utóbbi csoportba tartoznak többek között a szénsavanhidráz, alkohol-dehidrogenáz, alkalikus foszfátáz, DNS-polimeráz és a karboxipeptidáz, amelyek a fehérje- és szénhidrát-anyagcserében vesznek részt (Bokori et al., 2003a).

A takarmánnyal bevitt mennyiség 10-30%-a felszívódik a vékonybélből egy ATP-t igénylő transzporter segítségével. Az abszorpció intenzitása függ a vegyület szerkezetétől is; a szulfát a legideálisabb, míg az oxid csak gyengén képes átjutni a bélfalon (Bokori et al., 2003a). A folyamatot negatívan befolyásolja a fitinsav és a kalcium, javítja például a hisztidin és az esszenciális zsírsavak. A szervezet nem rendelkezik jelentős raktározó kapacitással; a keringő mennyiség a szükségleteknek megfelelően pótlódik az entero-pancreaticus cirkuláció folyamán (Fekete et al., 2012).

Hiánya különböző bőrelváltozásokat okoz (parakeratosis, hyperkeratosis, erythema, seborrhea, hyperkeratosis), mivel romlik a keratinszintézis enzimeinek működése, amihez hozzátársul az A-vitamin transzportjának zavara is. Romolhat a takarmányfelvétel az íz- és szagérzékelés elégtelensége miatt. A nőivarú állatokban az implantáció elégtelensége miatt romlik a vemhesülési ráta, a hím állatokban a spermaminőség (Fekete et al., 2012). Kimutatták, hogy ilyenkor bizonyos szövetek lipidjeinek összetétele megváltozik az esszenciális zsírsavak rovására. Ellenben a túlzott cinketetés negatívan hat a réz, vas illetve szelén koncentrációkra (Bokori et al., 2003a).

3.2.2. Foszfor

A foszfor főleg kalciummal alkotott szerves vegyületei a csontok és fogak alkotóelemei, és a testfolyadékokban is nélkülözhetetlen a foszfát pufferelő hatása. Fehérjékben, szénhidrátokban, lipidekben, nukleotidokban szerves kötésben vesznek részt (Csapó & Csapóné Kiss, 2003b).

A takarmány foszfátjai a kalcium anyagcserével negatív összefüggésben a kalcitonin, parathormon és D-vitamin hatásoknak megfelelő mennyiségben szívódnak fel a duodenumból (Fekete et al., 2012). Ezért fontos mennyiségi ellátás mellett a fajnak, kornak, termelésnek megfelelő, körülbelül 2:1-es kalcium-foszfor arány. Nem kérdéses állatokban szükséges figyelembe venni a gabonatakarományok fitát tartalmát, amely olyan kötésben tartja a foszfort, amelyet csak a baktériumok képesek lebontani.

Hiányában fiatal állatokban csontdeformitások (rachitis), idősebb állatokban – gyakran tejtermeléssel kapcsolatban – osteomalátia alakulnak ki (Bokori et al., 2003a).

3.2.3. Kadmium

Az ipari tevékenység során nagy mennyiségű kadmium kerül a talajba, ezáltal a növényekbe. Az alveolusokba kerülve annak 50%-a felszívódásra kerül. A gastrointestinalis traktuson keresztüli átjutása függ az állat fajtától, korától, szaporodásbiológiai státuszától, a kadmium dózisa és a felvétel gyakorisága, valamint a többi felvett anyagoktól.

Az enterocytákba kerülve metallothionein fehérjékhez kapcsolódik, ami védelmet nyújt az elem toxicitásától (Klaassen et al., 2009). A vesébe kerülve filtrálódik, majd visszaszívódik, lebomlik, majd a fémionok újra a fehérjéhez kapcsolódnak, ezáltal itt felhalmozódik, de a bizonyos keretek között, a proximális tubulus megfelelő működése mellett kárt nem okoz. Kis mennyiségben az epével is kiválasztódik (Nordberg & Kjellström, 1979).

Kadmiumterhelés miatt először a vesetubulusok epithelsejtei károsodnak, majd a probléma átterjedhet az interstitiumra illetve a glomerulosokra is. Ezáltal romlik a reabszorpció hatékonysága (Satarug et al., 2010), a filtráció, kialakulhat osteoporosis (Järup, 2002), és romolhat az immunválasz erőssége (Ritz et al., 1998).

3.2.4. Kalcium

A szervezetben a kalcium nagy része a csont és a fogak felépítésében vesz részt, de nélkülözhetetlen a véralvadási kaszkád (protrombin-trombin átalakulás), izomkontrakció, neurotransmisszió folyamatában, a sejtmembrán felépítésében valamint bizonyos enzimek (pl. proteázok) aktiválásában.

A táplálék kalciumtartalma a duodenumban kerül felszívásra a calcium binding protein segítségével, és passzív transzport során a bél többi szakaszából is. A szervezet nagy mennyiségben tárolja a csontokban, ahonnan szükség esetén mozgósítható. Kiválasztását főleg a vastagbélmirigyek végzik, emellett magas vérkoncentráció esetén a vese. Az abszorpció, disztribúció és metabolizmus a parathormon, kalcitonin és D-vitamin szabályzása alatt áll a foszforral egyetemben (Fekete et al., 2012).

Alacsony koncentrációt mérhetünk a felszívódás elégtelensége, hypoalbuminaemia, idült veseelégtelenség, pancreatitis és D-vitamin hiány miatt (Albert et al., 1999). Ilyenkor csontszövet mineralizációja tökéletlen, fiatal állatban görbe, törékeny, megvastagodott epiphysis fugák fejlődnek (rachitis), idősebbekben az állomány ellágyulását okozza (Kórélettani és Onkológiai Tanszék, 2009). Hypercalcaemia ritkább; hypervolaemia, a csontállomány fokozott lízise, illetve húgykővesség során állapítható meg.

3.2.5. Kálium

Hypokalaemia kialakulhat az elégtelen felvétel – bár gyakorlatban ez nem fordul elő, hiszen a növényi takarmányok a szükségeset bőven meghaladó mennyiségben tartalmazzák (Bokori et al., 2003b) – alkalosis, túlzott inzulinhatás és főleg a fokozott kiválasztás (polyuria, enteralis veszteség) miatt (Kórélettani és Onkológiai Tanszék, 2014b). Az alacsony koncentráció a súlygyarapodás csökkenését és lesoványodást, valamint ataxiát és inaktivitást okozhat (Zimmerman et al., 2012a). A szív működésére is jelentős hatása van; csökken a szívfrekvencia és az ingerületvezetés. Kísérleti körülmények között kialakított káliumhiány hatására multifocalis myocardium necrosist figyeltek meg sertésekben (Van Vleet & Ferrans, 1986).

A hyperkalaemia oka lehet a túlzott bevitel (műtrágya), az elimináció elégtelensége heveny veseelégtelenség, hólyagrepedés, húgyúti obstrukció, hypovolaemia vagy az intracelluláris térből történő emelkedett kiáramlás, jellemzően acidózis következtében (Thrall et al., 2012a). Ilyen esetben visszafogott a takarmányfelvétel, a súlygyarapodás, és a szív ingerületképzése (Zimmerman et al., 2012a). A takarmány nagy káliumtartalma miatt a magnézium felszívódása zavart szenved, amely tetániás görcsök kialakulásához vezethet. A nátrium-kálium arány eltolódása gondokat okozhat a szaporodási folyamatokban (Bokori et al., 2003b).

3.2.6. Kén

A kén főleg aminosavakkal kerül a szervezetbe, a szerves vegyületei kis mértékben, csak az ileumból képesek felszívódni. A cisztin és methionin, így a fehérjék alkotóeleme, nagy mennyiségben tartalmazzák a szaruképletek. A szabad gyökök

semlegesítése folyamán két glutation molekula között kialakul egy diszulfid-híd. A fémek megkötésére, szállítására, detoxifikációjára alkalmas és antioxidáns hatású metallotionein funkciós csoportja is tartalmaz ként. Az elimináció a bélsárral szulfát, és a nyállal rodanát formában történik.

A takarmány túlzott mangán-, a réz- és a szeléntartalma gátolhatja a kén bélben történő felszívódását (Fekete et al., 2012). Hiányos A-vitamin ellátottság esetén a szulfotranszferáz enzim aktivitása romlik, ami a kén akár toxikus hatású vérbeni feldúsulását okozhatja (Bokori et al., 2003a).

3.2.7. Magnézium

A magnézium az intracelluláris tér egyik jelentős kationja, számos enzim kofaktora az ATP-, fehérje- és nukleinsav szintézis illetve a neuromuszkuláris ingerelhetőség fontos szereplője. A koncentrációját a felszívódáson és a vesén történő kiválasztáson keresztül befolyásolja többek között a D-vitamin és a parathormon. A csontokban jelentős tartalékok raktározódnak.

Hypomagnesaemia alakulhat ki elégtelen felvétel, illetve felszívódás (pl. hosszantartó anorexia, főleg laktáló állatoknál) vagy a kiválasztás fokozódása miatt veseelégtelenség vagy hypercalcaemia miatt. Ilyenkor különböző idegrendszeri tünetek jelentkezhetnek; hyperirritabilitás, ataxia, remegés, tetániás görcsök.

A ritkább hypermagnesaemia cardialis és neurológiai tünetekkel jár, háttérében iatrogén túladagolás, akut vesebetegség, esetleg az alsó húgyutak obstrukciója állhat (Thrall et al., 2012b). Sertésben túladagolás miatti tüneteket nem írtak le (Zimmerman et al., 2012a).

3.2.8. Mangán

A test mangánkészletének nagy része a csontokra és a májra koncentrálódik, de előfordul a bőrben és az izomban is. A felvétel elégtelen lehet, amennyiben a takarmányt mangánhiányos területen termesztették, illetve a felszívódás gátlódik valamilyen bél eredetű elváltozás, esetleg a magas kalcium- vagy vastartalom antagonizáló hatása miatt.

Hiányában a porc-, ezáltal a csontképződés során jelentkezik zavar a glikozil-transzferáz elégtelen működése miatt. A másik problémacsoport a csírahám degenerációja miatti elégtelen petefészek-működés, ami ivarzási rendellenességeket okoz (Bokori et al., 2003b). Károsan magas koncentrációban a súlygyarapodás csökkenése, ivarzási problémák, illetve kalcium-vagy vashiányos tünetek alakulhatnak ki (Bokori et al., 2003b).

Petkov (2007) sertéseket vizsgálva azt találta, hogy a mért mangán koncentrációban nem volt szignifikáns különbség a fajta, korcsoport illetve ivar szerint, ami arra utal, hogy rendkívül stabil szinten marad fiziológias körülmények között.

3.2.9. Nátrium

A nátrium a leggyakoribb kation az extracelluláris térben, nélkülözhetetlen a megfelelő ozmotikus viszonyok és volumen kialakításában. A fiziológias koncentráció fenntartásáért az aldoszteron és ADH hormonok felelősek a vesén történő kiválasztás szabályzásán keresztül.

A vérben csökken a nátriumszint alacsony bevitel, polydipsia, illetve fokozott ürítés (hányás, hasmenés, veseelégtelenség, izzadás, szekvesztráció) esetén, amikor a volumen pótlása nátrium szempontjából hígabb folyadékkal pótlódik (Albert et al., 1999). Másik lehetséges magyarázat egyéb ozmotikusan aktív anyag (pl. glükóz) magas koncentrációja a vérben, amely nagyobb térfogatot tart az erekben. Látszólagos csökkenést mérhetünk hyperlipaemia vagy hyperproteinaemia esetén, hiszen a nátrium ionok csak vizes közegben fordulnak elő, amelynek térfogata ezekben az esetekben kisebb (Thrall et al., 2012b).

Hypernatraemia mérhető olyan dehidráció esetén, amikor a vízhiányt nem követi arányosan az elektrolit csökkenése. Ezt okozhatja a túlzott Na^+ -bevitel, a folyadékfelvétel elégtelensége illetve a vízvesztés fokozódása a légzéssel, párologtatással, vese- vagy bélműködéssel kapcsolatban (Thrall et al., 2012b).

3.2.10. Réz

A szervezet rézkészletének zöme a májban, csontban, izomban és bőrben található. A takarmányban rendelkezésre álló réz 5-10%-a kerül felszívódásra a vékonybélben

(Fekete et al., 2012), majd 95%-ban coeruloplasminhoz, 5%-ban makroglobulinhoz kötődik (Hellman & Gitlin, 2002). Cu (I) és Cu(II) ionná is képes oxidálódni, ezáltal különböző oxidoreduktázok alkotójaként részt vesz a kollagén, elasztin, foszfolipidek, szintézisében (Csapó & Csapóné Kiss, 2003b).

