

NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM
MEZŐGAZDASÁG- ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYI KAR
MOSONMAGYARÓVÁR
ÁLLATTUDOMÁNYI INTÉZET
TAKARMÁNYOZÁSTANI INTÉZETI TANSZÉK

Konzulensek:

DR. TÓTH TAMÁS
egyetemi docens, PhD

DR. ZSÉDELY ESZTER
egyetemi tanársegéd

EGY VASKÉSZÍTMÉNY ALKALMAZÁSÁNAK HATÁSA A MALACOK NÉHÁNY
NATURÁLIS TERMELÉSI MUTATÓJÁRA ÉS ÉLETTANI PARAMÉTEREIRE

Készítette:

NAGY KATALIN

Agrármérnöki szak (MSc)

Mosonmagyaróvár

2013

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS.....	3. oldal
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	5. oldal
2.1. A vas szerepe a szervezet működésében.....	5. oldal
2.2. A vas anyagcseréje.....	6. oldal
2.3. A vasellátás zavarai	9. oldal
2.4. A sertés vasszükséglete	16. oldal
2.5. A vaskiegészítéssel kapcsolatos kutatási eredmények.....	20. oldal
3. SAJÁT VIZSGÁLATOK.....	26. oldal
3.1. Anyag és módszer	26. oldal
3.2. Eredmények és értékelésük.....	33. oldal
4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	39. oldal
5. ÖSSZEFOGLALÁS	41. oldal
6. IRODALOMJEGYZÉK	41. oldal

1. BEVEZETÉS

A mikroelemekkel foglalkozó tudományos kutatások az évtizedek során számos új ismeretet tártak föl a különböző mikroelemekről, amelyek nagyban hozzájárultak ahhoz, hogy napjainkban már elég pontosan tudjuk a különböző gazdasági állatfajok mikroelem szükségletét meghatározni, illetve kiválasztani az ezek fedezésére legalkalmasabb módszert, illetve készítményt. A mikroelemek között a vas (Fe) azonban egy olyan elem, amellyel a sertéstakarmányozásban még napjainkban is számos vizsgálat, kutatás folyik. Ennek oka az, hogy a modern sertéstenyésztésben még mindig az egyik legnagyobb gazdasági kárt okozó betegség a malacok vérszegénysége, azaz anémiája, amely szorosan összefügg a Fe-ellátással.

A vérszegénység a szervezet olyan állapota, amikor csökken az egységnyi vértérfogat hemoglobintartalma a vörösvérsejtek számának vagy hemoglobintartalmának csökkenése miatt. A hemoglobin a vörösvérsejtek festékanyaga, azok fehérjéinek mintegy 90 %-át teszi ki, fő szerepe az oxigén sejtekhez történő szállítása. Az oxigént a benne lévő két vegyértékű vas (ferro-vas) köti meg. A hemoglobin a vörös csontvelőben képződik és a májban bomlik le, élettani értéke sertésben 100-150 g/l (Böő, 2003).

A kifejlett állatok vasszükségletét a takarmány általában fedezi, ezért vashiányt csak kedvezőtlen genetikai adottságok, hosszan tartó hasmenés, gyomordaganatok és egyéb rendellenességek, illetve túl nagy Zn- vagy P-bevitel válthat ki. Ezzel ellentétben, a malacoknál az egyik leggyakrabban előforduló és legtöbb gazdasági kárt okozó megbetegedés, különösen a téli hónapokban (Böő, 2003; Németh, 2006).

A sertéstenyésztés-és tartás hatékonyságának növelésében a malacnevelés eredményessége fontos szerepet kap. A malacok választás előtti halandósága 12 és 25 % között mozog (Alonso-Spilsbury és mtsai, 2007). Az eredményes és sikeres gazdálkodónak, ma már annyi malacot kell(ene) választani, hogy a választott malacok száma megalapozza a versenyképes működés lehetőségét hosszú távon. Ennek egyik alapfeltétele az egészséges, megfelelő biológiai alapokkal rendelkező malac, mely kellő potenciállal rendelkezik az optimális fejlődést illetően. Mindehhez biztosítani kell a managementnek azokat a tényezőket, melyek az optimális fejlődés elengedhetetlen feltételei és kellékei. Ilyen a malac vasszükségletéhez igazodó vasellátás biztosítása is.

A dolgozat célkitűzése, hogy egy szilárd vastartalmú porkeverék üzemi körülmények közötti tesztelése során kapott eredmények tükrében vizsgálja a termék felvételének és hasznosulásának hatékonyságát. Üzemi körülmények között végzett kísérletünk során arra kerestük a választ, hogy használható-e a készítmény elsődlegesen a malacok vasszükségletének kielégítésére vagy egyéb készítmények mellett kiegészítésnek javasolható-e a termék a gyakorlatban?

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A vas szerepe a szervezet működésében

Már régóta ismert, hogy a vas esszenciális az egészség megőrzésében és a betegségek megelőzésében (Anderson és Easter, 1999; Berger, 2006). A vas (Fe) az állati szervezetben legnagyobb mennyiségben előforduló mikroelem, amelynek kb. 60%-a a vörösvérsejtekben hemoglobin formában van jelen (Underwood és Suttle, 1999; Schmidt 2003).

Megszületéskor a malacban a vas koncentrációja 20-30 ppm, amelynek 47%-a a vérben, 1,6%-a a lépben 15%-a a májban és a maradék 36% a testszövetekben található. Később a szervezet vastartalmának kb. 80%-a a hemoglobinban található. A szervezet vaskészletének nagy része fehérjéhez kötve hem-komplexxként, vagy nem-hem komplexként fordul elő. A legáltalánosabb hem-komplexek a hemoglobin és a mioglobin, míg a nem-hem komplexek közül kettő a vas tárolására szolgál (ferritin, hemosziderin), a transferrin pedig a vas szállítására szolgál (Gundel és mtsai, 1998; Anderson és Easter, 1999; Underwood és Suttle, 1999; Schmidt, 2003; Berger, 2006).

A *hemoglobin* négy alegységből áll. Mindegyiket egy globuláris fehérjerész építi fel, amely szorosan kapcsolódik egy nem-fehérje jellegű hem csoporttal. A hemcsoportban egy vasatom található egy porfirin nevű heterociklusos gyűrűben. A vasatom, amely az oxigént megköti, kötést létesít a gyűrű belsejében található négy nitrogénatommal. A vas a globuláris fehérjével is szoros kapcsolatot létesít, az abban található egyik hisztidin oldalláncában található imidazolgyűrű egyik nitrogénatomján keresztül. A vasatomon található hatodik „hely” képes reverzibilisen megkötni az oxigént. Így a vasatomhoz hat ligandum kapcsolódik. A hemoglobin feladata, hogy az oxigént a tüdőből a szövetekhez szállítsa (Gundel és mtsai, 1998; Anderson és Easter, 1999; Underwood és Suttle, 1999). A hemoglobin a vörösvérsejtekben található, és fehérjetartalmuk kb. 90%-át adja. A hemoglobin szintézis, azaz a vörösvérsejt képződés, a csontvelőben történik. A vörösvérsejt élettartama sertésben 70 nap (Gundel és mtsai, 1998; Anderson és Easter, 1999).

A másik hem-komplex, a *mioglobin*, csak egy hem csoportot tartalmaz, felépítése egyszerűbb a hemoglobinnál. A mioglobinnak sokkal nagyobb affinitása van az oxigénhez, mint a hemoglobinnak, ezért elsődleges szerepe, hogy az oxigént az oxyhemoglobintól az

izomsejtekhez szállítsa (Gundel és mtsai, 1998; Anderson és Easter, 1999; Underwood és Suttle, 1999; Schmidt, 2003).

A nem-hem fehérjék közül elődegesen a víoldható *ferritin* szolgál a vas tárolására, ami vas-oxihidroxid formában történik, vastartalma 20-24%. Ferritin formában található a szervezet vaskészletének 20%-a. A szervezet valamennyi szövetében megtalálható, de legnagyobb mennyiségben a májban, a lépben, a bélhamban és a csontvelőben (Gundel és mtsai, 1998; Anderson és Easter, 1999; Underwood és Suttle, 1999).

A *hemosziderin* szintén a vas tárolására szolgáló nem-hem fehérje, nem víoldható és vastartalma kb. 35%, amit vas-hidroxid formában tárol. Hemosziderin akkor keletkezik, ha a szükségletnél nagyobb a vasellátás (Gundel és mtsai, 1998; Anderson és Easter, 1999).

A *transzferrin* a vas szállítására szolgál és a szervezetben a vas eloszlását szabályozza. A transzferrin a szervezet valamennyi részébe szállít vasat, de elsődegesen a májba, a lépbe és a csontvelőbe (Anderson és Easter, 1999).

Hosszú ideig a vasnak csak az oxigénszállításban betöltött szerepét vizsgálták. Amikor azonban a kutatásokat kiterjesztették, kiderült, hogy a vasnak más fiziológiás szerepei is vannak. Egyik ilyen jelentős terület például az elektron szállítása, amelyet a citokrómok (a,b,c) végeznek, amelyek szintén vasat tartalmaznak, de a szukcinát-dehidrogenáz részeként a Szent-Györgyi-Krebs ciklus valamennyi lépésében is részt vesz a vas. Ezenkívül, a vastartalmú kataláz és peroxidázok a potenciálisan mérgező anyagcsere termékek eltávolítását végzik (Underwood és Suttle, 1999).

Továbbá szerepe van számos további enzim működésében is (pl. kataláz, triptofán-5-monoxigenáz, fenil-alanin-4-monoxigenáz, akonitáz, xantin-oxidáz, stb.) (Vrsgul és mtsai, 1985; Gundel és mtsai, 1998; Underwood és Suttle, 1999; Spears, 1999).

2.2 A vas anyagcsereje

A radioaktív izotópok és a molekuláris biológiai technikák alkalmazása nagyban hozzájárult a vas intermedier anyagcserejének feltárásához. Az állatok esetében a vasürítés korlátozott (Kreuzer és Kirchgessner, 1991), ezért a retenciót nagyrészt a felszívódás szabályozza. A vas felszívódása a szervezet vas szükséglete szerint történik, tehát csak annyi vas szívódik fel, amennyi az állat igénye. Ez utóbbit a szervezet vasellátottsága (a csontvelő, a máj, a lép és a vékonybél sejtjeinek vastartalma) és az életkor befolyásolja jelentősen. A

vashiányos állatokban a felszívódás hatékonysága jobb, mint ha a vas ellátottság megfelelő, illetve a vemhes állatokban is jobb a felszívódás hatékonysága (Gundel és mtsai, 1998; Underwood és Suttle, 1999).