Hiányára elsősorban kérődzőkben lehet számítani a takarmányban megtalálható mennyiség illetve a számos interakció (S, Mo) miatt (Albert et al., 1999). A Fe (II) – Fe (III) átalakulásért felelős coeruloplasmin aktivitása lecsökken, ezért anaemia alakulhat ki. Okozhatja a szőr struktúrájának és pigmentáltságának elégtelenségét, a csont törékenységet és a magzati myelinizáció zavarát (Bokori et al., 2003a). Amennyiben meghaladja a máj tárolókapacitását, súlyos hemolízist, akár elhullást okozhat (Fekete et al., 2012).

3.2.11. Szelén

A szervezetben szelén szükséges több enzim működéséhez, melyek közül a gyakorlatban legfontosabb a glutation-peroxidáz, amely a szabad gyökök semlegesítésének fontos eleme, valamint a dehidrogénázok, amelyek a tiroxin hormont aktiválják.

Szelénhiány kialakulhat jellemző talajokon, illetve magas kén tartalmú műtrágyák használatakor a felszívódás gátlása miatt. Sertésekre jellemző a biológiai membránok károsodása miatt kialakuló betegségkomplexum, a VESD (Vitamin E Selenium Deficiency), amire májnecrosis, cardia környéki gyomorfekély és szederszív jellemző. A túl magas koncentráció esetén vese-és májdegeneráció, valamint szaporodási problémák jelentkehetnek (Bokori et al., 2003b).

3.2.12. Vas

A vas Fe^{2+} és Fe^{3+} ionokká képes alakulni, ezáltal szerepet kap számos oxidációs folyamatban; nélkülözhetetlen például a hemoglobin, illetve myoglobin, a citokróm-oxidázok, peroxidázok, és kataláz működésében, tehát az oxigén vérben történő szállításában, a sejtlégzésben és a reaktív oxigéngyökök semlegesítésében (Bokori et al., 2003b).

Felszívódása függ a takarmányban lévő vas mennyiségétől, a vegyület szerkezetétől, más elemek (pl. foszfor) gátló hatásától és a szervezet szükségletétől. A transferrin nevű szállítófehérje működése, és ezáltal a vaskötő kapacitás függ az energia és coeruloplazmin mennyiségétől, illetve a máj állapotától. A toxicitás elkerülése érdekében a feleslegben lévő vasat hemosziderin köti (Albert et al., 1999).

A vérben lévő koncentráció csökkenését okozhatja hiányos bevitel, rézhiány, enteropathia, májelégtelenség vagy idült vérvesztés (Albert et al., 1999). A koca teje kifejezetten alacsony vastartalma miatt a fiatal malacoknál gyakori probléma lehet hiány miatt kialakuló microciter, hypochrom anaemia, de a felnőtt állatokban általában a takarmány kielégítő mennyiségben tartalmazza, bár fontos, hogy csupán a Fe^{2+} képes megfelelően felszívódni. Túlzott parenterális vaskiegészítés könnyen toxikus lehet, ami cardiovascularis sokk miatti elhullás járhat (Zimmerman et al., 2012b). Magasabb koncentráció mérhető még hemolízis és májdegeneráció esetén (Kaneko, 2008b).

3.3. A koca ivarzását befolyásoló tényezők

Aumaitre et al. (1976) kísérletük során megfigyelték, hogy amennyiben a fialás nyáron történt, a következő oestrusig eltelt idő 26-30 nap között mozgott, míg az októbertől júniusig tartó időszakban csak 15-20 nap volt. Ezen kívül bizonyítást nyert az is, hogy az első és a második fialás után, valamint a fajtatizta vonalakban hosszabb.

Reese et al. (1982) megállapította, hogy a napi 16 illetve 8 MCal metabolizálható energiataartalmú takarmány etetése jelentős hatással van a választás utáni ivarzás időpontjára, a magasabb szint javára. A szérum albumin, összfehérje és hematokrit nem mutatott jelentős eltérést.

Tokach et al. (1992) párhuzamosan vizsgálták az LH, inzulin és néhány metabolit koncentrációját különböző lizin- és ME-tartalmú takarmányok illetve az újraivarzásig eltelt idő (rövid: < 9 nap, hosszú: > 15 nap) alapján létrehozott csoportokban. A korán ivarzókból a megelőző laktáció 7. ($p < 0,05$) és 21. ($p < 0,01$) napján magasabb inzulinszinteket mértek, de nem mutatkozott eltérés a glükóz, triglicerid, NEFA, lizin, BUN és az elágazó szénláncú aminosavak között. Az laktáció alatti LH-csúcsok száma és átlagos koncentrációja szignifikánsan magasabb volt azokban az állatokban, amelyeknek ezután a WEI rövidebb volt.

Vesseur et al. (1994) vizsgálta a WEI-re ható tényezőket. Az adatok azt mutatták, hogy az először illetve kisebb mértékben a másodszor fialt állatok hajlamosabbak a WEI megnyúlására. 8 vagy kevesebb választott malac esetében $\leq 7,5$ nap, míg afelett $\geq 8,0$ nap után történt ivarzás ($p < 0,05$). Az év 3. negyedében (áprilistól szeptemberig) állapították meg a legtöbb anoestrust. Ezeket túl befolyásolta még a laktáció alatti súlyvesztés mértéke ($p < 0,001$), a koca fajtája ($p < 0,001$), illetve a tartási körülmények is ($p < 0,001$).

Sterning et al. (1998) megállapította, hogy azon állatok közül, amelyeknél fiatalabb korban jelentkezett a pubertás (a vizsgált állomány alsó 1/3-a) több ivarzott az első alom választása után, valamint a WEI kisebb volt náluk, mint az idősebbekben (felső 1/3). Az előbbi csoportnak enyhébb volt az alom súlygyarapodása és a koca laktáció alatti súlyvesztése; lehetséges, hogy az oka a korábbi ivarzásnak. A WEI és a választás utáni 10 napon bekövetkező ivarzás öröklődési együtthatóját 0,2 illetve 0,3-nak határozták meg, és felvetették az erre történő szelekció lehetőségét.

Egy másik vizsgálat során az energiadúsabb (napi 44 a 33 MJ NE-hoz képest) takarmányt fogyasztó kocákban nagyobb LH pulzusfrekvenciát és magasabb ivarzási százalékot (96, illetve 63 %, $P = 0,1$) állapítottak meg. Nem volt szignifikáns eltérés azonban a glükóz és inzulin szintekben (Van den Brand et al., 2000).

Egy két évig tartó, 174 Nagy Fehér x Lapály kocát felölelő vizsgálat során az oestrust és az ovulációt befolyásoló tényezőket keresték. Megnyúlt WEI-t tapasztaltak hosszabb laktációs periódus ($P < 0,001$), valamint az 1. és 2. vemhesség ($P < 0,001$) esetén (Knox & Zas, 2001).

Amennyiben a laktáció vagy a választástól az ivarzásig eltelt idő túl rövid (14, illetve 3 nap) az LH surge mechanizmus nem működik megfelelően, a folliculusok ugyan elérik a preovulációs fázist és bár termelhetnek ösztrogént, de nem képesek az ovulációra, ciszták formájában a petefészken maradnak. Ezeknek előfordulása a továbbiakban akár visszaivarzást is okozhat (Castagna et al., 2004).

Park et al. (2009) két különböző diétát vizsgált a laktációs periódus alatt. Azoknál a kocáknál, amelyek kukoricaalapú takarmányt kaptak kisebb mértékű súly- ($p = 0,003$) és hátszalonna-csökkenést ($p = 0,034$), magasabb takarmányfogyasztást ($p = 0,032$) és rövidebb választástól oestrusig eltelt időt ($p = 0,016$) állapítottak meg, szemben a búza tartalmúval. Ezen kívül az előbbi csoportban magasabb BUN ($p = 0,032$), triglicerid ($p = 0,018$) és alacsonyabb kreatinin ($p = 0,011$) szinteket mértek választáskor. Arra a konklúzióra jutottak, hogy a laktáció alatti durvább súly- és hátszalonna-veszteség hozzájárulhat a WEI megnyúlásához.

A takarmánnyal felvett különböző mikotoxinok is befolyásolhatják az állatok szaporodási folyamatait a takarmányfelvétel és súlygyarapodás csökkentésével, valamint különböző szervek károsításával. A zearalenon ezen kívül képes ösztrogén-receptorokhoz kapcsolódni, az FSH szekréció gátlása anoestrust válthat ki, amennyiben a koca a ciklus közepe táján jelentősebb mennyiségben felvette. Egy négy sertéstelepet érintő kísérlet során mindegyiken megállapították a zearalenon jelenlétét a takarmányban, és egyértelműen összekapcsolták a szaporodásbiológiai problémákkal, többek között az ivarzás elmaradásával (Prodanov–Radulović et al., 2013).

Stankiewicz & Błaszczyk (2015) szerint a makroelemek koncentrációja összefüggésben van a kocák petefészkek képleteivel. Azokban, amelyekben a vágóhídon

cisztás elváltozást találtak magasabb nátrium ($P < 0,01$), de alacsonyabb kalcium ($P < 0,01$) és magnézium ($P < 0,01$) szinteket mértek. A foszfor koncentrációban szignifikáns különbség nem mutatkozott.

Kraeling & Webel (2015) összegyűjtötték a sertéstartás legfontosabb szaporodásbiológiai aspektusait az észak-amerikai állományokban. Kihangsúlyozták a megfelelő (12-18 mm) hátszalonna-vastagság fontosságát a termékenyítéskor a kiegyensúlyozott laktáció és korai újraivarzás érdekében. A laktáció alatt hasznos lehet a tejtermelési időszakban az állatok enyhe mozgatása napi 2-3 alkalommal, hiszen ez stimulálja a vizelet-és bélsárürítést, ezáltal a víz- és takarmányfogyasztást, ami jótékony hatást gyakorol a laktációra és a WEI-re. Itt is előtérbe került az évszak hatása; nyáron a növéndékek később érik el a pubertást, a WEI megnyúlik és az ivarzási tünetek is kevésbé látványosak, ezen kívül az ovulációs és vemhesülési ráta, az alomszám, a malacok életképessége és a tejtermelés is romlik.

A jobb átláthatóság érdekében az alábbiakban összesítem a korábbi tanulmányok eredményeit. A választástól az ivarzásig eltelt idő megnyúlásának okai lehetnek:

- Tisztavérű fajták, illetve bizonyos fajták
- Tartási körülmények
- Korai pubertás
- 1. és 2. fialás
- Magas környezeti hőmérséklet
- Kisebb energiatartalmú takarmány
- Nagyobb alomlétszám
- Laktáció alatti intenzívebb fogyás, alacsonyabb inzulinszint
- Laktáció alatti alacsonyabb LH-szint és a csúcsok száma
- Hosszabb laktáció
- Petefészekciszták
- Mikotoxinok, főleg zearalenon

Az általunk vizsgált metabolitok illetve elemek közül egyiket sem hozták egyértelmű összefüggésbe az ivarzásig eltelt időintervallum hosszával, az ezekre irányuló mérések meglehetősen ritkák.

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. Állatok

A minták a faddi Dunahy Kft. Topigs fajtájú, különböző korú kocáiból származnak. A malacokat a fialás utáni 28. napon választják el. A laktáció során leromlott kondíció javítása érdekében ilyenkor egy enyhe „flushingot” alkalmaznak. Az árpa, tritikálé, kukorica, szója, lenmag, halliszt, zsírpórá, szárított répaszelet és szoptató koca premix összetételű takarmány beltartalmi értékeit az 1. táblázat mutatja be.

Beltartalmi adatok	Érték
Száranyag (%)	85,6
Nyersfehérje (%)	16,47
Nyerszsír (%)	5,65
Nyersrost (%)	4,18
DE MJ/kg	14,14
ME MJ/kg	13,57
Lizin (%)	1,05
Metionin (%)	0,37
Cisztin (%)	0,28
Treonin (%)	0,74
Triptofán (%)	0,2
Ca (%)	1,12
P (%)	0,7
Na (%)	0,28
Zn mg/kg	107,5
Cu mg/kg	22,1
Fe mg/kg	190
A-vitamin NE	15210
D ₃ -vitamin NE	1950
E-vitamin mg/kg	100
K-vitamin mg/kg	2,42

1. táblázat: A kocák választás utáni takarmányának beltartalmi értékei

4.2. Vérvétel és a minták előkészítése

A mintavételeket az egyetemi hallgatók 2016. februártól decemberig, csütörtökönként és péntekenként, a déli etetés előtt végezték el. A vérvétel a vena cava cranialisból, heparin véralkovadást gátló tartalmú csőbe történt, majd megfelelő hőmérsékletre lehűtve az Állatorvostudományi Egyetemre került, ahol – az AAS vizsgálathoz szükséges vérmintát kivéve – centrifugálás során eltávolították a plazmát a sejtes elemektől.

A biokémiai paraméterek méréséhez a plazmát az eljárásoknak megfelelő módon hígították, majd a szükséges mennyiségét bemérve az eredeti koncentrációt a specifikus reakciók során keletkezett színes vegyület abszorbanciája alapján kiszámították.

Az elemek vizsgálata a plazma ötszörös hígításából, 1 mg/L ittrium (belső standard) alkalmazásával ICP-OES módszerrel történt, a megfelelő kalibráló oldatok használata mellett. A mangán és a szeléntartalom a teljes vérből került meghatározásra, amelyet EDTA, ammónia és triton tartalmú keverékkel tízszeres térfogatra hígítottak. Ez utóbbiak méréséhez paládium és magnézium-nitrát tartalmú mátrixmódosító is szükséges.

4.3. Biokémiai paraméterek mérése

4.3.1. Albumin

A spektrofotometriás módszer alapja, hogy az albumin savas pH-n brómkrezolölddel zöldeskék komplexet alkot, melynek 630 nm hullámhosszon mért abszorbanciája arányos az albumin koncentrációjával (Doumas et al., 1971).

4.3.2. Anorganikus foszfát

Az anorganikus foszfát molibdáttal alacsony pH-n sárga színű foszfomolibdát komplexet képez, amelynek 340 nm hullámhosszon mért abszorbanciája alapján kiszámítható a koncentráció (Daly & Ertingshausen, 1972).

4.3.3. AST

Az AST hatására a reagensben alkalmazott aszpartátból és 2-ketoglutarátból oxalacetát illetve L-glutamát képződik. A keletkezett oxalacetát maláttá alakul, miközben a

hozzáadott NADH+ H⁺-t oxidálja malát-dehidrogenáz enzim jelenlétében. A NADH + H⁺ → NAD átalakulás mértéke 340 nm-en mérhető, ami alapján kiszámítható az első reakcióban résztvevő AST aktivitása.

4.3.4. Szabad zsírsav

A szabad zsírsav koncentrációjának mérése a Noma et al. (1973) által leírt módon történt; a réz-nitrátos extrakció után a NEFA-k réz-dietil-ditiokarbamáttal sárga komplexet képeznek, amely 440 nm hullámhosszon fotometrálnak.

4.3.5. Glükóz

A vérplazma glükóz molekuláit a hozzáadott glükóz-oxidáz enzim glükuronsavvá oxidálja, miközben hidrogén-peroxid keletkezik. Utóbbi – peroxidáz hatására – 4-amino-fenazonból és fenolból vörös színű kinonimint képez, melynek koncentrációja lúgos közegben, az 505 nm-en mért abszorbancia alapján meghatározható (Trinder, 1969).

4.3.6. Karotin

A plazmában található összes karotin mennyiségi meghatározására etanol és petroléter 1:3-as keverékével fehérjementesítjük, majd centrifugáljuk, és a felülúszót 450 nm-en fotometrálnak.

4.3.7. Total Plazma Protein

A TPP mérése lúgos közegben a hozzáadott réz ionokkal történik. Ennek során lila komplex képződik, melynek abszorpciós maximuma 540 nm hullámhosszon mérhető (Weichselbaum, 1946).

4.3.8. Triglicerid

A plazma trigliceridjei lipoprotein-lipázzal inkubálva glicerinre és szabad zsírsavakra bomlanak. A glicerin egy reakciósorozat után dihidroxiaceton-foszfáttá alakul hidrogén-peroxid képződés mellett. Utóbbi 4-aminofenazonból és 4-klórfenolból, peroxidáz enzim által katalizálva vörös kinon-származékot produkál (House, 2015).

4.4. Elemek – ICP-OES

Az ICP-OES egy olyan atomspektroszkópai módszer, amelyben a minta atomizációja és gerjesztése nagyfrekvenciásan létrehozott ionizált argon plazmában történik (Galbács, 2013). A gerjesztett elemekből emittált fényt (amit az elektron eredeti pályára való visszaugrásakor bocsát ki) megfelelő optikai egységgel összetevőire bontjuk. A létrejövő, egy-egy elemre jellemző hullámhosszúságú elektromágneses sugárzások (atom- és ionvonalak) intenzitásából lehetséges meghatározni a komponensek mintabeli mennyiségét (Hou & Jones, 2006).

A vérplazmák vizsgálata során az Optima 8300 Dual View ICP-OES készüléket használtuk, amely a beépített Echelle-rendszerű optikai egységnek köszönhetően egyszerre több elem koncentrációjának meghatározására alkalmas (szimultán készülék). A műszer legfontosabb jellemzőit az 2. táblázat és 3. táblázat tartalmazza. Az elemek méréséhez használt hullámhosszok, megfigyelési irányok, kalibrációs tartományok, illetve a kimutatási határok a 4. táblázatban kerültek összefoglalásra. Az alumínium, kobalt, króm, molibdén és ólom szintek a kimutatási határ alatt voltak, ezért ezeket a további elemzésből kizártuk.

Leolvasás (sec)	Késleltetés (sec)	Plazmagáz (L/min)	Segédgáz (L/min)	Porlasztó gáz (L/min)	Kicsatolt energia (Watt)
1-5 (auto)	40	12	0.2	0,7	1300

2. táblázat: Az Optima 8300 ICP-OES készülék paraméterei I.

Porlasztó	Ködkamra	Fáklya	Detektor	Kalibráció	Peak algoritmus	Tartomány (nm)
Burgener Mira Mist	Ciklon	Flat Plate Torch	2 SCD	Lineáris, 0-tól	Terület	167-782

3. táblázat: Az Optima 8300 ICP-OES készülék paraméterei II.

Elem	Vonal (nm)	Megfigyelés iránya	Kalibrációs tartomány mg/l	Kimutatási határ
Al	394,401	axiális	0-5	0,7 µmol/L
Ca	317,929	radiális	0-100	0,01 mmol/L
Cd	228,802	axiális	0-5	0,005 µmol/L
Co	228,612	axiális	0-5	0,2 µmol/L
Cr	205,557	axiális	0-5	0,2 µmol/L
Cu	327,392	axiális	0-5	0,02 µmol/L
Fe	259,936	axiális	0-5	0,01 µmol/L
K	766,483	radiális	0-200	0,01 mmol/L
Mg	279,074	radiális	0-100	0,01 mmol/L
Mn	257,605	axiális	0-5	0,005 µmol/L
Mo	202,029	axiális	0-5	0,2 µmol/L
Na	589,574	radiális	0-500	0,01 mmol/L
P	213,614	axiális	0-25	0,01 mmol/L
Pb	220,350	axiális	0-5	0,25 µmol/L
S	181,973	axiális	0-166	0,01 mmol/L
Zn	213,854	axiális	0-5	0,01 µmol/L
Y	371,025	axiális	-	-
Y	360,071	radiális	-	-

4. táblázat: Az ICP-OES-sel vizsgált elemek mérési körülményei

4.5. Mangán, szelén – AAS

A mangán és szelén koncentrációját atomabszorpciós spektroszkóppal határoztuk meg, mert ezeknek a teljes vérbeni koncentrációja informatívabb, mint ha csak a vérplazmát vizsgálnánk. A teljes vért ICP-OES-sel csak megelőző roncsolási technikával kiegészítve lehetne mérni, amivel jelentősen megugrana a folyamathoz szükséges idő, energia és költség. A szelén esetében az emissziós készülék ellen szól az is, hogy nem elég érzékeny, az eredmények közel mozognak a kimutatási határhoz. A 196 nm-es spektrális vonalon vonalátfedés okozta „fölmérés” miatt nem tudunk pontosan mérni az adott tartományban.

Az AAS módszer során egyszerre csak egy elem vizsgálható, hiszen ehhez az adott elemből készült vájtkatód (vagy EDL) lámpa szükséges. Ennek fénye szolgáltatja a megfelelő energiát a gerjesztődéshez; ez az elnyelt mennyiség (abszorbancia) arányos a koncentrációval. A gerjesztés elektrotermikus úton, tehát egy elektromos áram által felfűtött grafitkemencében történik.

A vizsgálathoz a Perkin Elmer PinAAcle 900Z THGA atomabszorpciós spektrométert alkalmaztuk. Egy-egy mérés körülbelül 4 percet vesz igénybe, hiszen a hőmérsékletemelést szakaszosan kell elvégezni. A folyamatot az 5. táblázat szemlélteti.

	Hő (°C)	Melegítés (sec)	Hold (sec)	Áramlás (mL/min)	Hatás
Szárítás 1.	100	10	30	250	Oldószer eltávolítása
Szárítás 2.	130	10	30	250	
Hőkezelés 1.	450	6	65	250	Illékony komponensek eltávolítása, hamvasztás, (mátrixmódosítók)
Hőkezelés 2.	1150	5	35	250	
Atomizáció	2200	0	5	0	Minta és szabad atomok elpárologtatása, fényabszorpció
Tisztítás	2450	1	3	250	Maradék mátrix eltávolítása

5. táblázat: Az AAS mérés folyamata

A módszer mátrixmódosítókat (paládium, magnézium-nitrát) igényel, főleg az illékony szelén stabilizálása érdekében. A készülék a háttérkorrekciót a ma legkorszerűbbnek tartott longitudinális Zeeman-féle módszerrel biztosítja.

A legnagyobb pontosság és érzékenység elérése érdekében a készülékhez a legjobb minőségű grafitcső tartozik. Az „end cap” kialakítás célja a könnyen párolgó komponensek megtartása. A grafitkemence oldalirányú fűtése (THGA) egyenletesebb hőmérsékletprofil alakít ki, mint a korábban használt hosszirányú módszer. Ezáltal csökkenteni lehet az alkalmazott hőmérsékletet és javítani a grafitcső használhatósági idejét (Bartha, 2016).

4.6. Statisztika

A vérparaméterek leíró statisztikáinak (átlag, szórás, medián, 95%-os konfidencia intervallum) kiszámítása, becslése, illetve a csoportok összehasonlítása az R-környezetben történt (Solymosi, 2005). A két csoport paraméterenkénti összehasonlítására a Wilcoxon-féle előjeles rangpróbát használtuk (Dinya and Solymosi, 2016).

A szakirodalomból összegyűjtött paraméterekre vonatkozó adatok hatékony kezelésének céljából SQLite adatbázist hoztunk létre. Az adatbázis felhasználóbarát használata céljából androidos mobilalkalmazást fejlesztettünk ki, amelyet JAVA-nyelven programoztunk.

4.7. Adatbázis

Az adatbázis az alábbi tanulmányok felhasználásával készült:

(Brockus et al., 2005), (Burch et al., 1975), (Cheng et al., 2015), (Chmielowiec-Korzeniowska et al., 2012), (Cooper et al., 2014), (Creech et al., 2004), (Di Martino et al., 2015), (Dubreuil et al., 1990), (Dubreuil & Lapierre, 1997), (Ekser et al., 2012), (Elbers et al., 1992), (Fasuyi et al., 2013), (Friendship et al., 1984), (Furugouri, 1972), (Girard et al., 1996), (Hannon et al., 1990), (He et al., 2012), (Heath et al., 1991), (Hellwing et al., 2007), (Hoeger et al., 2015), (Jakimiuk et al., 2015), (Klem et al., 2010), (Ndou et al., 2015), (Odink et al., 1990), (Petkov, 2007a), (Petkov, 2007b), (Prvulovic et al., 2007), (Prvulovic et al., 2012), (Rispat et al., 1993), (Shurson, 2013), (Smeets et al., 1990), (Stankiewicz & Błaszczyk, 2015), (Van Heugten et al., 2004), (Verheyen et al., 2007), (Wang et al., 2006), (Woodworth et al., 1999), (Zrally & Pisarikova, 2010)

5. EREDMÉNYEK

5.1. Biokémiai paraméterek

A biokémiai vizsgálat magába foglalta az albumin, aszpartát-transzamináz, anorganikus foszfát, karotin, glükóz, szabad zsírsav, total protein és triglicerid koncentrációk meghatározását. A választás után tíz napon belül ivarzó (pozitív) és a nem ivarzó (negatív) kocák eredményeiből számolt átlagot, szórást, mediánt és a 95%-os konfidencia intervallumot a 6. táblázat tartalmazza.