A felszívódás elsősorban a duodenumban és a jejunumban történik, ahol a bélhámsejtek veszik fel a vasat Fe^{2+} , Fe^{3+} formában vagy valamilyen szerves komponenshez (szerves sav, cukor) kötve vas-komplekként (Anderson és Easter, 1999). Egy másik tanulmányban (Gundel és mtsai, 1998) háromféle lehetőséget adnak meg a vas felszívódására:

- a vékonybél hámsejtjeiben a vas Fe^{3+} -ionná oxidálódik, ami az apoferritinhez kötődve szállítódik be a sejtbe,
- másik hipotézis szerint a vas vas-komplex formában (szerves savval vagy cukorral képzett komplex) passzív módon is képes átjutni a vékonybél falán és így közvetlenül a sejtbe jut,
- újabb tanulmányok szerint a vasnak a bélhámsejtbe történő bejutása egy kétlépcsős szállítási folyamat, majd innét jut a vas a sejt savóshártya felőli oldalára.

A felszívódás során a Fe^{2+} ion Fe^{3+} -ionná oxidálódik, hogy be tudjon épülni a ferritinbe. Ha a nyálkahártya sejtek telítődtek ferritinnel, a vas felszívódásának mindaddig nincs meg a további lehetősége, amíg a nyálkahártya ferritinje a vasat a vérplazma transzportfehérjéjének, a transferrinnek át nem adja, és így visszaalakul apoferritinné. Az apoferritin vassal való telítődése tehát gátolja az abszorpciót, és ilyenkor a takarmánnyal felvett vas a bélsárral kiürül (Fekete, 1995; Anderson és Easter, 1999; Németh, 2006). Amint a nyálkahártya sejtekben csökken a ferritin szint, nő a vasszívódás mértéke.

A kifejlett sertés vérplazmájának vastartalma 18-22 $\mu\text{mol/l}$ (azaz 180-122 $\mu\text{mol/dl}$). Normális körülmények között a transferrinnek csak kb. 30%-a telített vassal, így a vérplazma teljes vaskötő képessége 60 $\mu\text{mol/l}$ körül van (Fekete, 1995).

A transferrin a vasat elsősorban az erythoblastoknak és a reticulocytáknak adja át, amelyek azt a hemoglobin felépítéséhez használják fel. A szükségleten felüli mennyiség a májban, a lépben és a csontvelőben raktározódik ferritin vagy hemosziderin formában. A szervezet összes vaskészletének 25%-a található a különböző raktárakban (Fekete, 1995).

A transferrin azonban nemcsak a felszívódott vasat szállítja, hanem a vas raktárakból felszabaduló, illetve az újrahasznosított vasat is (Underwood és Suttle, 1999).

A vörösvérsejtek lebontásakor felszabaduló vasat is felhasználja a szervezet új hemoglobin szintéziséhez. Azonban, ha a vörösvérsejtek nem pótlódnak olyan gyorsan, mint

amilyen ütemben pusztulnak, akkor anémia alakul ki (Berger, 2006), ami az elégtelen vas ellátás legjellemzőbb tünete.

A takarmányokból a vASFelszívódás mértéke alacsony, csupán 5-10%; a tejből ennél kicsit jobb (10-20%) ha hiányos a malacban a vasellátás. A tejpótlókból a malacok akár a vas 30-80%-át fel tudják venni, míg a fumarát és citrát formában lévő vas felszívódási hatékonysága közel 100% (Gundel és mtsai, 1998). Felnőtt állatokban a vASFelszívódás csekély (Gundel és mtsai, 2007).

A szükségleten felüli vas mennyiség a májban, a lépben és a csontvelőben raktározódik, ami az összvaskészletnek kb. 25%-át teszi ki.

A bélnyálkahártyában, a májban és a vérben a vasat tartalmazó vegyületek között dinamikus egyensúly van. A fiatal állatok májában levő vas mennyisége jelzője lehet a szervezet ellátottságának (Vrsgula, 1985).

Többek között Anderson és Easter (1999) foglalkoztak tanulmányukban a vas felszívódását és hasznosulását befolyásoló tényezőkkel, amelyek pl. az életkor, az állat vas ellátottsága, a vas adagolás mértéke és más szerves és szervetlen takarmány komponensek. A felszívódás hatékonyságát elsősorban a vasellátottság szintje határozza meg, azaz a vasraktárak telítettsége és a vörösvérsejt képződés mértéke a legfőbb tényezők. Ha növeljük a takarmány vastartalmát, akkor nő az összes felszívódott vas mennyisége. Túlzott vasellátás esetén a vas a bélhámsejtekben ferritinné alakul, de később a bélsárral kiürül, mint a „lekopott” hámsejtek terméke.

A vizsgálatok eredményei szerint alacsonyabb vastartalmú takarmány etetésekor hatékonyabb a felszívódás, azaz akár a hemoglobinnal, akár a vas-szulfát esetében a felszívódás hatékonysága és az adagolt dózis között fordított összefüggés van.

A vas fizikai és kémiai formája is meghatározó. Az állati eredetű takarmányokból jobb a vASFelszívódás, mint a növényekből, mivel ez előbbi esetében a vas porfirinnal komplexként tud felszívódni, míg a nemhem vas esetén a felszívódás előtt a fehérjekötésű komplexet el kell távolítani. Mivel azonban az állati eredetű takarmányok etetése nem, illetve csak korlátozott mértékben engedélyezett, ezért csak a növényi eredetű vasforrások maradnak.

A különböző takarmánykomponensek közül elsősorban egyes ásványi anyagok befolyásolják a vas felszívódását. A vas-réz kölcsönhatás következtében nagyobb mennyiségű réz (pl. 120-240 ppm) csökkenti a vas felszívódását és viszont. A túlzott cinkellátásnak is

antagonista hatása van a vas hasznosulására. Ugyanígy a túlzott mangán ellátás, pedig a hemoglobin mennyiségét csökkenti.

Ha a makroelemek közül a takarmány foszfortartalma nagy mennyiségű foszfát vagy fitát formában van jelen, akkor azok a vassal oldhatatlan foszfát-, illetve fitát komplexet képezve befolyásolhatják a vas hasznosulását (Gundel és mtsai, 1998).

Viszont vannak olyan takarmánykomponensek is, amelyek kedvezően hatnak a vas felszívódásra, ilyen pl. E-vitamin és az aszkorbinsav. Ezenkívül vannak aminosavak (hisztidin, lizin, cisztein) amelyek 3 ligandumból felépülő kelátot képeznek a vassal, így oldatban tudják tartani és ez elősegíti a felszívódását (Anderson és Easter, 1999; Nick és mtsai, 2003).

2.3. A vasellátás zavarai

A vashiány következtében leggyakrabban előforduló betegség a vashiányos vérszegénység, azaz *anémia*. A vérszegénység a szervezet olyan állapota, amikor csökken az egységnyi vértérfogat hemoglobintartalma a vörösvérsejtek számának vagy hemoglobintartalmának csökkenése miatt (Vrzigula, 1984; Böő, 2003). Amint korábban említettük, a hemoglobinnak az oxigénszállításban van szerepe, méghozzá úgy, hogy a benne lévő két vegyértékű vas (FeII) köti meg az oxigént. A hemoglobin a vörös csontvelőben képződik és a májban bomlik le, élettani értéke sertésben 100-150 g/l (Böő, 2003). Az anémia kifejezetten a malacok számára veszélyes betegség, mivel születésük pillanatában szervezetükben a vas mennyisége limitált. Ha, a malacok nem jutnak megfelelő vaskiegészítéshez, az első két-három hétben, akkor jelentősen csökkenhet a vörösvérsejtek oxigén megkötő képessége, ami anémiát fog eredményezni (Böő, 2006).

A kifejlett állatok vasszükségletét a takarmány általában fedezi, ezért vashiányt csak kedvezőtlen genetikai adottságok, hosszan tartó hasmenés, gyomordaganatok és egyéb rendellenességek, illetve túl nagy Zn- vagy P-bevitel válthat ki. Ezzel ellentétben, a malacoknál az egyik leggyakrabban előforduló és legtöbb gazdasági kárt okozó megbetegedés, különösen a téli hónapokban (Böő, 2003; Németh, 2006).

Az anémiát számos tényező válthatja ki az említett menedzsmenttel összefüggő faktorok mellett, közülük a következőket tekinthetjük fontosnak a betegség kialakulását illetően:

- Eperythrozoonosis (EPE): *Eperythrozoon suis* baktérium hatására a vörösvérsejtek önpusztításba kezdenek és darabokra hullanak.
- Gyomorfekély
- Haematoma
- Belső vérzés
- Sertés enteropathia (PE): bakteriális eredetű patológia elváltozás a bélrendszerben
- Végbél előreesés (prolapsus)
- Gyomor-és béltorzió
- Vas- és rézhiány.

A vashiányos anémiát jelző legáltalánosabb paraméter a hemoglobin koncentráció. Az újszülött malacok vérének hemoglobin-tartalma vaskiegészítés nélkül 2-4 hét alatt 4-7 g/100 ml-re csökkenhet, a szükséges >10 g/ml helyett, aminek következtében anémia alakul ki. A helyzetet súlyosbíthatja, hogy az anémiás malacok más fertőzésekre (pl. *E.coli*) is sokkal érzékenyebbek (Anderson és Easter, 1999; Böő, 2003; Németh, 2006). Az NRC egy osztályozási rendszert is kialakított, mely szerint a >10 g/100 ml a normál hemoglobin érték, a 9 még éppen elég az optimális termeléshez, míg az ez alatti értékek már az anémia súlyosságára utalnak (pl. 4-nél már súlyos anémiáról beszélnek és nő az elhullás mértéke).

Az anémia kialakulásának első tünetei a következők, amelyek leggyakrabban 2-3 hetes korban jelentkeznek (Gundel és mtsai, 1998; Anderson és Easter, 1999; Böő, 2003; Németh, 2006; Merck Veterinary Manual, 2011):

- étvágytalanság, bágyadtság, elesettség
- bőrük fehér, kötőhártya sárga (porcelánmalac)
- szőr durva, fakó
- nehezített légzés
- torktájéki vízenyős beszűrődés (keringési elégtelenség miatt)
- hemorrágia jelei
- hasmenés megjelenése.

Azt is kimutatták a vizsgálatok, hogy az anémiában szenvedő állatok sokkal fogékonyabbak a tüdőbetegségre, az influenzára és az emésztőszervi megbetegedésekre

(Anderson és Easter, 1999). Ezenkívül, az anémiában szenvedő malacoknál a növekedés mértéke is csökken.

Az anémia kialakulásának mértéke és folyamata különbözhet az eltérő körülmények között. Az évszak, a tartási- és takarmányozási technológia olyan tényezők, amelyeknek nagy szerepe van az anémia kialakulásában. Minél tökéletesebb és higiénikusabb a menedzsment, annál nagyobb az anémia kialakulásának valószínűsége (Gundel és mtsai, 1998).

Az anémia kialakulása többféle okra vezethető vissza (Fekete, 1995; Gundel és mtsai, 1998; Anderson és Easter, 1999; Németh, 2006; Mézes és Hausenblasz, 2009):

- a régi fajtáknak kisebb volt a vas igénye mint a mai modern fajtáknak
- régen a szabadabb tartás lehetővé tette, hogy a földről túrással, legeléssel kielégítsék a vas igényüket a malacok – a zárt tartás és a szilárd (pl. beton, műanyag) padozat elterjedésével ez a lehetőség megszűnt → a malacok mindenképpen vaskiegészítésre szorulnak
- a háziállatok közül a malac rendelkezik a legkisebb vastartalékkal (30-50 mg), ugyanakkor a napi vasszükséglete a hemoglobin szintézishez 7-16 mg, míg 1 kg súlygyarapodáshoz további 20-25 mg
- a kocatej vastartalma rendkívül alacsony (1-3 mg/l)
- a mai fajták rendkívül nagy növekedési erélyűeknek (első héten megduplázzák a malacok a súlyukat, 8 hetes korra, pedig 12-15-szörösre növelik) köszönhetően jelentős vasigénnyel rendelkeznek, aminek 50%-a vagy több hiányzik.

Az alábbi számolás szemléletesen mutatja be a malacok vasellátásának mérlegét (Böő, 2003):

- egy átlagos malac (kb. 1200 g) 40 mg vassal rendelkezik
- 1 kg súlygyarapodáshoz kb. 20-25 mg vasra van szükség
- 1. héten a malac megduplázza a súlyát → 24-30 mg/hét vas igény
- 3 hét alatt 4-szeresre nő a malacok súlya → 48-60 mg/3 hét vas igény
- 30 napos választásig 6-7 szeresre, míg a 8. hét végére 12-15-szörösre → 300-500 mg vas igény
- a kocatej vas tartalma 1-3 mg/l
- a malac az 1. héten 150-300 ml tejet szopik naponta → 0,15-0,9 mg vas/nap
- a malac a 2. héten 300-400 ml (átlagosan 0,7 mg vas/nap), a 3. héten 600-800 ml tejet szopik (1,4 mg vas/nap).

1. táblázat: A malacok vasszükséglete és vasellátása a születés utáni első három hétében
(Kolb és Gürtler, 1971 in Gundel és mtsai, 1998 nyomán)

Vasraktárak az újszülött malacban	
máj (mg)	3-5
hemoglobin (mg)	10-15
összesen (mg)	13-20
Fe- felvétel tejjel (mg)	7-45
átlagosan (mg)	33
A tárolt és felvett Fe (mg)	20-65
átlagosan (mg)	50
Az összes vasszükséglet a 3 hét alatt (mg) (átlagosan 4,5 kg súlygyarapodás)	104
A fedezett vasigény (%)	19-63
átlagosan (%)	48

Gundel és mtsai (1998) munkájában is található egy korábbi publikációból származó táblázat, amely szintén hasonlóképpen vezeti le, hogy hogyan alakul ki a vashiány a malacokban (1. táblázat).

Ezek az adatok szemléletesen mutatják be, hogy mindenképpen szükség van vas kiegészítésre a szoptatott malacoknál.

Segíti az anémia megelőzését, ha megfelelő volt a koca vasellátása a vemhesség alatt, hiszen a placentán átjutó vas a megszülető malac vaskészletét növeli. Az azonban elfogadott tény, hogy a koca vasellátásának növelésével (takarmánykiegészítő etetésével) nem előzhető meg közvetlenül az anémia kialakulása. Ugyanakkor mégis előnyös, ha a vemhesség utolsó hónapjában vaskiegészítésben részesül a koca, mert ugyan a tej vastartalma jelentősen nem változik, de a kocák bélsarával a vas hosszabb időn át ürül, s mivel a malacok azzal mindenképpen érintkeznek, tehát vasban gazdagabb környezetbe kerülnek, lassulhat a hiánybetegség kialakulása (Gundel és mtsai, 1998; 2007; Németh, 2006; Mézes és Hausenblasz, 2009).

Boyd (2006) tanulmányában viszont arra is rámutat, hogy a kocák ásványi anyag (köztük a Fe) ellátása az életkor előrehaladásával csökken. A csökkenés tipikusan a 6-7. fialás után következik be. Ezért a telepeken célszerű esetleg az idősebb kocákat a fiatalabbaktól elválasztani és másként alakítani a takarmányukban a mikroelem-tartalmat.

A koca megfelelő vasellátásának biztosításán túl, tehát mindenképpen szükség van a malacok vaskiegészítésére (Fekete, 1995). Mind a kocák, mind a malacok esetében számos kereskedelmi termék van forgalomban a vaskiegészítés biztosítására. A malacok vaskiegészítése történhet szájon keresztül (por, paszta, szirup, szuszpenzió formában), vagy parenterálisan. A por alakú vaskiegészítőket az első hetekben a koca csecsbimbóira kell szórni naponta egy alkalommal. Majd a 3-4. héttől már külön tálcára vagy malacetetőbe is rakhatjuk, ahonnan a malacok már fel tudják venni a szükséges mennyiséget. A parenterális vaskiegészítésnél a malacok egy alkalommal, lökésszerűen kapnak egy nagyobb dózisú vaskiegészítést a 3-4. életnapon (Böő, 2003; Németh, 2006).

Az alábbi táblázatok Böő (2003) munkája nyomán bemutatják a kétféle vaskiegészítés előnyeit és hátrányait:

2. táblázat: A szájon át történő vas bevitel (por, paszta, szirup, szuszpenzió) előnyei és hátrányai

Előny	Hátrány
A vas bejutása, felszívódása, értékesülése élettanilag jobb	Munkaigényesebb
Kevésbé terheli a szervezetet	(Ha a vaspasztát nem a nyelv gyökerére juttatjuk, a készítmény egy része nem kerül a szervezetbe → por- koca csecsbombóira szórjuk→) nem tudjuk pontosan a bevitt vas mennyiségét
Annyi vas szívódik fel természetes úton, amire az állatnak szüksége van	Az egyszeri szájon át történő kiegészítés csak a születés utáni első 8 órában hatékony (elhúzódo fialásnál nehezen kivitelezhető; malac hasmenés is rontja a vASFelszívódást)
Nem rontja a későbbi vASFelszívódás mechanizmusát	

3. táblázat: Az injekciós vas bevitel előnyei és hátrányai

Előny	Hátrány
A kívánt mennyiség biztosan bejut a szervezetbe (100-150-200 mg/malac)	A felszívódás nem természetes módon történik – jobban terheli a szervezetet
Kevésbé munkaigényes	A vérben hirtelen nő meg a vaskoncentráció – vastoxikózis veszélye
A nagyobb telepek munkarendjébe jól beilleszthető	Beadás helyén a szövetek károsodhatnak

A szakemberek között sincsen egyetértés abban, hogy a kétféle módszer közül melyik a jobb. Egyesek szerint a szájon át történő vaskiegészítés természetesebb és jobban irányítható a gazda számára, míg mások az injekciós vaskiegészítés mellett érvelnek. Ugyanakkor többen a legbiztosabbnak a kétféle módszer kombinált alkalmazását tartják (Németh, 2006). Ez utóbbit azonban az adott sertéstartó költségkeretei nem biztos, hogy lehetővé teszik.

Az utóbbi időben az injekciós vaskiegészítésnél az is felmerül választási lehetőségként, hogy szervesen vagy szerves kötésben lévő vasat célszerűbb-e alkalmazni.

A malacok vaskészítménnyel történő injekciózása után előfordulhat *vastoxikózis* kialakulása, azonban ennek a valószínűsége nem túl nagy.

A vastoxikózisnak három fajtáját különböztetik meg (Németh, 2006; Merck Veterinary Manual, 2011):

1. Az injekcióval érintkező szövet környéke megsérül, az izmok sérülnek és ezáltal K szabadul fel, ami megnöveli a vér K-szintjét, ami rendellenes szív működést eredményezhet. Általában az egész alomra hatással van. A malacok vérszegények, gyengék lesznek, és nem tudnak lábra állni.
2. A túl sok vas bevitel gátolja a szervezet védekező mechanizmusát és így a fertőzések valószínűsége megnő. A halál 2-4 napon belül áll be, leggyakrabban *E. coli enteritis* fertőzés miatt. A malacoknál ezt a típusú vasmérgezést leginkább a koca hiányos E-vitamin, illetve Se-ellátottsága okozhatja. Ekkor ugyanis a megszülető malacok E-vitamin, illetve Se-hiánnyal jönnek világra, illetve a kocatej sem tartalmaz eleget ezekből az anyagokból és így a malacok antioxidáns szükségletei nem elégülnek ki. Ez a probléma a kocák takarmányának E-vitaminnal (50 NE/kg), illetve Se-el (0,15 mg/kg) történő kiegészítésével megoldható.
3. A legritkábban előforduló eset, amikor a vasmérgezés a vasinjekció beadása után a Ca-mozgósítása révén kalcifilaxis-al (meszesedés) társulva alakul ki. Ez előfordulhat D-vitamin kiegészítés, illetve D-vitamin hiány esetén is. Pár nap alatt az injekció beadásának helyén daganatok alakulnak ki. Esetenként halált is okozhat.

A vastúladagolása a potenciális toxikus hatások mellett gátolja a P-, a Cu- és a Se-felszívódását. A takarmányokban maximálisan megengedett mennyiség az EU-ban 750 mg/kg (Mézes és Hausenblasz, 2009). A vasmérgezés kezelésére az EDTA alkalmazható (Vrsgula, 1985).

2.4. A sertés vasszükséglete

Az egyes takarmányozási ajánlásokban találkozhatunk a sertés különböző korcsoportjaira meghatározott Fe-szükségleti értékekkel.