Paraméter	Csoport	Minta	Átlag	Szórás	Medián	P _{0,025}	P _{0,975}	M.e.	P
Albumin	+	18	51,47	2,71	51,65	50,12	52,81	g/L	0,001
	-	26	49,41	3,85	50,1	47,85	50,96		
Anorg. P	+	18	1,76	1,02	2,1	1,25	2,27	mmol/L	0,183
	-	26	1,45	0,76	0,89	1,15	1,76		
AST	+	18	29,11	7,88	28	25,19	33,03	IU/L	0,024
	-	26	42,08	22,67	34	32,92	51,23		
FFA	+	18	0,04	0,02	0,05	0,03	0,05	mmol/L	0,882
	-	26	0,04	0,02	0,04	0,03	0,05		
Glükóz	+	18	4,21	0,59	4,1	3,92	4,5	mmol/L	0,909
	-	26	4,19	0,74	4,15	3,89	4,49		
Karotin	+	8	2,72	0,11	2,76	2,63	2,82	μmol/L	0,019
	-	14	2,65	0,12	2,67	2,58	2,72		
TPP	+	18	81,6	7,02	81,95	78,11	85,09	g/L	0,387
	-	26	81,38	5,91	81,15	78,99	83,77		
Triglicerid	+	18	0,39	0,21	0,4	0,29	0,5	mmol/L	0,571
	-	26	0,32	0,18	0,3	0,25	0,4		

6. táblázat: Az ivarzók (+) és nem ivarzók (-) csoportjának eredményei I.

A pozitív és a negatív csoport értékei között szignifikáns különbséget ($P < 0,05$) tapasztaltunk az albumin, az AST, és a karotin koncentrációk között, a többi paraméterben jelentős eltérés nem állapítható meg ($P > 0,05$).

5.2. Elemek

A plazma ICP-OES vizsgálata magába foglalta az alumínium, kalcium, kadmium, kobalt, króm, réz, vas, kálium, magnézium, molibdén, nátrium, foszfor, ólom, kén és cink meghatározását. A szelén és a mangán AAS-sel lett mérve a pontosabb eredmény érdekében. A „pozitív” és a „negatív” kocák eredményeit a 7. táblázat tartalmazza. A két csoport értékei között szignifikáns különbséget ($P < 0,05$) csak a foszfor koncentrációban tapasztaltunk.

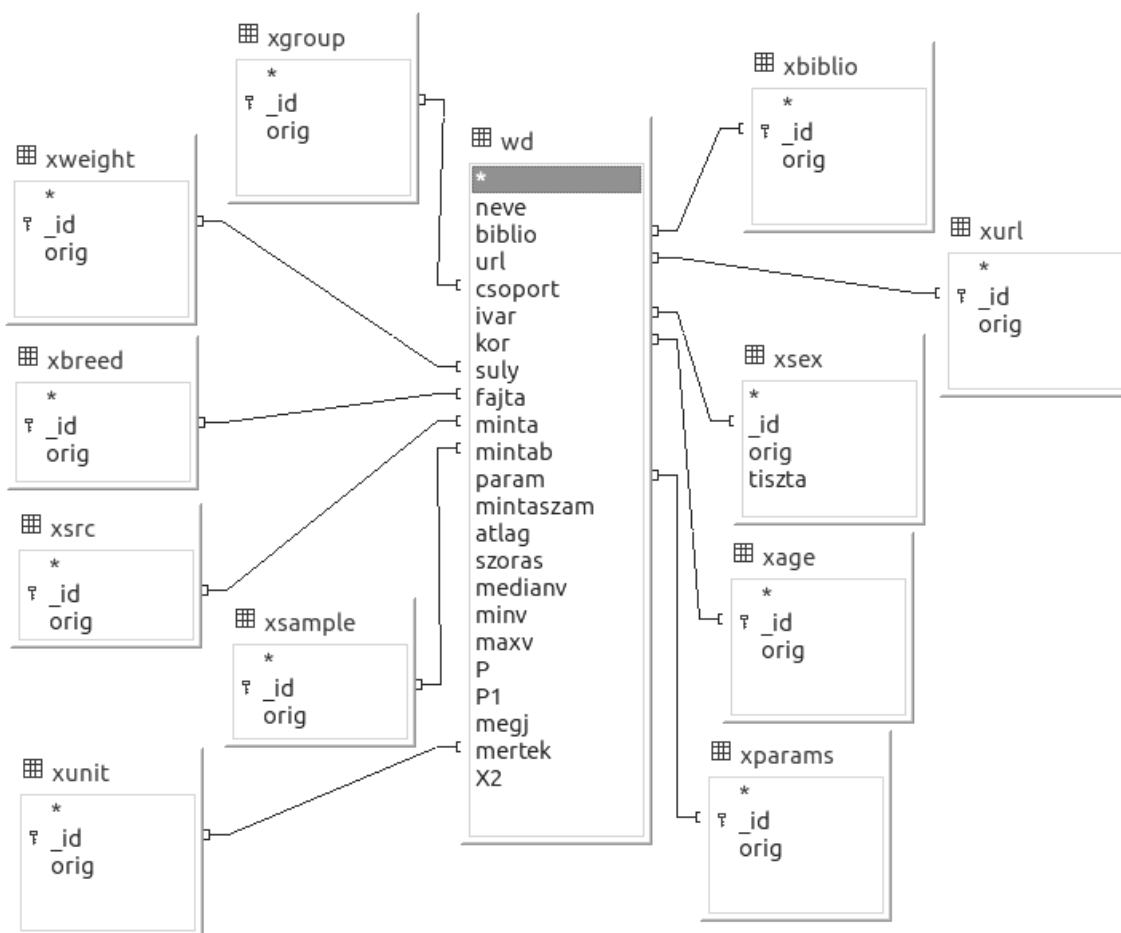
Paraméter	Csoport	Minta	Átlag	Szórás	Medián	$P_{0,025}$	$P_{0,975}$	M.e.	P
Ca	+	18	2,7	0,15	2,63	2,62	2,77	mmol/L	0,177
	-	26	2,67	0,15	2,67	2,61	2,73		
Cd	+	18	0,05	0,01	0,05	0,05	0,06	$\mu\text{mol/L}$	0,456
	-	26	0,05	0,02	0,06	0,05	0,06		
Cu	+	18	35,47	4,27	35,44	33,35	37,6	$\mu\text{mol/L}$	0,28
	-	26	34,04	4,6	34,12	32,19	35,9		
Fe	+	18	42,53	26,41	34,47	29,39	55,66	$\mu\text{mol/L}$	0,863
	-	26	49,5	36,58	37,22	34,72	64,27		
K	+	18	9,19	1,52	9,43	8,43	9,94	mmol/L	0,173
	-	26	9,05	1,19	9,03	8,57	9,53		
Mg	+	18	0,79	0,06	0,78	0,76	0,82	mmol/L	0,508
	-	26	0,78	0,07	0,79	0,76	0,81		
Mn	+	18	0,32	0,11	0,3	0,26	0,37	$\mu\text{mol/L}$	0,855
	-	26	0,32	0,13	0,3	0,27	0,38		
Na	+	18	143,32	7,07	142,78	139,8	146,8	mmol/L	0,12
	-	26	139,38	7,02	140,07	136,5	142,21		
P	+	18	3,64	0,43	3,65	3,42	3,85	mmol/L	0,003
	-	26	3,28	0,53	3,26	3,07	3,49		
S	+	18	33,37	3,07	32,82	31,84	34,89	mmol/L	0,297
	-	26	33,42	2,44	32,85	32,43	34,4		
Se	+	18	2,45	0,41	2,54	2,24	2,65	$\mu\text{mol/L}$	0,494
	-	26	2,32	0,35	2,36	2,18	2,46		
Zn	+	18	15,96	1,5	15,8	15,22	16,7	$\mu\text{mol/L}$	0,094
	-	26	14,62	1,81	14,25	13,89	15,35		

7. táblázat: Az ivarzó (+) és nem ivarzó (-) csoportjának eredményei II.

5.3. Adatbázis

A sertésekkel foglalkozó korábbi szakirodalmakból összegyűjtöttük majd egységesítettük a különböző vérparaméterekre vonatkozó adatokat. Az ezeket tartalmazó SQLite adatbázis táblázatainak kapcsolati szerkezetét mutatja az 1. ábra. Ebben megtekinthetők a tanulmányok bibliográfiái és internetes elérhetőségei, a vizsgált állatok jellemzői (korcsoport, ivar, kor, súly, fajta), a vérminta típusa (plazma, szérum, teljes vér), a mintaszám, a paramétereket jellemző különböző szám adatok (átlag, szórás, medián, minimum, maximum, percentilisek) és mértékegységük.

1. ábra:
A szakirodalmi adatokat összefoglaló SQLite adatbázis táblázatainak kapcsolati ábrája



5.4. Referenciatartományok

A 8. táblázatba azoknak a metabolitoknak és elemeknek a referenciatartományai kerültek, amelyekben nem mértünk szignifikáns különbséget az ivarzó és nem ivarzó között. Jelen esetben mindegyik paraméterhez egy optimális intervallum (esetleg csak átlag) lett feltüntetve, általában az, amelynél a termelési állapot a leghasonlóbb volt a faddihoz képest. Az egyszerű összehasonítás érdekében megtörténtek a megfelelő átváltások.

	Időpont	Referencia	M.e.	Forrás
Ca	Termékenyítés	2,4 – 2,8	mmol/L	Girard (1996)
Cd	Vágóhíd	0 – 0,11 (0,045)	μmol/L	Penumarthy (1980)
Cu	Termékenyítés	43,7 - 50	μmol/L	Girard (1996)
Fe	Termékenyítés	24 – 45,2	μmol/L	Girard (1996)
FFA	Vemhesség 94. nap	0,05 – 1,58 (0,22)	mmol/L	Verheyen (2007)
Glükóz	Koca (változó)	2,9 - 5,9	mmol/L	Friendship (1984)
Mg	Szárazon álló	1 ± 0,1	mmol/L	Petkov (2007b)
Mn	Növendék	0,07 – 0,12	μmol/L	Petkov (2007a)
Na	Termékenyítés	122 - 134	mmol/L	Girard (1996)
P _{anorg}	Vemhesség 94. nap	1,49 - 2,76	mmol/L	Verheyen (2007)
Se	Választás	3,4	μmol/L	Shurson (2013)
TG	Választás után	0,24	mmol/L	Dubreuil (1997)
TPP	Vemhesség 94. nap	73,9 – 99,8	g/L	Verheyen (2007)
Zn	Termékenyítés	12,5 – 16,3	μmol/L	Girard (1996)

8. táblázat: A vizsgált paraméterek referenciatartományai

Az albumin, AST, karotin és teljes foszfor elvárt koncentrációi lentebb, a részletesebb elemzés során lettek feltüntetve.

6. MEGBESZÉLÉS

6.1. Albumin

A pozitív csoportban az átlag 52,2 (\pm 3,03), a 95%-os konfidencia intervallum 50,97 - 53,43, míg a negatív állatok esetében ezek 49,35 (\pm 3,69), illetve 48,33 - 50,37 voltak.

Mindkét csoport értékei látványosabb nagyobbak a korábbi tanulmányokban leírtaknál (9. táblázat). Figyelembe kell venni, hogy ezek 10-30 éve íródtak, azóta a sertés genetikája, takarmányozása és tartása jelentősen változott. Ezen kívül valószínűleg nagy mértékben befolyásolja, hogy azokban a kísérletekben a vemhesség és a laktáció különböző szakaszaiban vettek vért a kocákból, amikor a vehemépítés illetve tejtermelés jelentős terhet ró a szervezetre, hiszen ezek rendkívül magas fehérje- és energiaigényű folyamatok. Ellenben a faddi vérvétel idejében, a választás után egy héttel, a szervezetnek már volt lehetősége feltölteni a raktárait, elméletileg pozitív energiaegyensúlyban van.