Berger (2006) munkájában megadja, hogy a malacok számára 140-150 ppm, míg a növendék és sertés állatoknál 80 ppm a vasszükséglet, a toxikus dózis, pedig 3000 ppm a sertésnél.

Vannak azonban olyan ajánlások, amelyek részletesebben mutatják be a különböző súlyú sertések vasigényét.

Az előző fejezetben már láttuk az 1. táblázat alapján, hogy a megszülető malacnak naponta 7-16 mg vasra van szüksége a normális fejlődéshez, és 20-25 mg vasra van szüksége 1 kg súlygyarapodáshoz.

A 4. táblázat adatai alapján látható, hogy a különböző ajánlások elég egységesek két kivételtől eltekintve, vagyis a 10 kg alatti malacoknak, tehát szopós korban 100 mg/ kg vasat kell a malacoknak felvenni, míg 10-30 kg-os választott malacoknál ez 120 mg-ra nő.

Az ARC értéke a többi ajánlásnál kisebb, ami valószínűleg azzal magyarázható, hogy a 30 évvel ezelőtt tartott fajtákhoz képest jelentős genetikai előrehaladás történt, aminek során jelentősen fejlődött az állatok növekedési erélye, és ezáltal nőtt a táplálóanyag igénye is.

A 2010-es amerikai nemzeti ajánlás viszont szokatlanul magas értékével tűnik ki. Habár az ajánlásban azt írják, hogy az általuk megadott adatok az NRC ajánlásán alapulnak, de láthatjuk, hogy jelentős a különbség a két érték között (100 vs. 165 mg/kg). Ennek oka talán az lehet, hogy későbbi tudományos eredmények alapján úgy látták, hogy a mai modern fajtáknál a hiánytünetek kialakulásának elkerülése ilyen nagyobb dózissal biztosítható. Ugyanakkor a másik amerikai ajánlás (MVM) ezt nem támasztja alá.

Választott malacoknál könnyebb a helyzet, hiszen ha a szilárd takarmány megfelelő mennyiségű vasat tartalmaz, akkor a malacok szükséglete egyszerűen fedezhető. A nehezebb feladat a szopós malacok vasellátásának biztosítása, hiszen akkor normál esetben az elsődleges tápanyagforrás a kocatej, amely vasban szegény. Ezért van szükség a szopós malacoknál vaskiegészítésre, amelynek különböző formái lehetnek, ahogy erre korábban már utaltunk.

4. táblázat: A malacok vasszükséglete a különböző ajánlásokban
(részben Mateos és mtsai, 2006 nyomán)

	ARC¹ (1981)	NRC² (1998)	MVM³ (2011)	NSNG⁴ (2010)	BSAS⁵ (2003)	M.Tak.kódex⁶ (2004)	Hazai szakkönyv⁷ (2009)	
mg/kg takarmány (sz.a. 90%)	60*	100	100	165	120	100**	120***	100- 120

¹ < 20 kg-os malacok *mg/kg szárazanyag (Agricultural Research Council, 1981)

² 5-10 kg-os malacok (National Research Council, 1998)

³ 5-10 kg-os malacok (Merck Veterinary Manual, 2011)

⁴ 3-16 kg-os malacok (National Swine Nutrition Guide, USA, 2010)

⁵ 10-30 kg-os malacok (British Society of Animal Science, 2003)

⁶ **<10 kg malacok; *** 10-30 kg-os malacok (Magyar Takarmánykódex, 2004)

⁷ 10-30 kg-os malacok (Mézes és Hausenblasz, 2009)

Az 5. és 6. táblázat már a növendék sertésekre vonatkozó adatokat mutatja. Itt már több szempontból is vannak különbségek az egyes ajánlások között. Egyrészt különbözik, hogy milyen súlykategóriákra adják meg az értéket, másrészt a megadott adatok közel sem olyan egységesek, mint malackorban. Az ARC esetében a malacoknál is jóval kisebb szükségleti értéket adtak meg, a 20-120 kg-os sertéseknél pedig úgy találták, hogy nincs szükség vaskiegészítésre, vagyis feltételezték, hogy a takarmánnyal, illetve a környezetükből felvett vassal az igényük fedezhető. Ez ma már nem érvényes. A külföldi és a hazai ajánlások abban szinte teljesen megegyeznek, hogy a vaskiegészítés mértéke az életkor előrehaladásával, vagyis a súly növekedésével, csökkenthető. Ettől mindössze Mézes és Hausenblasz (2009) tér el, akik a teljes hízalás időszakára (30-120 kg között) azonos vaskiegészítést javasolnak, 75-80 mg/kg-ot.

A külföldi ajánlások (4. táblázat) közül az NRC és a MVM közel azonos értékeket határozott meg. Ettől valamivel magasabb, de fokozatosan csökkenő vastartalmat javasol a Magyar Takarmánykódex (2004) is. Ez a csökkenés egyrészt annak köszönhető, hogy csökken az egységnyi súlyra jutó vérmennyiség, valamint nő a vasszorból (Anderson és Easter, 1999). Láthatjuk, hogy 110-120 kg-os súlynál már a 40 mg vaskiegészítés elegendőnek bizonyul.

A malacokhoz hasonlóan, a növendék- és hízósertések esetében is jóval magasabb az amerikai nemzeti ajánlás (NSNG, 2010), hiszen náluk a legnagyobb súlykategóriánál írnak

elő 75 mg-ot. Ebben az esetben is valószínűleg az amerikai egyetemek által végzett kutatások alapozzák meg az adatokat. Felmerülhet azonban a kérdés, hogy a nagyobb vaskiegészítés mennyivel nagyobb költségterhet jelent, annak kedvező hatásai fedezik-e a többletköltséget. Hasonlóan magas Fe-tartalmú takarmányt Mézes és Hausenblasz (2009) a tenyészkocasüldők takarmányozásakor javasolnak (80 mg/kg), azonban a másik hazai forrás (Magyar Takarmánykódex, 2004) ebben az esetben is csak 60 mg/kg-ot ad meg.

5. táblázat: A növendék sertések vasszükséglete a külföldi ajánlásokban
(Mateos és mtsai, 2006 nyomán)

	ARC¹ (1981)	NRC² (1998)	NSNG³ (2010)	MVM⁴ (2010)	BSAS⁵ (2003)						
	20-50 kg	50- 120 kg	20-50 kg	50- 120 kg	16-50 kg	50- 80 kg	80- 115 kg	20- 50 kg	50- 80 kg	80- 120 kg	30- 60 kg
mg/kg takarmány (sz.a. 90%)	-	-	60	50	125	100	75	60	50	40	80

¹ Agricultural Research Council (1981)

² National Research Council (1998)

³ National Swine Nutrition Guide, USA (2010)

⁴ Merck Veterinary Manual (2011)

⁵ British Society of Animal Science (2003)

6. táblázat: A növendék- és hízósertések vasszükséglete a különböző hazai ajánlásokban

	M.Tak.kódex¹ (2004)	Hazai szakkönyv² (2009)				
	30-40 kg	40-110 kg	>110 kg	30-60 kg	60-90 kg	90-120 kg
mg/kg takarmány	80	70	40	75-80	75-80	75-80

¹ Magyar Takarmánykódex (2004)

² Mézes és Hausenblasz (2009)

A tenyészállatokra (koca, tenyészkoca) vonatkozó ajánlásokat az 5. és 6. táblázat tartalmazza. Ezekből az adatokból látható, hogy a kutatási eredmények azt támasztották alá, hogy mind a kocáknál (vemhesség és szoptatás alatt egyaránt), mind a tenyészkocáknál a 80 mg/kg-os érték egy jó irányszám. Mézes és Hausenblasz (2009) könyvében egy kicsit

finomítja ezt az értéket. Viszont az amerikai ajánlásnál (NSNG) itt is azt figyelhetjük meg, hogy több mint kétszeres vasbevitelt javasol a nemzeti ajánlás, míg az állatorvosi szakirodalom (MVM, 2011) megmarad a 80 mg-nál. Itt sem igazán ismerjük a feltűnően magas érték magyarázatát, mivel az etetett takarmányok alapvetően nem különböznek az európai országokban alkalmazott gyakorlattól.

7. táblázat: A kocák és tenyészkánok vasszüksége a külföldi ajánlásokban
(Mateos és mtsai, 2006 nyomán)

	AFRC ¹ (1990)	NRC ² (1998)	NSNG ³ (2010)	MVM ⁴ (2011)	BSAS ⁵ (2003)		
	koca	koca	koca	tenyészkán	vemhes koca	szoptató koca	szoptató koca
mg/kg takarmány (sz.a. 90%)	60	80	165	165	80	80	80

¹ Agricultural and Food Research Council (1990)

² National Research Council (1998)

³ National Swine Nutrition Guide, USA (2010)

⁴ Merck Veterinary Manual (2011)

⁵ British Society of Animal Science (2003)

8. táblázat: A kocák és tenyészkánok vasszüksége a különböző hazai ajánlásokban

	M.Tak.kódex ¹ (2004)	Hazai szakkönyv ² (2009)				
	vemhes koca	szoptató koca	tenyészkán 150-330 kg	vemhes koca	szoptató koca	tenyészkán
mg/kg takarmány	80	80	80	70-80	80-90	80

¹ Magyar Takarmánykódex (2004)

² Mézes és Hausenblasz (2009)

Hazánkban mindenképpen figyelembe kell venni az Európai Unió ajánlását is, ami 2004 után maximálisan 750 mg/kg Fe-tartalmú teljes értékű tápok etetését engedélyezi. Ez azonban a sertések szempontjából nem jelent igazán korlátozást, hiszen valamennyi korcsoport takarmányában ennél jóval alacsonyabb vastartalom fedezi a szükségletet.

2.5. A vaskiegészítéssel kapcsolatos kutatási eredmények

A vaskiegészítés elsősorban a szopós malacoknál jelent fontos kérdést, hiszen még a koca jó vasellátása esetén is jelentős vashiánnyal kerülnek szembe a néhány napos malacok. Éppen ezért a kutatások során is elsősorban ezt vizsgálják.