	Ciklus	N	\bar{x}	SD	Med.	P_{0,025}	P_{0,975}	Min.	Max
Friendship (1984)	Vegyes	102	37	3	-	31	43	-	-
Heath (1991)	Vemhes	11	-	-	36,5	-	-	31,5	41,2
Dubreuil (1997)	Választás után	50	35,2	-	-	-	-	-	-
Verheyen (2007)	Választás	132	40,4	-	40,3	34,5	46,5	-	-
Verheyen (2007)	Vemhes	132	41,3	-	41,7	33,4	47,9	-	-
Pozitív	Választás után	26	52,2	3,03	52,6	50,97	53,43	46,9	58,4
Negatív	Választás után	53	49,35	3,69	49,6	48,33	50,37	33,8	56,7

9. táblázat: A kocák albuminkoncentrációjára vonatkozó szakirodalmi adatok, illetve az ivarzó és nem ivarzó csoport eredményei (g/L)

A termelési állapotnak az albuminnal való összefüggését korábbi kísérletek is alátámasztják. Dubreuil & Lapierre (1997) úgy találták, hogy a laktáció folyamán a szérumalbumin-szint jelentősen csökken ($p = 0,001$); az 5., 15. és 25. napon 42,2, 36,7 és 35,2 átlagokat mértek. Verheyen et al. (2007) négy időpontban vizsgálták a biokémiai paramétereiket; a vemhesség 94. és 108., valamint a laktáció 7. és 21. napja környékén (± 2 nap). A legalacsonyabb albumin – valamint globulin és összfehérje – a fialás előtti 1 hétben mutatkozott ($P < 0,001$). Külön kezelték az első illetve a második vagy afeletti paritású állatokat, de az albuminszintek mindkét csoportban hasonlóan alakultak (egyébként a globulin és ezzel együtt a total protein szintek szignifikánsan alacsonyabbak voltak a fiatalabbakban).

A felhasznált összes irodalomban ugyanúgy brómkrezolzöld kolorimetriás mérésével történt a vizsgálat és az eredményeket g/L-ben közölték. Különbség azonban, hogy ezek nem plazma, hanem szérum mintából lettek meghatározva. Mivel a szérumban – a fibrinogén kivonása miatt – kisebb térfogatban mérjük ugyanazt a mennyiségű albumint, esetlegesen nagyobb koncentrációt lehetne megállapítani, mint a plazmában, tehát ezek a szempontok nem járulhatnak hozzá a megállapított különbséghez.

Az ivarzó és nem ivarzó kocák között szignifikáns különbség ($p = 0,0013$) állapítható meg a plazma albumin koncentrációban. A negatív csoport alacsonyabb albumin szintjéhez számos tényező hozzájárulhat: genetikai különbségek, a még fejlődésben lévő anyai szervezet (1. és kisebb mértékben 2. vemhesség), a választás óta eltelt rövidebb idő, intenzívebb tejleadás, gyengébb takarmányfelvétel és takarmányértékesítés (bélbéli felszívódás) aktivált immunrendszer (energiaigény, gyulladás, diszkomfort), akut fázisú reakció vagy a máj szintetizáló kapacitásának csökkenése (regresszív elváltozások).

6.2. AST

Szignifikáns különbség mutatkozott a két csoport AST aktivitásában. A „pozitív” egyedek átlag 29,11 ($\pm 7,88$), a konfidencia intervallum a 25,19 és 33,03 közötti tartomány, míg ugyanezek a „negatív” állatokban 42,08 ($\pm 22,67$) és 32,92 - 51,23 volt.

Az AST aktivitása a vérben egyedi és állományszinten is tág határok között mozoghat (10. táblázat). Friendship et al. (1984) magasabb értékeket mértek a korai

vemhesség alatt. Verheyen et al. (2007) emelkedést és tág szórást észleltek közvetlen a fialás előtt és után, amit a vehemépítés és tejtermelés komoly energiaigénye miatti izomszövet-mobilizációval magyaráztak. A korai laktáció alatti változás okaként a máj terheltsége, esetleges regresszív elváltozása is szóba jöhet. A kísérletben egyébként a paritásnak nem tulajdonítottak komolyabb szerepet. Dubreuil & Lapierre (1997) a laktáció alatt folyamatos csökkenést figyeltek meg ($P = 0,01$), főleg az 5. és 15. nap között.

	Ciklus	N	\bar{x}	SD	Med.	P_{0,025}	P_{0,975}
Friendship (1984)	Vegyes	102	24	9	-	36	272
Heath (1991)*	Vemhes	75	-	-	39	22	88
Dubreuil (1997)	Választás után	50	20	-	-	-	-
Verheyen (2007)	Választás	132	45,9	-	33	22,3	173,3
Verheyen (2007)	Vemhes	132	30,4	-	24,1	12,6	95,1
Pozitív	Választás után	18	29,11	7,88	28	25,19	33,03
Negatív	Választás után	26	42,08	22,67	34	32,92	51,23

10. táblázat: A kocák AST aktivitására vonatkozó szakirodalmi adatok, illetve az ivarzó és nem ivarzó csoport eredményei (IU/L)

A korábbi tanulmányokban a mérések vérszérumból történtek, kivéve a *-gal jelölt

*: Vérplazmából és csak első vemhesség

A mintázatot követve valószínűsíthető, hogy a tejtermelés vége felé és főleg a befejezése után a koca egy stabilabb állapotba kerül, ahol a katabolikus folyamatok visszaszorulnak, az enzim aktivitása lecsökken. Ezért (és mivel a kísérletek a 10-20 évvel ezelőtti állapotot tükrözik) nem feltétlen szerencsés az összehasonlítás; bár minden szerző a 2,5. és 97,5. percentilist adta meg, rendkívül tágak a lefedett intervallumuk és nagyok a maximumok.

Az összes ivarzó állatból csak és kizárólag 50 IU/L alatti koncentrációkat mértünk, de a „negatív” csoportban számos magasabb is előfordult. Lehetséges, hogy valahol ekörül lehet meghúzni egy határt, amitől nagyobb érték már olyan mértékű szövetszétésésre (nagy valószínűséggel máj, esetleg izom) utal, ami összefüggésben áll a ciklus zavart működésével. Az alsó értékek viszont mindkét csoportban rendkívül hasonlóak.

6.3. Karotin

A két csoport között jelentős különbséget ($P = 0,0194$) lehetett megállapítani a plazma teljes karotin koncentrációkban. Az ivarzó egyedek csoportjának átlaga $2,72 (\pm 0,11)$, míg a nem ivarzók között $2,65 (\pm 0,12)$, a 95%-os konfidencia intervallum pedig $2,63 - 2,82$ illetve $2,58 - 2,72$ $\mu\text{mol/L}$ volt. Ezeket megszorozva az 537 g/mol-os moláris tömeggel, illetve egy 1000 -rel történő osztás után a mg/L (vagy $\mu\text{g/mL}$ -ben) kapott eredmények már nagyságrendileg összehasonlíthatóak a korábbi szakirodalmakban foglaltakkal. Ehhez azonban figyelembe kell venni, hogy azokban HPLC-vel mért β -karotin szinteket írtak le, amely körülbelül a teljes mennyiség 80-90%-a (Albert et al., 1999). Az eredeti és számított saját eredményeket a 11. táblázat tartalmazza.

	N	\bar{x}	SD	Med.	$P_{0,025}$	$P_{0,975}$	Min.	Max.	M.e.
+	8	2,72	0,11	2,76	2,63	2,82	2,55	3,05	$\mu\text{mol/L}$
-	14	2,65	0,12	2,67	2,58	2,72	2,33	2,88	$\mu\text{mol/L}$
+	8	1,46	0,06	1,48	1,41	1,51	1,34	1,66	mg/L
-	14	1,42	0,06	1,43	1,39	1,46	1,25	1,56	mg/L

11. táblázat: Az ivarzó és nem ivarzó kocák csoportjának karotin eredményei

Kostoglou et al. (2000) az ivarzás napján vizsgált hagyományos diétán tartott 12 kocából meghatározott β -karotin átlag \pm szórása: $44,5 \pm 26,5$ $\mu\text{g/L}$ (**$0,045 \pm 0,027$ mg/L**). Egy másik vizsgálat során (Krammer & Aurich, 2008) kocasüldőket kezeltek i.m. β -karotinnal. Az injekció előtti koncentrációk 10 $\mu\text{g/mL}$ (**10 mg/L**) alatt voltak, az utána lévő csúcs (24 óra) pedig $13,8 \pm 5,4$ $\mu\text{g/mL}$ (**$13,8 \pm 5,4$ mg/L**). Coffey & Britt (1993) kísérletében a választás utáni 6. napon (hasonló időpont, mint a faddi mérések) kb $0,5$ $\mu\text{g/dL}$, azaz **$0,005$ mg/L**-t mértek.

Tokach et al. (1994) kísérletében a választáskor beadott egyszeri β -karotin injekció nem okozott szignifikáns változást a WEI-ben illetve a következő alomszámokban. Lehetséges, hogy a pozitív hatás elmaradása a kezelés időzítése, a takarmányban használt A-vitamin kiegészítés és az eredetileg jó reprodukciós produktivitás miatt történt (a kontroll csoportban $10,4$ volt az átlaga az élve született malacok számának).

Stender et al. (1999) nem találtak különbséget a választás után és a fialás előtt parenteralis β -karotinnal kezelt és a kontroll kocák között. Vizsgálták a vemhesülési rátát, az élve, illetve halva született és a választott malacok számát. Lényeges, hogy az említett telep a szerzők szerint alapból rendkívül jó tartási körülményekkel és szaporodásbiológiai eredményekkel rendelkezett (10,51 élve született malac).

Kostoglou et al. (2000) vizsgálatuk során nem találtak szignifikáns különbséget a β -karotinnal kezelt, illetve nem kezelt kocákban az ivarzási tünetek intenzitása, a választástól ivarzásig eltelt idő, a visszaivarzás gyakorisága és a két fialás közötti intervallum szempontjából.

Krammer & Aurich (2010) 216 kocát két csoportra osztott; az egyik a választás és az utolsó termékenyítés napján 70 mg β -karotin intramuscularis injekciót, a kontroll csoport pedig semmilyen kezelést nem kapott. A kezelt csoportban – főleg a második vemhesség alkalmával – jelentősen nagyobb létszámú almok születtek, de a szerzők más szaporodásbiológiai hatást nem tapasztaltak. Feltételezték, hogy ez a kedvező effektus nem az A-provitamin funkció alapszik.

Jól látható, hogy a korábbi kísérletekben leírt β -karotin koncentrációk jelentősen különböznek egymástól, és a Faddon mért eredményektől is, valamint hogy egyikben sem került egyértelműen megállapításra a takarmány-kiegészítő illetve injekció formában hozzáadott karotin összefüggése a WEI-vel (és jórészt más szaporodásbiológiai javulással sem). Az előbbi egyik lehetséges magyarázata a hibás mértékegység megadása, de nincs kizárva, hogy ilyen, több nagyságrendbeli különbségek is előfordulnak, amit okozhat a takarmány összetétele, az állatok aktuális igénye, a kezelések időzítése és a beadott mennyiség.

A mi esetünkben ilyen beavatkozás nem történt, mégis statisztikailag releváns különbség mérhető az ivarzás tüneteit mutatók javára, bár az eredmények ránézésre rendkívül hasonlóak. Lehetséges, hogy – bár elméletileg minden egyednél azonos a takarmányozás – mégis különböző az összetétele az adagoknak, a karotintartalom, a felszívódását befolyásoló egyéb molekulák, akár a reaktív oxigén gyökök szempontjából, valamint a bruttó felvett mennyiség is fontos (a takarmányfelvételt az energiaigény befolyásolja, de a karotin- illetve vitaminigény ezekkel nem változik párhuzamosan).

Ki kell térni még a bélben lévő körülményekre, az enterocyták állapotára, az epe és emésztőenzimek mennyiségére, a transzporterek jelenlétére és telítettségére. Domináns szempont az A-vitamin konverzió hatásfoka; a tejtermelés mértéke (alomszámmal összefüggésben), a választástól eltelt idő, a saját szervezet növekedése (első és második fialás) összefüggésben állhat az A-vitamin szükséglettel. A máj állapota szintén kulcskérdés lehet, hiszen a tartalékok az ITO-sejtekben halmozódnak fel, retinol-észter formájában (Élettani és Biokémiai Tanszék, 2014).

A karotin (akár mint provitamin) bizonyítottan szükséges a megfelelő reprodukciós működéshez. Azt, hogy a két csoport eredményeiben mért különbség hozzájárulhat-e az újabb ivarzás kitolódásához, vagy csupán „tünete” a valódi oknak, nem lehet tudni.

6.4. Foszfor

A vér foszfortartalmának meghatározására kétféle módszert használtunk. A szervetlen foszfort (ortofoszfát) kolorimetriás módszerrel, míg a plazmában keringő teljes foszformennyiséget ICP-OES-sel mértük. Míg az előbbi esetén nem tapasztaltunk jelentős eltérést a két csoportban ($P = 0,1833$), az összfoszforban igen ($P = 0,0033$). Az ivarzők esetében $3,64 \pm 0,43$ és $3,42 - 3,85$, míg a nem ivarzőkban $3,28 \pm 0,53$ és $2,5 - 4,6$ mmol/L volt az átlag \pm szórás illetve a 95%-os konfidencia intervallum.

Arról, hogy a vérnek a teljes foszfortartalma hogyan alakul a kocák termelése során, csupán egy tanulmány szolgáltatott részletes információt; Girard et al. (1996) az első két vemhesség és laktáció alatti koncentrációkat vizsgálták ICP-OES-sel. Megállapították, hogy az értékek alacsonyabbak voltak a második fialással kapcsolatban ($P = 0,03$). Az első vemhesség folyamán csökkenő tendenciát mutatott a 0-5. ($P = 0,006$) illetve a 10-15. ($P = 0,002$) hét között, de a köztes intervallumban stagnált. A második vemhesség alatt végig folyamatos csökkenést mértek ($P \leq 0,05$). Mindkét esetben emelkedtek az értékek a vemhesség 15. hete és a fialás utáni 1 nap között ($P = 0,002$), majd a laktáció alatt nagyjából azonos szinten maradt ($P = 0,1$). Az ebben az időszakban mért magasabb koncentrációk háttérében a tejtermeléshez szükséges foszfor biztosítása állhat, amit a szervezet a felszívás, a kiválasztás, valamint a csontokból és egyéb szöveti tartalékok mozgósítása útján szabályoz.

A legnagyobb szérumkoncentrációt a második termékenyítéskor mérték ($P < 0,05$). Ez valószínűleg annak köszönhető, hogy a laktáció befejezése után a foszforigény csökkenését még nem követték a szervezet szabályozó mechanizmusai. Ez ugyanaz a termelési szakasz, amelyet a faddi kísérletben vizsgáltunk, ahol hasonló eredmények születtek (12. táblázat).

	N	\bar{x}	SD	Med.	$P_{0,025}$	$P_{0,975}$	Min.	Max.	M.e.
+	18	3,64	0,43	3,65	3,42	3,85	3	4,7	mmol/L
-	26	3,28	0,53	3,26	3,07	3,49	2,5	4,6	mmol/L
Girard (1996)	33	4,03	0,33	-	-	-	3,30	4,62	mmol/L

12. táblázat: Az ivarzó és nem ivarzó kockák csoportjának teljes plazmafoszfor eredményei

Figyelembe véve, hogy az anorganikus foszfát szintek hasonlóak voltak a két csoportban ($P = 0,1833$), az ICP-OES-sel megállapított szignifikáns különbség oka valószínűleg a szerves formában kötött foszfor mennyiségében keresendő. Erről a frakcióról minimális információ található a szakirodalomban, ezáltal rendkívül nehéz arról értekezni, hogy mi lehet a magyarázata a koncentrációban mért különbségnek, illetve hogy milyen kapcsolatban áll az ivarzásig eltelt idővel.

6.5. Konklúzió

A reprodukciós folyamatok rendkívül érzékenyek a szervezetben előforduló bármilyen rendellenességre. Torre et al. (2011) szerint a májban található α -ösztrogén receptorok összekapcsolják az energia-illetve fehérjeellátottságot az uterus működésével és az oestrus ciklussal. Az alacsonyabb albumin és AST koncentrációk jelezhetik a májfunkciók elégtelenségét. Nincs kizárva, hogy a kisebb karotinszint a máj A-vitamin raktározó képességének elégtelensége miatt alakult ki, bár a vitaminnak és prekursorának metabolizmusa nem teljesen tisztázott. Lehetséges, hogy a vér teljes foszfortartalma azért kevesebb, mert a szerves vegyületek (fehérjék, foszfolipidek, stb.) szintézise csökkent intenzitású, bár a vérben keringő foszfor eloszlása ismeretlen.

Lehetséges, hogy az ivarzás elmaradásának oka az elégtelen kondícióból adódik, bár az FFA (triglicerid és glükóz) koncentrációkban nem volt számottevő eltérés. Ennek háttérében állhat a visszafogott takarmányfelvétel (pl. stressz, magas környezeti hőmérséklet, vemhesség alatti elhízás) valamilyen gastrointestinalis elváltozás, vagy a laktáció alatti nagyobb terheltség (pl. nagy alomlétszám, növekedés) miatt. Ezen három ok bármelyike okozhat akár alacsonyabb karotin- illetve foszforszinteket.

Különleges figyelmet kell fordítani a mikotoxinok jelenlétére is. A sertések takarmányában gyakran előfordul zearalenon, és a faj kifejezetten érzékeny rá, mivel benne alacsony intenzitású a glükuronidáció, amely a vegyület detoxifikálásáért felelős (Malekinejad et al., 2005). Más mikotoxinok (ergot alkaloidok, T-2, DON, aflatoxinok) is károsítják a reprodukciós folyamatokat pl. takarmányfelvétel csökkentése, a máj károsítása révén. Többféle vegyület együttes jelenléte során egymás hatását erősítik (Kanora and Maes, 2009). Bár a telepen több vizsgálat során is határérték alatti mikotoxin szinteket mértek a takarmányból, de a szinergista hatások és az egyedi érzékenység különbözősége miatt nem kizárható, hogy hozzájárul az ivarzási problémák kialakulásához.

Meg kell jegyezni, hogy a mindkét csoportban az eredmények 95%-os konfidencia intervallumát tekintve a korábbi referenciatartományokon belül mozogtak az értékek. Indokolt lehet ezen tartományok újabb, szigorúbb meghatározása, akár oly módon, amely figyelembe veszi a reprodukciós állapotot is. Erre a Faddon vizsgált pozitív csoport egy megfelelő kezdeményezés lehetne, hiszen teljesíti az adott időpontban lényeges feltételt; az állatok mutatják az ivarzás tüneteit, termékenyíthetők.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Kísérletünk során 79, változó korú koca vérparamétereit vizsgáltuk a választást követő 1. héten belül. Az állatokat aszerint csoportosítottuk, hogy ebben az időpontban megtörtént-e az ivarzás, tehát termékenyíthetőek voltak-e. A vérplazmából kolorimetriás módszerrel megállapításra került az albumin, AST, anorganikus foszfát, karotin, glükóz, szabad zsírsav, total protein, illetve ICP-OES-sel az alumínium, kalcium, kadmium, kobalt, króm, réz, vas, kálium, magnézium, molibdén, nátrium, foszfor, ólom, kén és cink. A teljes vérből AAS-sel lettek mérve a mangán és szelén koncentrációk.

Az alumínium, kobalt, króm, molibdén és ólom koncentrációk (a vizsgált egyedek zömében) nem érték el a kimutatási határt, ezért ezek ki lettek zárva a további elemzésből. A többi vérösszetevő a két csoportban meghatározott átlag, szórás, medián és 95%-os konfidencia intervallum alapján a korábbi szakirodalomban található adatokkal lett összevetve. Ekkor szembesültünk azzal, hogy néhány paraméterről csekély vagy semmilyen eredmény nem található a sertésekkel, és főleg nem a választott kocákkal kapcsolatban. Az információgyűjtéssel párhuzamosan létrehoztunk egy adatbázist, amely egy androidos alkalmazáson keresztül elérhető. Itt különböző tanulmányok, korcsoportok, fajták és ivar szerint lehet megtekinteni a mért koncentrációkat.

A „pozitív” (ivarzó) és a „negatív” (nem ivarzó) állatok eredményeinek összehasonlítása során statisztikailag szignifikáns különbség mutatkozott a plazma albumin ($52,2 \pm 3,03$ és $49,35 \pm 3,69$, $P = 0,0013$), AST ($29,11 \pm 7,88$ és $42,08 \pm 22,67$, $P = 0,0241$), összes karotin ($2,72 \pm 0,11$ és $2,65 \pm 0,12$, $P = 0,0194$) és a teljes foszfor ($3,64 \pm 0,43$ és $3,28 \pm 0,53$, $P = 0,0033$) koncentrációkban.

Érdekes kérdés, hogy ezen vérösszetevőkben megállapított eltérések közvetlen befolyásolják-e a reprodukciós folyamatokat, vagy esetleg az ivarzási problémák indikátorai lehetnek. Az AST és albumin szintekben megállapított különbség valamilyen májváltozás felé terelheti a gondolatainkat, a karotin és a teljes foszfor koncentráció a diagnosztikai vizsgálatban nem szolgáltatnak releváns információt.

Az eltérések pontos okának esetleg okainak feltárásában a takarmány, kor, kondíció, alomszám, illetve a máj és egyéb szervek állapotának vizsgálata nyújthatna segítséget.

8. SUMMARY

During our study 79 blood samples of sows of different age were examined one week after weaning. Two groups were formed based on whether the animals showed the signs of estrus by that time. Plasma albumin, aspartate transaminase, inorganic phosphate, carotene, glucose, free fatty acid and total protein were measured by colorimetric method. An ICP-OES device was used to evaluate the level of aluminum, calcium, cadmium, cobalt, chromium, copper, iron, potassium, magnesium, molybdenum, sodium, phosphorus, lead, sulfur and zinc. Manganese and selenium were measured from full blood by an AAS.

The concentrations of aluminum, cobalt, chromium, molybdenum and lead were mostly below the limit of detection and were excluded from further research. From the other blood components we prepared an analysis containing the mean, standard deviation, median and the 95% confidence interval in both groups. The results were compared to those of previous studies, and that was when we realized that information concerning some of the parameters were scarce or nonexistent, especially of sow after weaning. During this research we created a database which can be reached via an android application where several blood components can be examined by different studies, age, breed and gender.

The results of the “positive” (in estrus) and the “negative” (not showing the signs of estrus) groups were compared. There was a significant difference between the plasma albumin ($52,2 \pm 3,03$ and $49,35 \pm 3,69$, $P = 0,0013$), AST ($29,11 \pm 7,88$ and $42,08 \pm 22,67$, $P = 0,0241$), total carotene ($2,72 \pm 0,11$ and $2,65 \pm 0,12$, $P = 0,0194$) and total phosphorus ($3,64 \pm 0,43$ and $3,28 \pm 0,53$, $P = 0,0033$) concentrations in the positive and negative groups, respectively.

It is a question whether these differences have actually an effect on reproduction or maybe they might be an indicator of the main cause resulting in the estrus problems. Due to the difference in the albumin and AST levels, hepatic involvement must be considered, but the carotene and phosphorus results are not particularly useful for reaching a diagnosis.

For possible further investigation the examinations of the feed, parity, weight, number of piglets, the condition of the liver and other organs might be considered.