Az 1980-as években vizsgálták a vaskiegészítés hatását malacoknál baktérium-mentes (steril) és hagyományos környezeti feltételek között (Miller és mtsai, 1982). Mindkét környezetben azonos takarmányozási csoportokat alakítottak ki, vagyis a malacok környezetben azonos takarmányozási csoportokat alakítottak ki, vagyis a malacok 10 µg Fe/g tej sz.a. tartalmú sűrített tej mellett kaptak 0, 50 vagy 100 µg Fe/g sz. kiegészítést $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ formában vagy 100 mg vasat Fe-dextrán injekcióként alkalmazva. A malacok 4 hétig kapták ezeket a takarmányokat és közben rögzítették a hizlalási paramétereket, majd 4 hét után levágták az állatokat és mérték a szervek súlyát és Fe-tartalmát is. A hagyományos környezetben tartott malacok közül a vaskiegészítésben nem részesülő állatok mind elpusztultak, ellentétben a steril környezetben tartott vaskiegészítés nélküli malacokkal. Hizlalás szempontjából a hagyományos környezetben tartott malacok gyarapodtak gyorsabban és hatékonyabban, de hamarabb kialakult az anémia is. A környezetbeli különbség azonban nem befolyásolta a hemoglobinba beépített vas mennyiségét, valamint a májban és a lépben raktározott vasat. Eredményeik alapján megállapították, hogy akár hagyományos, akár steril környezetben tartják a malacokat 50-100 µg/g sz.a. vas-szulfát kiegészítésre, vagy több mint 100 mg vasra Fe-dextrán injekcióból szükség van, hogy a kívánatos vérparamétereket biztosítani lehessen. Brown és mtsai (1996) is úgy találták, hogy a vaskiegészítés szignifikáns mértékben növeli a vér hemoglobin tartalmát a választott malacoknak, de nem befolyásolja a malacok teljesítményét.

Szintén a '80-as években született az a tanulmány, amelyben a gleptoferron és a vas-dextrán hatékonyságát hasonlították össze az anémia megelőzésében (Pollmann és mtsai, 1983). A gleptoferron egy vas-oxihidroxid alapú szerves vaskiegészítés, amely vízben oldódik. A vas-dextrán pedig egy szerves vaskiegészítés, ahol a vas poliszachariddal alkot komplexet. A kontroll csoport nem kapott vaskiegészítést, míg a kísérleti csoport állatai 200 mg-ot kaptak vas-dextránból vagy gleptoferronból. Itt is nyomon követték az állatok hizlalási teljesítményét, továbbá a 0., 10., 21. és 50. napon vér mintát gyűjtöttek, hogy meghatározzák a vörösvérsejtszámot, a hemoglobintartalmat, a szérum Fe-koncentrációját, illetve Fe-kötő képességét. A vaskiegészítés formája nem befolyásolta sem a 3, illetve 8 hetes testsúlyt, sem

pedig a vérparamétereket, illetve a máj és a lép nem-hem Fe-tartalmát. Ellenben a kontroll csoport állatai kisebbek voltak, és a vizsgált vérparaméterek is alacsonyabbak voltak, mint a vassal kezelt csoportokban, kivéve a szérum vaskötő képességét, mert az a kontroll csoportban volt nagyobb. Összességében tehát megállapították, hogy mindkét vaskiegészítés egyformán hatékony volt 200 mg-os mennyiségben az anémia megelőzésére. Tehát a kétféle vaskiegészítés hatékonysága azonos volt.

Ugyanígy a gleptoferron és a vas-dextrán hatékonyságát hasonlították össze Salle és Auvigne (2006) közel 15 évvel később hasonló metódus alapján, amikor szintén 200 mg vaskiegészítést kaptak a malacok intramuszkuláris injekció formájában. A különbség az volt, hogy míg az előző szerzők 26 alommal végezték a vizsgálatokat, addig Salle és Auvigne 8 farmon 60 almot vontak be a kísérletbe, tehát jóval nagyobb létszámmal dolgoztak. Eredményeik szerint a gleptoferron formájú vaskiegészítésnél a malacok vérének hemoglobin-tartalma nagyobb volt választáskor a vas-dextránhoz képest. Ez tehát ellentétben áll Pollmann és mtsai (1983) megállapításával. Az eltérés valószínűleg abból adódik, hogy a 2006-os kísérletben jóval több állatot vizsgáltak modernebb vizsgálati lehetőségek között. Tehát az eredmények alapján feltételezhetjük, hogy a gleptoferron jobb hatékonyságú.

Kleinbeck és mtsai (1999) többek között azt is vizsgálták, hogy intenzív hízalásnál a szabadon, illetve zártan tartott malacoknál milyen hatása van a vaskiegészítésnek. Míg a kontroll csoport nem kapott vaskiegészítést, addig a kísérleti csoportok 100 vagy 400 mg vaskiegészítést kaptak a 3. életnapon vas-dextrán injekció formájában. Megállapították, hogy a vaskiegészítés nélküli szabadon tartott csoport hemoglobin értéke 28 napos korban azonos volt azzal a csoporttal, amelyik 100 mg vaskiegészítést kapott (11,1 vs. 10, 7; $P>0,05$). Ez alapján tehát azt a következtetést vonták le, hogy a szabadon tartott állatoknál nincs szükség vaskiegészítésre. Ez csak megerősíti azt az állítást, hogy a vashiány a zárt tartás és a szilárd padozat elterjedésével vált általánossá. Az immunitás szempontjából a szabadon tartott állatok valamivel gyengébb értékeket mutattak, de a túlélési arányuk azonos volt a zárt tartásban lévő malacokéval.

A vasinjekciónak a növekedésre és az immunválaszra gyakorolt hatását vizsgálták Bruininx és mtsai (2000) választott malacoknál. A 80 mg/kg Fe-t tartalmazó prestarter táp mellett egyik csoport a születést követő 3. napon, a másik csoport pedig a születés utáni 3. és 21. napon is kapott 200 mg vasat parenterálisan (2 ml vas-dextrán injekció). A választás utáni 6. napon a kétszer injekciózott malacokban szignifikánsan magasabb volt a vér hemoglobin-

tartalma, azokhoz képest amelyikek csak egyszer kaptak vaskiegészítést. A kísérlet egészét tekintve a vaskiegészítésnek nem volt hatása az állatok növekedésére. Arra a következtetésre jutottak, hogy a választás előtt 1 héttel adott vaskiegészítés nem befolyásolja az állatok növekedését.

Más szerzők is úgy tapasztalták a vas-dextrán kiegészítés vizsgálatakor, hogy a maximális hemoglobin-tartalom a születéskor adott 100-150 mg vas-dextrán parenterális alkalmazásával érhető el, míg a maximális súlygyarapodás már 100 mg-nál figyelhető meg (Andersen és Easter, 1999). Egy 2010-ben íródott amerikai szakkönyvben (Kellems és Church, 2010) is azt írták le, hogy 3 napos korban 100-200 mg Fe kiegészítés Fe-dextrán, Fe-dextrin vagy gleptoferrin formában hatékony az anémia megelőzésében.

Schweigert és mtsai (2000) a 3. életnapon adott 200 mg vas-dextrán injekciónak a plazma A-, E- és C-vitamin szintjére gyakorolt hatását vizsgálták 2 kereskedelmi forgalomban kapható készítménynél. Mindkettő egyformán alkalmas volt az anémia megelőzésére. Miközben a plazma E-vitamin tartalma nem változott, a vas beadása szignifikánsan csökkentette a plazma C-vitamin tartalmát a kontrollhoz képest már 10 napos kortól. Ezenkívül a vaskiegészítés megelőzte a plazma retinol tartalmának csökkenését, amit a kontroll állatoknál tapasztaltak, így 24 napos korban a plazma retinol tartalma ebben a csoportban szignifikánsan nagyobb volt. Ez azt jelzi, hogy a malacok A-vitamin ellátása javult a plazma retinol tartalmának stabilizálása által. Az A-vitaminra a növekedésben és a szövetek épségének megőrzésében betöltött szerepénél fogva szükség van a malacok jó fejlődéséhez.

Gundel és mtsai (1998) egyértelműen a szerves vaskiegészítés jobb hatékonyságáról számoltak be. Huminsavhoz kötött vasat adagoltak mind a malacoknak, mind a kocáknak a vemhesség kezdetétől. Mind a született, mind a szoptatott malacok száma majdnem kétszeres volt a szerves vaskiegészítés (vashumát) esetében a szervetlenhez képest. A huminsavhoz kötött vas tehát sokkal nagyobb mértékben szívódott fel csökkentve az embriókori mortalitást. A Fe-humáttal kezelt malacoknál a vágott test szignifikánsan nagyobb volt a kontrollhoz képest. Ezenkívül, míg a kontroll csoportban a malacok átlagos vastartalma 52 mg volt, addig a Fe-humát alkalmazásakor ez 69 mg, ami 32%-os növekedést jelent. Habár az irodalomban általában elfogadott, hogy a kocák vasfelvételének növelésével a malacok vastartalékai nem nőnek, ők mégis úgy tapasztalták, hogy a Fe-humáttal etetett kocák malacainak nőtt a vasraktára. Ezt más korábbi publikációkban is leírták.

Az aminosav komplex formájú szerves vaskiegészítésnek a biológiai hasznosulásával foglalkoztak Yu és mtsai (2000). Korábban az általánosan használt vaskiegészítők szervesen kötésben tartalmazták a vasat. A Fe^{2+} -ion oldhatatlanná válik 3-nál nagyobb pH-n, kivéve ha egy oldható komponenshez kötődik. Ezért a takarmány összetétele jelentősen befolyásolja a vasfelszívódás hatékonyságát. Az aminosavak azonban erősíthetik a vasfelvételt mind az oldható, mind az oldhatatlan Fe^{2+} -ion esetében. Más mikroelemeknél, pl. Zn, is az esetek többségében hatékonyabbnak találták a szerves formákat a szervesenhez képest. A vizsgálat során a vas-aminosav komplex hatását az általánosan használt vas-szulfáttal vetették össze választott malacoknál. A kukorica-szója alapú takarmányozásban az alaptakarmány 100 mg/kg vasat tartalmazott vas-szulfát formában. A kísérleti csoportoknál ezt a takarmányt egészítették ki 30, 60, 90 vagy 120 mg/kg szerves vassal, míg pozitív kontrollként a 120 mg szerves vasat tartalmazó kontroll táp szolgált. A szerves vaskiegészítés nem eredményezett szignifikánsan jobb súlygyarapodást vagy takarmányhasznosítást. Valamennyi vaskiegészítés növelte a hemoglobin koncentrációt, a 120 mg-os dózis minden esetben szignifikánsan nagyobb volt a kontrollhoz képest. Ugyanakkor a pozitív kontroll értékei alacsonyabbak voltak a 120 mg-os kiegészítéshez képest. A plazma vastartalma és vaskötőképessége, valamint a máj és a lép hemosziderin és ferritin tartalma is reagált a szerves vaskiegészítés növekedésére. A színmérésnél a bőr pirosságát jelző a^* érték szignifikánsan nőtt a szerves vaskiegészítés növelésével. És az eredmények alapján azt is megállapították Gundel és mtsai (1998) által leírtakkal összhangban, hogy a szerves vaskiegészítés hasznosulása szignifikánsan jobb a vasszulfátnál.

Szintén a szerves vaskiegészítés hatékonyságát vizsgálták Feng és mtsai (2007, 2009), csak ők a vas-glicin kelát esetében. A 180 malaccal végzett kísérletben az alkalmazott dózisok 30, 60, 90 és 120 mg/kg voltak, míg pozitív kontrollként 120 mg/kg-os vas-szulfát szolgált. A vaskiegészítés nélküli kontrollhoz képest a szerves vas növelésével lineárisan nőtt a napi súlygyarapodása a malacoknak, a legnagyobb értéket a 90 mg/kg-os kiegészítés esetében tapasztalták. A 120 mg-os kiegészítésnél a súlygyarapodást nem befolyásolta a kiegészítés forrása (szerves vs. szervesen). A vér hemoglobin és Fe-koncentrációja szintén nőtt a szerves kiegészítés dózisének növelésével, de a 120 mg-os szervesen kiegészítés is nagyobb értékeket adott a kontrollhoz képest. Viszont nem találtak különbséget a kezelések között a takarmányhasznosítás és a plazma immunglobulin-tartalma szempontjából.

A szövetek vastartalmát vizsgálva azt figyelték meg, hogy a máj és a vese Fe-koncentrációja nőtt a szerves vaskiegészítésnél, csakúgy mint a kataláz és a szukcinát-dehidrogenáz aktivitása. A 120 mg-os vas-szulfát kiegészítés növelte a szív, a máj, a lép és a bélsár vastartalmát is a kontrollhoz képest, míg az ugyanilyen dózisé szerves kiegészítés a lép vastartalmát növelte, míg a bélsár vastartalmát kis mértékben csökkentette.

A vas-glicin kelát sokoldalú vizsgálata alapján tehát megállapították, hogy alkalmas a malacok vasellátásának javítására. Kedvező hatása van a növekedésre, valamint a vér hemoglobin és Fe-tartalmára. Továbbá növeli a szövetekben a vasraktárakat és javítja az antioxidáns rendszer enzimeinek aktivitását is. Ugyanakkor nem befolyásolja a takarmányfelvételt, a takarmányhasznosítást és a vér immunglobulin koncentrációját a választott malacokban.

Németh (2006) egy magyarországi sertéstelepen végzett vizsgálatokat, hogy összehasonlítsa 200 mg-os dózissal a vasdextrán és a vas(III)-hidroxid-dextrán komplex+B12-vitamintartalmú készítmény hatékonyságát. A kontroll malacok nem kaptak vaskiegészítést. Ő is figyelemmel kísérte az állatok növekedését, illetve vérmintákat is gyűjtöttek több alkalommal, hogy a vörösvérsejtek átlagos hemoglobin-tartalmát, hemoglobinkoncentrációját és térfogatát meghatározzák. A kontroll és a két kezelt csoport átlagos élősúlya között nem volt különbség, azonban a napi súlygyarapodás értéke a két kezelt csoportnál elmarad a kontroll állatokétól (158,8 g, illetve 159,2 g vs. 176,4 g), de a különbség nem szignifikáns. Az anémiát jellemző legfontosabb paraméter, a malacok vérének hemoglobin-tartalma 3 napos korra jelentősen csökkent, majd a kezelt csoportokban a vaskészítmény beadása után növekedett, de szignifikáns különbség egyik mintavételi nap (1., 3. és 5.) értékeinél sem volt tapasztalható. A vörösvérsejtek hemoglobin-tartalma és a vörösvérsejtek térfogata a kontroll csoportnál volt magasabb. A vérplazma vaskoncentrációjában folyamatos növekedés figyelhető meg a kezelt csoportoknál, míg a kontrollban először csökkenés majd növekedés volt látható. Ez valószínűleg azzal magyarázható, hogy a koca bélsarából jutottak vashoz a malacok. A két vaskészítmény hatékonysága közötti különbséget a szerző nem tudott megállapítani a vizsgálati idő rövidsége miatt.

A szervetlen és szerves vaskiegészítések összehasonlításával foglalkozó kutatók közül Peters és Mahan (2008) a kocáknál is alkalmaztak szervetlen vagy szerves vaskiegészítést, illetve születés után a malacok is kaptak 0 vagy 200 mg vasat injekció formájában (1.

kísérlet). A 2. kísérletben, a vaskiegészítésben részesülő malacok felénél választáskor is adtak 200 mg vasat injekcióban. Az újszülött és 2 napos malacok vérében alacsonyabb volt a hemoglobin koncentráció a szerves vaskiegészítésben részesült kocáknál a szervetlenhez képest. Az alacsonyabb hemoglobin koncentráció ezeknél a malacoknál a szoptatás teljes ideje alatt megmaradt. A várakozásoknak megfelelően a vaskiegészítés nélküli malac csoportban csökkent a súlygyarapodás. A 2. kísérletben azoknak a malacoknak volt nagyobb a testsúlya és a súlygyarapodása a 28 napos választáskor, amelyek újszülött korban is kaptak vasinjekciót. Azok a malacok amelyek születésük után nem, de választáskor kaptak vas injekciót jobb súlygyarapodást és hemoglobin koncentrációt értek el, amíg a születéskor oltott malacoknál a választáskor adott vasinjekció nem hozott változást a vizsgált paraméterekben. Az eredmények alapján tehát az állítják, hogy a szerves vaskiegészítésben részesült kocáknál a vas hasznosulása gyengébb volt, ami annak köszönhető, hogy nagyobb volt a kocák vasszükséglete, vagy alacsonyabb volt a vasellátottsága, vagy mindkettő, mivel ezek a kocák több malacot ellettek és nagyobb alomsúlyt értek el a malacaik a szoptatás alatt és a választáskor. Továbbá azt is leírták, hogy az újszülött malacoknak adott vasinjekcióval nem biztos, hogy a maximális növekedés érhető el választásig. Ugyanakkor a választáskor adott 2. vasinjekció semmilyen előnyt nem jelentett azoknál a malacoknál, amelyek újszülött korban kaptak vaskiegészítést injekció formájában.

3. SAJÁT VIZSGÁLATOK

3.1. Anyag és módszer

A sertéstelep bemutatása

A vaskészítmény üzemi kipróbálására Nagy Gyula sertéstenyésztő telepén (Rábacsécsény) került sor. Nagy Gyula által működtetett törzstenyészet állományát három fajta (magyar lapály, magyar nagyfehér és duroc), illetve ezek keresztezéséből születő egyedek adják. Az állomány 150 törzskocából és ezek szaporulatából áll. A vállalkozás fő profilja a tenyészállatok előállítása (tenyészkanok és -kocák) és értékesítése, belföldön és külföldön egyaránt. Ezen kívül hízó sertés előállításával és értékesítésével is foglalkozik a vállalkozás.

A telep és tartástechnológiai rendszere, felszereltsége hosszú évek beruházásának eredményeként ma már minden állategészségügyi és állatjóléti előírásnak megfelel. A fiaztató 4 termes elrendezésű, termenként közép folyosóra felfűzött, 5-5 fiaztató rekesszel, összesen 40 kutricával. A kutricák Big Dutchman technológiájúak, melyek kocaállás része 2,3 m-ig állítható, szélességük 0,6 m. A padozat műanyag rácspadló, a malacok alatt a padozat fűthető, kiegészítve infra lámpával. A fal a könnyen tisztíthatóság miatt csempézett. Az etetés a kutricába beépített vályúból történik központi számítógépes vezérléssel, az itatás csészés önitatóval megoldott.



1. kép: Fiaztató istálló
(Nagy Katalin, 2013)

A választást követően a malacok a **malacnevelő** épületbe kerültek át, amelynek jellemzői: az épület központi folyosós, négytermes, összesen 160 férőhellyel. Az egyes termekhez középkezelő folyosó tartozik, amire 4-4, összesen 20 férőhelyes műanyag

rácspadlós rekesz van felfűzve. A takarmányozást a rekeszek között elhelyezett behordós tároló tartályos Big Dutchman technológiájú önetető biztosítja. Rekeszenként 2-2 egymás felé telepített szopókás önitató található. A padozat rácspadló, automatikus fűtő és szellőző berendezés van.



2. *kép*: Malacnevelő istálló
(Nagy Katalin, 2013)

A kísérlet célkitűzései

Egy szilárd vastartalmú porkeverék üzemi körülmények közötti tesztelése, felvételének és hatékonyságának vizsgálata. A vaskészítmény használatának vizsgálata: használható-e a készítmény elsődlegesen a malacok vasszükségletének kielégítésére vagy egyéb készítmények mellett kiegészítésnek javasolható-e a termék a gyakorlatban?

Az üzemi kísérlet jellemzői

A kísérletbe F1 (magyar nagyfehér×magyar lapály)×duroc keresztezett állományból származó malacokat vontunk be. A vizsgálat során 4 kocától születtek a kontroll csoport malacai, és ugyancsak 4 koca szaporulata jelentette a kísérleti csoport állományát is, a fent említett genotípusnak megfelelően. A vizsgálat a malacok 1-70 napos kora között (2012. szeptember 23. - december 7.) folyt. A malacok a szoptatás időszakában különböző vaskiegészítésben részesültek, annak érdekében, hogy a célkitűzésben megfogalmazott kérdésekre választ kapjunk.

Ennek megfelelően a **kontroll csoport** malacainak vasszükségletét a *telepi gyakorlatnak megfelelően* biztosítottuk:

- 2 napos korban 2 ml Bio Weyxin Fevit (Gyártó: Veyx-Pharma GmbH.,

Schwarzenborn, Forgalmazó: MeZo Pharma Kft., Páty) készítményt kaptak,

- 4-5 napos korban 2 ml Eisendextran+B12 injekció A.U.V. (Gyártó: *Bremer Pharma GmbH, Németország, Forgalmazó: Swifts Pharma Kft., Gyermely*) injekciót.