9. IRODALOMJEGYZÉK

- Albert M., Fodor L., Gaál T., Kiss G., Kótai I., Kulcsár M., Magdus M., Nagy P., Ribiczey P., Rusvai M., Soós P., Sréter T., Szász F., Szilágyi A., Vajdovich P., 1999. 4. fejezet: Klinikai kémiai vizsgálatok, in: Állatorvosi klinikai laboratóriumi diagnosztika. p. 103–174.
- Arneson, W., Brickell, J., 2007. Assessment of Liver Function, in: *Clinical Chemistry: A Laboratory Perspective*. F. A. Davis Company, Philadelphia, PA, pp. 233–267.
- Aumaitre, A., Dagorn, J., Legault, C., Le Denmat, M., 1976. Influence of farm management and breed type on sow's conception-weaning interval and productivity in France. *Livest. Prod. Sci.* 3, 75–83.
- Bansal, V.K., 1990. Serum Inorganic Phosphorus, in: Walker, H.K., Hall, W.D., Hurst, J.W. (Eds.), *Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations*. Butterworths, Boston.
- Bartha, A., 2016. Atomspektroszkópiai módszerek az elemanalitikában.
- Bokori, J., Gundel, J., Herold, I., Kakuk, T., Kovács, G., Mézes, M., Schmidt, J., Szigeti, G., Vincze, L., 2003a. A takarmányozás alapjai. Mezőgazda Kiadó.
- Bokori, J., Gundel, J., Herold, I., Kakuk, T., Kovács, G., Mézes, M., Schmidt, J., Szigeti, G., Vincze, L., 2003b. A takarmányozás alapjai - Ásványi anyagok. Mezőgazda Kiadó.
- Brockus, C.W., A. Mahaffey, E., Bush, S., KruppDespain, W., 2005. Hematologic and serum biochemical reference intervals for Vietnamese potbellied pigs (*Sus scrofa*). *Comp. Clin. Pathol.* 13, 162–165.
- Burch, R.E., Williams, R.V., Hahn, H.K., Jetton, M.M., Sullivan, J.F., 1975. Serum and tissue enzyme activity and trace-element content in response to zinc deficiency in the pig. *Clin. Chem.* 21, 568–577.
- Busher, J.T., 1990. Serum Albumin and Globulin, in: Walker, H.K., Hall, W.D., Hurst, J.W. (Eds.), *Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations*. Butterworths, Boston, pp. 497–498.
- Castagna, C.D., Peixoto, C.H., Bortolozzo, F.P., Wentz, I., Neto, G.B., Ruschel, F., 2004. Ovarian cysts and their consequences on the reproductive performance of swine herds. *Anim. Reprod. Sci.* 81, 115–123.
- Cheng, S.Y., Wang, L., Chen, X.L., Shi, B.M., Shan, A.S., 2015. Effects of dietary electrolyte balance on the performance, plasma biochemistry parameters and immunoglobulin of sows during late gestation and lactation. *Anim. Feed Sci. Technol.* 200, 93–101.
- Chew, B.P., 1993. Effects of supplemental beta-carotene and vitamin A on reproduction in swine. *J. Anim. Sci.* 71, 247–252.
- Chmielowiec-Korzeniowska, A., Tymczyna, L., Babicz, M., 2012. Assessment of selected parameters of biochemistry, hematology, immunology and production of pigs fattened in different seasons. *Arch. Tierz.* 55, 469–479.
- Coffey, M.T., Britt, J.H., 1993. Enhancement of sow reproductive performance by beta-carotene or vitamin A. *J. Anim. Sci.* 71, 1198–1202.
- Cooper, C.A., Moraes, L.E., Murray, J.D., Owens, S.D., 2014. Hematologic and biochemical reference intervals for specific pathogen free 6-week-old Hampshire-Yorkshire crossbred pigs. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 5, 5.
- Creech, B.L., Spears, J.W., Flowers, W.L., Hill, G.M., Lloyd, K.E., Armstrong, T.A., Engle, T.E., 2004. Effect of dietary trace mineral concentration and source (inorganic vs. chelated) on performance, mineral status, and fecal mineral excretion in pigs from weaning through finishing. *J. Anim. Sci.* 82, 2140–2147.

- Csapó, J., Csapóné Kiss, Z., 2003a. Élelmiszer-kémia - 4. A lipidek. Mezőgazda Kiadó.
- Csapó, J., Csapóné Kiss, Z., 2003b. Élelmiszer-kémia. Mezőgazda Kiadó.
- Daly, J.A., Ertingshausen, G., 1972. Direct method for determining inorganic phosphate in serum with the "CentrifChem." Clin. Chem. 18, 263–265.
- Di Martino, G., Stefani, A.L., Lippi, G., Gagliazzo, L., McCormick, W., Gabai, G., Bonfanti, L., 2015. The degree of acceptability of swine blood values at increasing levels of hemolysis evaluated through visual inspection versus automated quantification. J. Vet. Diagn. Investig. Off. Publ. Am. Assoc. Vet. Lab. Diagn. Inc 27, 306–312.
- Dinya, E., Solymosi, N., 2016. Biometria a klinikumban: Feladatok megoldása R-környezetben. Medicina, Budapest.
- Doumas, B.T., Watson, W.A., Biggs, H.G., 1971. Albumin standards and the measurement of serum albumin with bromocresol green. Clin. Chim. Acta Int. J. Clin. Chem. 31, 87–96.
- Dubreuil, P., Couture, Y., Tremblay, A., Martineau, G.P., 1990. Effects of experimenters and different blood sampling procedures on blood metabolite values in growing pigs. Can. J. Vet. Res. Rev. Can. Rech. Veterinaire 54, 379–382.
- Dubreuil, P., Lapierre, H., 1997. Biochemistry reference values for Quebec lactating dairy cows, nursing sows, growing pigs and calves. Can. J. Vet. Res. 61, 235–239.
- Ekser, B., Bianchi, J., Ball, S., Iwase, H., Walters, A., Ezzelarab, M., Veroux, M., Gridelli, B., Wagner, R., Ayares, D., Cooper, D.K.C., 2012. Comparison of hematologic, biochemical, and coagulation parameters in α 1,3-galactosyltransferase gene-knockout pigs, wild-type pigs, and 4 primate species. Xenotransplantation 19, 342–354.
- Elbers, A.R., Counotte, G.H., Tielen, M.J., 1992. Haematological and clinicochemical blood profiles in slaughter pigs. Vet. Q. 14, 57–62.
- Élettani és Biokémiai Tanszék, 2014. Az A-vitamin.
- Fasuyi, A., Ibitayo, F.J., Alo, O.S., 2013. Histopathology, haematology and serum chemistry of growing pigs fed varying levels of wild sunflower (*Tithonia diversifolia*) leaf meal as protein supplements. Vet. Res. 6, 78–87.
- Fekete, S.G., Andrásófszky, E., Bersényi, A., Cenkvari, É., Fébel, H., Hullár, I., Szabó, J.Z., 2012. Állatorvosi takarmányozástan és dietetika, II. ed.
- Friendship, R.M., Lumsden, J.H., McMillan, I., Wilson, M.R., 1984. Hematology and biochemistry reference values for Ontario swine. Can. J. Comp. Med. 48, 390–393.
- Furugouri, K., 1972. Plasma Iron and Total Iron-Binding Capacity in Piglets in Anemia and Iron Administration. J. Anim. Sci. 34, 421–426.
- Galbács, G., 2013. Illusztrált segédanyag a modern műszeres analitikai kémia oktatásához, in: Illusztrált Segédanyag a Modern Műszeres Analitikai Kémia Oktatásához.
- Girard, C.L., Robert, S., Matte, J.J., Farmer, C., Martineau, G.P., 1996. Serum concentrations of micronutrients, packed cell volume, and blood hemoglobin during the first two gestations and lactations of sows. Can. J. Vet. Res. 60, 179–185.
- Hannon, J.P., Bossone, C.A., Wade, C.E., 1990. Normal physiological values for conscious pigs used in biomedical research. Lab. Anim. Sci. 40, 293–298.
- He, Q., Ren, P., Kong, X., Wu, Y., Wu, G., Li, P., Hao, F., Tang, H., Blachier, F., Yin, Y., 2012. Comparison of serum metabolite compositions between obese and lean growing pigs using an NMR-based metabonomic approach. J. Nutr. Biochem. 23, 133–139.
- Heath, M.F., Evans, R.J., Gresham, A.C., 1991. Blood biochemical reference ranges for sows under modern management conditions. Br. Vet. J. 147, 331–339.

- Hellman, N.E., Gitlin, J.D., 2002. Ceruloplasmin metabolism and function. *Annu. Rev. Nutr.* 22, 439–458.
- Hellwing, A.L.F., Tauson, A.-H., Skrede, A., 2007. Blood parameters in growing pigs fed increasing levels of bacterial protein meal. *Acta Vet. Scand.* 49, 33.
- Hoeger, J., Simon, T.-P., Doemming, S., Thiele, C., Marx, G., Schuerholz, T., Haase, H., 2015. Alterations in zinc binding capacity, free zinc levels and total serum zinc in a porcine model of sepsis. *Biometals Int. J. Role Met. Ions Biol. Biochem. Med.* 28, 693–700.
- Hou, X., Jones, B.T., 2006. Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, in: *Encyclopedia of Analytical Chemistry*. John Wiley & Sons, Ltd, p. 9468–9485.
- House, W.J., 2015. Clinical Chemistry Kits: Triglycerides [WWW Document]. *Atlas Med. Diagn. Kit Manuf.* URL <http://www.atlas-medical.com/product/208028/Triglycerides> (accessed 11.9.17).
- Jakimiuk, E., Radwińska, J., Pomianowski, A., Woźny, M., Obremski, K., Gajęcka, M., Brzuzan, P., Gajęcki, M., 2015. Evaluation of selected serum biochemical and haematological parameters in gilts exposed per os to 100 ppb of zearalenone. *Pol. J. Vet. Sci.* 18, 865–872.
- Järup, L., 2002. Cadmium overload and toxicity. *Nephrol. Dial. Transplant. Off. Publ. Eur. Dial. Transpl. Assoc. - Eur. Ren. Assoc.* 17 Suppl 2, 35–39.
- Kaneko, J.J., 2008a. Chapter 3 - Carbohydrate Metabolism and Its Diseases, in: *Clinical Biochemistry of Domestic Animals (Sixth Edition)*. Academic Press, San Diego, pp. 45–80.
- Kaneko, J.J., 2008b. Chapter 9 - Iron Metabolism and Its Disorders, in: *Clinical Biochemistry of Domestic Animals (Sixth Edition)*. Academic Press, San Diego, p. 228–239.
- Kanora, A., Maes, D., 2009. The role of mycotoxins in pig reproduction: A review. *Vet. Med. (Praha)* 54, 565–576.
- Klaassen, C.D., Liu, J., Diwan, B.A., 2009. Metallothionein Protection of Cadmium Toxicity. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 238, 215–220.
- Klem, T.B., Bleken, E., Morberg, H., Thoresen, S.I., Framstad, T., 2010. Hematologic and biochemical reference intervals for Norwegian crossbreed grower pigs. *Vet. Clin. Pathol.* 39, 221–226.
- Knox, R.V., Zas, S.L., 2001. Factors influencing estrus and ovulation in weaned sows as determined by transrectal ultrasound. *J. Anim. Sci.* 79, 2957–2963.
- Kórélettani és Onkológiai Tanszék, 2014a. Anyagforgalmi Vizsgálatok.
- Kórélettani és Onkológiai Tanszék, 2014b. Isovolaemia, isoosmosis: hematocrit, ionogram.
- Kórélettani és Onkológiai Tanszék, 2009. Osteopathiák.
- Kostoglou, P., C. Kyriakis, S., Papasteriadis, A., Roumpies, N., Alexopoulos, C., Saoulidis, K., 2000. Effect of β -carotene on health status and performance of sows and their litters. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 83, 150–157.
- Kraeling, R.R., Webel, S.K., 2015. Current strategies for reproductive management of gilts and sows in North America. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 6.
- Krammer, G., Aurich, J., 2010. Effect of intramuscularly administered beta-carotene on reproductive performance in sows. *Berl. Munch. Tierarztl. Wochenschr.* 123, 496–499.
- Krammer, G., Aurich, J., 2008. Concentrations of beta-carotene (Carofertin) and vitamin A in plasma of pigs after intramuscular injection of beta-carotene. *DTW Dtsch. Tierarztl. Wochenschr.* 115, 444–448.
- Malekinejad, H., Maas-Bakker, R.F., Fink-Gremmels, J., 2005. Bioactivation of zearalenone by porcine hepatic biotransformation. *Vet. Res.* 36, 799–810.