A **kísérleti csoportban**, pedig 3 napos kortól adagoltunk a szilárd vastartalmú porkeveréket. A kijuttatás folyamatosan, minden kutricában elhelyezett etetőben történt, alomnagyságnak megfelelő mennyiségben (5 g/malac). A malacok választása 23 napos korban történt, ezt követően az állatok átkerültek a malacnevelő istállóba. A kétféle (kontroll és kísérleti) kezelésben résztvevő 4-4 koca malacai vegyes ivarban kerültek elhelyezésre battérián, ahol nyomon követhető volt, hogy az egyes vaskészítmények adagolása hatást gyakorol-e a malacok felnevelése során a súlygyarapodásukra, valamint takarmányértékesítésükre. A vizsgálatot 70 napos korban fejeztük be.

A kísérlet során az alábbi termelési paramétereket értékeltük:

- induló létszám
- záró létszám
- alomsúly (születéskor és 7 napos korban)
- a malacok egyedi testsúlya (választáskor és a kísérlet befejezésekor)
- a malacok takarmányfogyasztása a fiasztatóban és a malac nevelés során

Ezen adatokból az alábbi paraméterek megállapítására került sor:

- testtömeg-gyarapodás (választásig, malac utónevelés alatt, teljes kísérlet alatt)
- takarmány felvétel (fiasztatóban, utónevelés alatt)
- fajlagos takarmányértékesítés (utónevelés alatt)

Mindezekon túl a kísérlet teljes időtartama alatt figyelemmel kísértük a malacok egészségi állapotának alakulását.

A kísérlet összefoglaló elrendezése, továbbá az etetett tápok és takarmánykiegészítő adalékanyagok a következők voltak:

9. táblázat: A kísérlet során alkalmazott tápok és takarmánykiegészítők

	Kontroll	Kísérleti
Energy Plus	születés után 4 órán belül	születés után 4 órán belül
Bycox 5 % A.U.V. szuszpenzió	2 napos korban	2 napos korban
2ml Bio Weyxin Fevit	2 napos korban	-
2 ml Eisendextran+B12 injekció A.U.V.	6 napos korban	-
Ferropig vastartalmú porkeverék (5 g/malac)	-	3-23 napos korig
Prestarter táp (Tejtestvér) - <i>ad libitum</i>	5-32 napos korig	5-32 napos korig
Starter malactáp (Medikált dajka)	választáskor és malacnevelés első napjaiban (23-40 napos kor között)	választáskor és malacnevelés első napjaiban (23-40 napos kor között)
Prestarter táp (Tejtestvér) - <i>ad libitum</i>		
Saját keverésű malactáp (Malac I.)	40-70 napos korig	40-70 napos korig

A telepi gyakorlatnak megfelelően alkalmazott készítmények, takarmánykiegészítők és etetett tápok az alábbi gyártóktól származtak:

- Energy Plus (Gyártó: *TAVET*, Barcelona, Forgalmazó: Swifts Pharma Kft., Gyermely)
- Bycox 5 % A.U.V. szuszpenzió (Gyártó: *KVP Pharma + Veterinär Produkte GmbH*, Kiel, Forgalmazó: Bayer Hungária Kft., Budapest)
- Bio Weyxin Fevit (Gyártó: *Veyx-Pharma GmbH*, Schwarzenborn, Forgalmazó: MeZo Pharma Kft., Páty)
- Eisendextran+B12 injekció A.U.V. (Gyártó: *Bremer Pharma GmbH*, Németország, Forgalmazó: Swifts Pharma Kft., Gyermely)
- FerroPig (Gyártó és forgalmazó: *Alpha-Vet Kft.*, Budapest)
- Prestarter (Tejtestvér, Gyártó és forgalmazó: *Mester és Major Kft.*, Szarvas)
- Starter malac (Medikált dajka, Gyártó és forgalmazó: *Mester és Major Kft.*, Szarvas)

A készítmény hatékonyságát, azonban nem csak a termelési mutatók alapján kívántuk nyomon követni, hanem vérvizsgálatot is végeztünk.

Az első vérvételre 1 napos korban került sor, amelynek célja a malacok születés kori vasztátuszának vizsgálata volt. Kocánként 2-2 malactól (mindkét ivarból 1-1 egyed) gyűjtöttünk vérmintát, vagyis csoportonként 8 mintánk volt. Azokat a malacokat, amelyektől vért vettünk, egyedi jelöléssel láttuk el.

A 2. vérvételt 10 napos korra terveztük, csoportonként ugyanazzal a 8-8 malaccal. Az egy napos korban történt vérvételnél tapasztalt nehézségek azonban a mintaszám növelését tették szükségessé. Éppen ezért csoportonként 12-re emeltük a mintaszámot, törekedve arra, hogy az ivararány megmaradjon, vagyis 6 kan és 6 emse malactól vettünk vért.

A 3. vérvételt a választás napjára (21 napos kor) terveztük, amely a 2. vérvétellel azonos módon, vagyis csoportonként 12 malaccal történt meg.

Kémiai vizsgálatok

A kísérlet során végeztünk takarmányvizsgálatot, vagyis minden fázisban a takarmányok beltartalmi paramétereinek (szárazanyag, nyershamu, nyerszsír, nyersfehérje, nyersrost, vas tartalom) meghatározására is sor került. A takarmányminták laboratóriumi vizsgálatára kétszer került sor (párhuzamos méréssel), a Magyar Takarmánykódexben (2004) található szabványok alapján (2. táblázat).

10. táblázat: A kísérletben etetett takarmányok vizsgált kémiai összetétele

	Prestarter (Tejtestvér)	Starter (Medikált dajka)	Malac I. (saját keverés)
Szárazanyag (%)	91,2	90,8	94,8
Nyersfehérje (g/kg takarmány)	193,5	191,6	157,4
Nyerszsír (g/kg takarmány)	102,4	94,8	25,8
Nyersrost (g/kg takarmány)	43,5	37,2	24,9
Nyershamu (g/kg takarmány)	13,6	40,5	49,2

A vérminták vizsgálatára a mosonmagyaróvári mosonmagyaróvári Karolina Kórház vérvizsgálati laboratóriumában került sor.

A következő értékeket mérték:

- fehérvérsejtszám ($10^9/l$)
- vörösvértestszám ($10^{12}/l$)

- hemoglobin tartalom (g/l)
- haematokrit érték (l/l)
- vas tartalom ($\mu\text{mol/l}$)
- transferrin tartalom (mg/dl)

Statisztikai értékelés

A kapott adatok statisztikai értékelését az SPSS 13.0 for Windows program (SPSS Inc., Chicago, USA) segítségével végeztük el. A választott szignifikancia szint $P < 0,05$ volt.

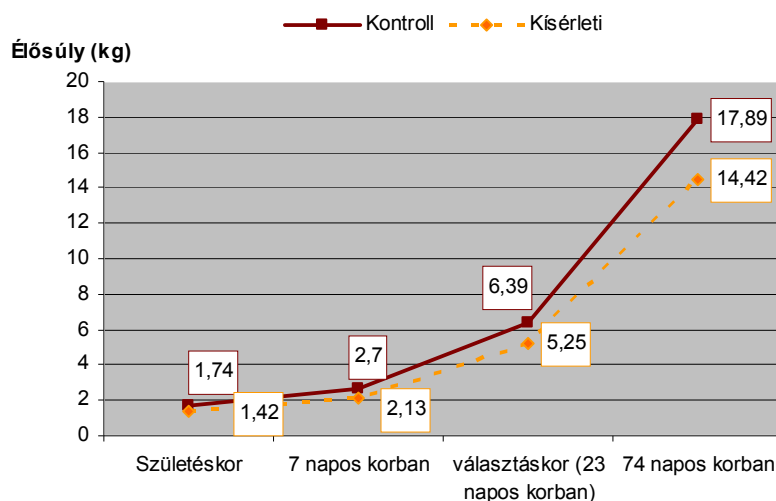
3.2. Eredmények és értékelésük

A kísérlet során mindkét kezelési csoportba (kontroll, ill. kísérleti) 4-4 kocát jelöltünk ki még a fialás előtt. Az fialást követően már nem volt lehetőség, hogy megváltoztassuk az egyes kezelési csoportban a kocákat, csak a csoporton belül dajkásítottunk malacokat. Az volt a célunk, hogy lehetőleg közel azonos alomnagyságokat alakítsunk ki. A kocák fialására vonatkozó adatokat a 11. táblázat tartalmazza.

11. táblázat: A malac létszám alakulása a kezelési csoportokban a fialást követően

Megnevezés	Kontroll	Kísérleti
Élve született malacok (db)	48	52
Holt malacok (db)	5	-
Alomnagyság (malac db/alom)	12	13
Kan malac:emse malac	24:24	27:25

1. ábra: A sertések súlyának alakulása a vizsgált időszakban



A születéskori és a 7 napos korban mért átlagos malac súlyt a mért alomsúly alapján határoztuk meg. Az 1. ábra adatai alapján látható, hogy a kontroll malacoknak születéskor nagyobb volt az átlagsúlya a kísérleti csoporthoz képest, a két érték között 310 g különbség

volt. A 7 napos mérésnél továbbra is a kontroll malacok súlya volt nagyobb ($2,70 \pm 0,48$) a kísérleti malacok átlagos súlyához ($2,23 \pm 0,19$ kg) képest. Az 1. ábra szemlélteti, hogy a kontroll csoport előnye a vizsgálat teljes időtartama alatt, vagyis a malacok utónevelése során is megmaradt.

A mért súlyok alapján számoltuk a malacok súlygyarapodását is (12. táblázat). Az első 23 nap súlygyarapodása 202, illetve 167 g/malac/nap volt a kontroll, illetve a kísérleti csoportban. Ebben az időszakban a kocatej mellett mindkét csoport malacai egységesen prestarter tápot („Tejtestvér”) is fogyaszthattak *ad libitum*.

12. táblázat: A súlygyarapodás alakulása a kísérletben

Megnevezés	Kontroll	Kísérleti
súlygyarapodás választásig (g/malac/nap)	202	167
súlygyarapodás az utónevelőben (g/malac/nap)	226	179
súlygyarapodás a kísérlet alatt (g/malac/nap)	218	176

A választást követően a malacok átkerültek a malac utónevelőbe, ahol kezdetben starter malactápot („Medikált dajka”) fogyasztottak, majd ezt követően saját keverésű malactápot („Malac I.”) etettünk. A takarmányt ebben a szakaszban is étvágy szerint fogyaszthatták a malacok, az elfogyasztott mennyiségeket folyamatosan regisztráltuk. Az utónevelőben mindkét csoportban nagyobb volt a súlygyarapodás a választás előtti időszakhoz képest, azonban a kontroll csoport előnye megmaradt. Ez a megállapítás alátámasztja az átlagos testsúly alakulásának meghatározásakor szerzett tapasztalatainkat, vagyis a kisebb súlyhoz kisebb súlygyarapodás is társult.