- Ndou, S.P., Khanyile, M., Chimonyo, M., 2015. Growth performance and nutrition-related serum metabolites in growing pigs fed on *Acacia Tortilis* leaf meal. *Livest. Sci.* 182, 22–27.
- Noma, A., Okabe, H., Kita, M., 1973. A new colorimetric micro-determination of free fatty acids in serum. *Clin. Chim. Acta Int. J. Clin. Chem.* 43, 317–320.
- Nordberg, G.F., Kjellström, T., 1979. Metabolic model for cadmium in man. *Environ. Health Perspect.* 28, 211–217.
- Odink, J., Smeets, J.F.M., Visser, I.J.R., Snijders, J.M.A., 1990. Hematological and clinicochemical profiles of healthy pigs and pigs with inflammatory processes. *Journal of Animal Science* 68, p. 163-170.
- Park, M.S., Shinde, P.L., Yang, Y.X., Kim, J.S., Choi, J.Y., Yun, K., Kim, Y.W., Lohakare, J.D., Yang, B.K., Lee, J.K., Chae, B.J., 2009. Reproductive Performance, Milk Composition, Blood Metabolites and Hormone Profiles of Lactating Sows Fed Diets with Different Cereal and Fat Sources. *Asian-Australas. J. Anim. Sci. Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 23, 226–233.
- Penumarthi, L., Oehme, F.W., Hayes, R.H., 1980. Lead, cadmium, and mercury tissue residues in healthy swine, cattle, dogs, and horses from the midwestern United States. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 9, 193–206.
- Petkov, P., 2007a. Effect of introduction of different pig breeds on their mineral status. ii. trace elements status [WWW Document]. URL http://www.uni-sz.bg/tsj/Vol5N3-4_2007/petkov.pdf (accessed 9.16.17).
- Petkov, P., 2007b. Effect of Introduction on Mineral Status in Different Pig Breeds I. Macroelements and Blood Chemistry Status [WWW Document]. URL http://www.uni-sz.bg/tsj/Vol5N3-4_2007/Petkov2.pdf (accessed 9.16.17).
- Prasad, N., Bhadauria, D., 2013. Renal phosphate handling: Physiology. *Indian J. Endocrinol. Metab.* 17, 620–627.
- Prodanov–Radulović, J.Z. (Scientific V.I.N.S., Došen, R.Đ. (Scientific V.I.N.S., Stojanov, I.M. (Scientific V.I.N.S., Pušić, I.M. (Scientific V.I.N.S., Živkov–Baloš, M.M. (Scientific V.I.N.S., Ratajac, R.D. (Scientific V.I.N.S., Kapetanov, M.S. (Scientific V.I.N.S., 2013. Influence of mycotoxin zearalenone on the swine reproductive failure. *Zb. Matice Srp. Za Prir. Nauke Matica Srp. Proc. Nat. Sci.* 121–129.
- Prvulovic, D., Jovanovic-Galovic, A., Stanic, B., Popovic, M., Grubor-Lajsic, G., 2007. Effects of a clinoptilolite supplement in pig diets on performance and serum parameters. *Czech J. Anim. Sci. - UZPI Czech Repub.*
- Prvulovic, D., Kosarcic, S., Popovic, M., Dimitrijevic, D., Grubor-Laj, G., 2012. The Influence of Hydrated Aluminosilicate on Biochemical and Haematological Blood Parameters, Growth Performance and Carcass Traits of Pigs. *J. Anim. Vet. Adv.* 11, 134–140.
- Reboul, E., 2013. Absorption of Vitamin A and Carotenoids by the Enterocyte: Focus on Transport Proteins. *Nutrients* 5, 3563–3581.
- Reese, D.E., Moser, B.D., Peo, E.R., Lewis, A.J., Zimmerman, D.R., Kinder, J.E., Stroup, W.W., 1982. Influence of energy intake during lactation on the interval from weaning to first estrus in sows. *J. Anim. Sci.* 55, 590–598.
- Rispat, G., Slaoui, M., Weber, D., Salemink, P., Berthoux, C., Shrivastava, R., 1993. Haematological and plasma biochemical values for healthy Yucatan micropigs. *Lab. Anim.* 27, 368–373.
- Ritz, B., Heinrich, J., Wjst, M., Wichmann, E., Krause, C., 1998. Effect of cadmium body burden on immune response of school children. *Arch. Environ. Health* 53, 272–280.

- Satarug, S., Garrett, S.H., Sens, M.A., Sens, D.A., 2010. Cadmium, Environmental Exposure, and Health Outcomes. *Environ. Health Perspect.* 118, 182–190.
- Shurson, J., 2013. Vitamin E and selenium status of pigs fed DDGS diets and relationship to Mulberry Heart Disease [WWW Document]. URL <http://www.auri.org/assets/2013/01/Vitamin-E-and-selenium-status-of-pigs-fed-DDGS-diets-and-relationship-to-Mulberry-Heart-Disease1.pdf> (accessed 9.16.17).
- Smeets, J.F., Odink, J., Visser, I.J., Schoen, E.D., Snijders, J.M., 1990. Haematology and blood-chemistry for predicting abscesses and other abnormalities in slaughtered pigs. *Vet. Q.* 12, 146–151.
- Solymosi, N., 2005. R<...erre, erre...! (Bevezetés az R-nyelv és -környezet használatába) [WWW Document]. URL <https://cran.r-project.org/doc/contrib/Solymosi-Rjegyzet.pdf> (accessed 11.17.17).
- Stankiewicz, T., Błaszczyk, B., 2015. Macro-elements composition of cystic and follicular fluid in the ovaries and their relationship to peripheral blood concentration in sows. *Acta Veterinaria* 65, 217-225.
- Stender, D., Irvin, R., Baas, T., 1999. Effect of Beta-carotene on Reproductive Performance in Swine. *Swine Res. Rep.* 1998 3.
- Sterning, M., Rydhmer, L., Eliasson-Selling, L., 1998. Relationships between age at puberty and interval from weaning to estrus and between estrus signs at puberty and after the first weaning in pigs. *J. Anim. Sci.* 76, 353–359.
- Thrall, M.A., Weiser, G., Allison, R., 2012a. 31. Laboratory Evaluation of Lipids, in: *Veterinary Hematology and Clinical Chemistry*.
- Thrall, M.A., Weiser, G., Allison, R., 2012b. Laboratory Evaluation of Electrolytes, in: *Veterinary Hematology and Clinical Chemistry*.
- Tokach, M.D., Goodband, R.D., Nelssen, J.L., 1994. Influence of a single injection of beta carotene and/or vitamin A at weaning on subsequent reproductive performance of sows. Kansas State University. Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, pp. 7–9.
- Tokach, M.D., Pettigrew, J.E., Dial, G.D., Wheaton, J.E., Crooker, B.A., Johnston, L.J., 1992. Characterization of luteinizing hormone secretion in the primiparous, lactating sow: relationship to blood metabolites and return-to-estrus interval. *J. Anim. Sci.* 70, 2195–2201.
- Torre, S.D., Rando, G., Meda, C., Stell, A., Chambon, P., Krust, A., Ibarra, C., Magni, P., Ciana, P., Maggi, A., 2011. Amino Acid-Dependent Activation of Liver Estrogen Receptor Alpha Integrates Metabolic and Reproductive Functions via IGF-1. *Cell Metab.* 13, 205–214.
- Trinder, P., 1969. Determination of blood glucose using an oxidase-peroxidase system with a non-carcinogenic chromogen. *J. Clin. Pathol.* 22, 158–161.
- Van den Brand, H., Dieleman, S.J., Soede, N.M., Kemp, B., 2000. Dietary energy source at two feeding levels during lactation of primiparous sows: I. Effects on glucose, insulin, and luteinizing hormone and on follicle development, weaning-to-estrus interval, and ovulation rate. *J. Anim. Sci.* 78, 396–404.
- Van Heugten, E., O’Quinn, P.R., Funderburke, D.W., Flowers, W.L., Spears, J.W., 2004. Growth performance, carcass characteristics, plasma minerals, and fecal mineral excretion in grower-finisher swine fed diets with levels of trace minerals lower than common industry levels. *J. Swine Health Prod.* 12, 237–241.
- Van Vleet, J.F., Ferrans, V.J., 1986. Myocardial diseases of animals. *Am. J. Pathol.* 124, 98–178.
- Veresegyházy, T., 2003. Összehasonlító biokémia II. *Intermedier anyagcsere* 2003.

- Verheyen, A.J.M., Maes, D.G.D., Mateusen, B., Deprez, P., Janssens, G.P.J., de Lange, L., Counotte, G., 2007. Serum biochemical reference values for gestating and lactating sows. *Vet. J. Lond. Engl.* 1997 174, 92–98.
- Vesseur, P.C., Kemp, B., Hartog, L.A., 1994. Factors affecting the weaning estrus interval in the sow. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 72.
- Wang, L., Xu, Z.R., Jia, X.Y., Han, X.Y., 2006. Effects of dietary arsenic levels on serum parameters and trace mineral retentions in growing and finishing pigs. *Biol. Trace Elem. Res.* 113, 155–164.
- Weichselbaum, T.E., 1946. An accurate and rapid method for the determination of proteins in small amounts of blood serum and plasma. *Am. J. Clin. Pathol.* 10, 40–49.
- Woodworth, J.C., O’Quinn, P.R., Sawyer, J.T., Tokach, M.D., Nelssen, J.L., Goodband, R.D., 1999. Influence of added zinc from zinc sulfate on weanling pig growth performance and plasma zinc concentration. Kansas State University. Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, pp. 58–62.
- Zimmerman, J.J., Karriker, L.A., Ramirez, A., Schwartz, K.J., Stevenson, G.W., 2012a. Nutrient Deficiencies and Excesses, in: *Diseases of Swine*. Wiley-Blackwell, Hoboken, NJ, 923–937.
- Zimmerman, J.J., Karriker, L.A., Ramirez, A., Schwartz, K.J., Stevenson, G.W., 2012b. Toxic Minerals, Chemicals, Plants and Gases, in: *Diseases of Swine*. Wiley-Blackwell, Hoboken, NJ, 953–967.
- Zraly, Z., Pisarikova, B., 2010. Effect of sodium humate on the content of trace elements in organs of weaned piglets. *Acta Vet. Czech Repub.* 79.

10. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Mindenekelőtt szeretném kifejezni köszönetemet témavezetőimnek, dr. Solymosi Norbertnek és dr. Bartha Andrásnak, akik a megszokott állatorvosi tevékenységeken túlmenően bevezettek a statisztika, illetve az atomspektroszkópia világába. Közös munkánk alatt rengeteg új dolgot és új szemléletet tanulhattam, a hivatásuk iránti elkötelezettség és lelkesedés rám is ösztönzően hatott.

Köszönettel tartozom dr. Reibling Tamásnak, a Dunahyb Kft. tulajdonosának és egyben ellátó állatorvosának, hogy lehetőséget biztosított a vizsgálatokra, és minden felmerülő kérdésben rendelkezésünkre állt, valamint az itt dolgozóknak, akik segítettek a mintavételek során.

Köszönöm az Egyetem Állathigiéniai, Állomány-egészségtani és Állatorvosi Etológiai Tanszék dolgozóinak, akik a minták feldolgozásában és mérésében részt vettek.

Végül, de nem utolsó sorban, köszönöm szüleimnek az egész egyetemi pályafutásom alatti támogatását, megértését, és hogy elviseltek a vizsgák idején is. Köszönöm bátyámnak és barátaimnak, hogy csak ritkán terelték el a figyelmem a tanulmányaimról, és együtt szomorkodhattunk, nevetgettünk a diákéveink folyamán. Jár a keksz Rafi kutyának, akinek hangos horkolása ébren tartott a legnehezebb tárgyak tanulása közben is.

HuVetA
ELHELYEZÉSI MEGÁLLAPODÁS ÉS SZERZŐI JOGI NYILATKOZAT*

Név: Tózsér Dóra

Elérhetőség (e-mail cím): dorilinko@gmail.com

A feltöltendő mű címe: Longitudinális anyagforgalmi vizsgálatok egy hazai sertéstelepen

A mű megjelenési adatai: szakdolgozat, 2017.

Az átadott fájlok száma: 1

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

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

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

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

- engedélyezi, hogy a HuVetA-ban -ban tárolt művek korlátlanul hozzáférhetővé váljanak a világhálón,
- az Állatorvostudományi Egyetem belső hálózatára (IP címeire) korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
- a Könyvtárban található, dedikált elérést biztosító számítógépre korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
- csak a dokumentum bibliográfiai adatainak és tartalmi kivonatának feltöltéséhez járul hozzá (korlátlan hozzáféréssel),

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

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

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

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

Budapest, 2017 . év 11. hó 20. nap



aláírás

szerző/a szerzői jog tulajdonosa

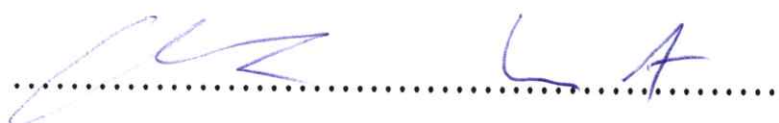
A HuVetAMagyar Állatorvos-tudományi Archívum – Hungarian Veterinary Archive az Állatorvostudományi Egyetem Hutÿra Ferenc Könyvtár, Levéltár és Múzeum által működtetett egyetemi és szakterületi online adattár, melynek célja, hogy a magyar állatorvos-tudomány és -történet dokumentumait, tudásvagyonát elektronikus formában összegyűjtse, rendszerezze, megőrizze, kereshetővé és hozzáférhetővé tegye, szolgáltatassa, a hatályos jogi szabályozások figyelembe vételével.

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

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

Alulírott dr. Solymosi Norbert és dr. Bartha András igazolom,
hogy Tózsér Dóra „Longitudinális anyagforgalmi vizsgálatok
egy hazai sertéstelepen” című szakdolgozatát ismerem, azt
beadásra és védésre alkalmasnak tartom.

Budapest, 2017. 11. 21.



dr. Solymosi Norbert dr. Bartha András

a témavezető neve és aláírása

Állathigiéniai, Állomány-egészségtani
és Állatorvosi Etológiai Tanszék