Az előbbiekből adódóan a kísérlet teljes időtartamára (74 nap) vonatkozó súlygyarapodás a kontroll csoportnál volt nagyobb, átlagosan +42 g-mal.

Az utónevelés időszakában értékeltük a malacok takarmányhasznosítását is, amely a kontroll csoportnál 2,1 kg/kg volt, míg a kísérleti állatoknál 2,7 kg/kg értéket kaptunk - vagyis a takarmányhasznosítás is valamivel gyengébb volt a kísérleti csoportban. Brown és mtsai (1996) kutatásuk során megállapították, hogy a vaskiegészítés szignifikáns mértékben növeli a vér hemoglobin tartalmát a választott malacoknál, de nem befolyásolja a malacok

teljesítményét. Azaz a kontroll csoport esetén a teljesítménybeli lemaradás nem hozható be a kísérleti vaskiegészítés pozitív hatására sem.

A kísérlet során rögzítettük az állatok létszám adatait is, amely alapján az elhullás alakulását is számolni tudtuk. A kapott eredményeket az 13. táblázat tartalmazza.

13. táblázat: A létszámok és az elhullás alakulása a kísérletben

Megnevezés	Kontroll	Kísérleti
élve született malac (db)	48	52
választott malac (db)	44	48
<i>elhullás a fiasztatóban (%)</i>	<i>8,3</i>	<i>7,7</i>
létszám az utónevelés végén (db)	44	46
<i>elhullás a battérián (%)</i>	<i>0,0</i>	<i>4,2</i>
<i>összes elhullás a kísérlet alatt (%)</i>	<i>8,3</i>	<i>11,5</i>

A kísérlet eredményei alapján azt állapíthatjuk meg, hogy a kísérleti vaskészítményt fogyasztó csoportban a termelési paraméterek gyengébben alakultak a kontroll csoporthoz képest. A gyengébb teljesítmény azonban nem a készítmény etetésével áll összefüggésben, hanem elsősorban az az oka, hogy a kísérleti csoport malacai kisebb átlagsúllyal születtek a kontroll malacokhoz képest, és ez meghatározta a későbbi gyengébb teljesítményt is. A két csoport között ugyanis a vaskiegészítés kivételével sem a takarmányozásban, sem a tartástechnológiában nem volt különbség. Ezenkívül, az eredmények értékelésénél azonban mindenképpen figyelembe kell venni azt is, hogy csoportonként mindössze 4-4 kocával folyt a kísérlet, ami elég alacsony létszám ahhoz, hogy a termelési paraméterekre vonatkozóan messzemenő következtetéseket tudjunk levonni. A másik tényező pedig, ami befolyásolta az eredményeket, hogy a kocákat még a fialás előtt kellett kiválasztani. A kocák kiválasztásánál a korábbi szaporodási eredményeket tudtuk figyelembe venni, illetve arra is törekedtünk, hogy a megszülető malacok lehetőleg azonos genotípusúak legyenek.

A kísérletben szereplő szilárd vaskészítmény külön etetőbe került elhelyezésre a malacok számára a fiasztatóba kutricánként három napos kortól (3. kép). A készítmény elhelyezését követően figyeltük a malacok viselkedését is. Azt tapasztaltuk, hogy

érdeklődéssel „kóstolták meg” az új takarmányt, de jelentősebb mennyiséget nem fogyasztottak belőle az első élethétben, ezáltal nem minden malac vett fel elegendő vasat, amit a malacok fejlődése, elsősorban súlygyarapodása jelzett a kísérletben.



3. kép: A kísérleti vaskészítménnyel ismerkednek a malacok
(Nagy Katalin, 2013)

A kísérleti vaskészítmény etetésének hátránya lehet, hogy nem tudjuk pontosan megállapítani, hogy melyik malac mennyit fogyasztott a készítményből, ezáltal nem ismerhetjük pontosan, hogy hogyan alakul az egyes malacok vasellátottsága. Éppen ezért a kísérletünkben három alkalommal vért is vettünk a malacoktól, hogy ez alapján pontosabban meg tudjuk állapítani, hogy hogyan alakult a két csoportban a malacok vasellátása. A vizsgált vérparaméterek eredményeit a 14. táblázatban foglaltuk össze.

Az első vérvételkor (1 napos korban) kocánként 2 malactól vettünk vért (8 vérminta/csoport). Ennek során tapasztaltuk, hogy amikor ilyen fiatal állatoktól történik a vérvétel, akkor többféle tényező is nehezítheti az adatok értékelését, ezért a 2. és 3. vérvételnél már csoportonként 12-re növeltük a vérminták számát.

Az egy napos korban történt vérvétellel tulajdonképpen a malacok születéskori vas státuszát tudtuk értékelni. A vizsgált paraméterek (fehérvérsejt szám, vörösvértest szám, hemoglobin, haematokrit, vas és transferrin tartalom) egyikében sem volt szignifikáns különbség a két csoport értékei között. Ugyanakkor a vas tartalom elég széles határok között ingadozott mindkét csoportban (kontroll: 18,2-43,1 $\mu\text{mol/l}$, kísérleti: 9,0-29,3 $\mu\text{mol/l}$). A kapott értékek alapján látható, hogy kísérleti csoport malacainak vérplazmájában alacsonyabb

volt a vastartalom, noha az eltérés nem volt szignifikáns. Ugyanakkor az anémiás állapot megítélésre szolgáló hemoglobin értéke nagyon hasonló volt a két csoportban (kontroll: 8,66 g/100 ml vs. kísérleti: 9,07 g/100 ml).

A második vérvételre 10 napos korban került sor, amikor is a kontroll csoport már kétszer részesült vas-kiegészítésben (a telepi gyakorlatnak megfelelően), a kísérleti malacok pedig a vaskészítményt fogyaszthatták 5 g/malac/nap mennyiségben. Irodalmi adatok szerint 2-4 hetes korra a hemoglobin értékének legalább 10 g/100 ml-nek kell lenni ahhoz, hogy ne alakuljon ki anémia. Eredményeink szerint a kontroll csoport ezt az értéket elérte (10,64 g/100 ml) a 10 napos vérvizsgálatnál, és a kísérleti csoport átlagos értéke is alig maradt el ettől (9,67 g/100ml). A kísérleti csoportban egy malac kivételével 9 g/100 ml fölötti értékeket mértünk, ami a publikált irodalmak szerint még éppen elég az optimális termeléshez. Egy malacnál találtunk 7,9 g/100 ml értéket, ami enyhe fokú anémiára utal.

A harmadik vérvételkor, ami a választással volt egybekötve 23 napos korban, már mindkét csoport malacainál 10 g/100 ml fölötti értékeket találtunk a hemoglobin esetében, ami bizonyítja, hogy a szoptatás ideje alatt mindkét csoport malacai elegendő vasat tudtak felvenni. Kivételt csak az az egy malac jelentett, amelynek korábban is alacsony volt a hemoglobin értéke a kísérleti csoportban - de ennek nem a vizsgált készítmény az oka valószínűleg, hanem más problémára vezethető vissza.

Érdekes tapasztalat volt a vérvizsgálatok során, hogy a vérplazma vastartalmában az egyik vérvétel esetében sem volt szignifikáns különbség a csoportok között, de az egyes vérvételek értékei eltérően alakultak a csoporton belül. A kontroll állatoknál az 1. és 2. vérvételnél hasonló értékeket kaptunk (28,25 és 30,97 $\mu\text{mol/l}$, sorrendben), ugyanakkor a választás idejére a vastartalom 17,02 $\mu\text{mol/l}$ csökkent. Ezzel szemben a kísérleti csoportban az 1 napos vérvétel relatív alacsony értékéhez képest (15,38 $\mu\text{mol/l}$) a 10 napos korban végzett vérvizsgálatnál már 26,31 $\mu\text{mol/l}$ -ra nőtt a vastartalom és ez megmaradt egészen a választásig. A nagy szórás értékek azonban azt mutatják, hogy elég jelentős különbségek voltak az egyes állatokból vett minták között. Gundel és mtsai (1998) is egyértelműen a szerves vaskiegészítés jobb hatékonyságáról számoltak be kutatásuk során. Huminsavhoz kötött vasat adagoltak mind a malacoknak, mind a kocáknak a vemhesség kezdetétől kísérletükben, melyben azt tapasztalták, hogy a szerves kiegészítés a kísérlet során gyűjtött vérmintákban magasabb vastartalmat eredményezett a szerves kiegészítés nélküli csoporttal szemben.

A szervezetben a vas szállítását és elosztását szabályozó transferrin esetében szintén nem volt szignifikáns különbség a kontroll és a kísérleti csoport között. Az egymást követő vérvételek alkalmával a kontroll csoportban csökkenő tendencia figyelhető meg, ugyanakkor ez a kísérleti csoport esetében nem mondható el.

A vörösvértestek száma mindkét csoportban nőtt az életkor előrehaladtával és a választás idejére elérte a sertésre jellemző értéket ($5-8 \times 10^{12}/l$).

A vörösvértestek összterfogatát a haematokrit mutatja meg. Ennek értéke a kontroll csoportban a vörösvértestek számával párhuzamosan az életkor előrehaladásával nőtt (0,26-ról 0,37 l/l értékre). A kísérleti csoportban az 1 és a 10 napos vérvizsgálatnál egyaránt 0,28 l/l volt az értéke, de a választáskori vérvételnél már 0,36 l/l-re emelkedett. A kapott eredmények megfelelnek tehát a sertésre jellemző 27-39%-os értéknek. A 10 napos vérvételkor ugyan a kísérleti csoport értéke szignifikánsan alacsonyabb volt, de a 3. vérvizsgálatnál már azonos volt a két csoport eredménye.

A vérvizsgálat során lehetőségünk volt a fehérvérsejtszám meghatározására is, ugyan ez nem kapcsolódik szorosan a vaskiegészítéshez. A vörösvértestek számához hasonlóan itt is növekvő értékeket mértünk az életkor előrehaladásával, a kontroll csoportban $6,36 \rightarrow 7,71 \rightarrow 9,19 \times 10^9/l$ volt, a kísérleti csoportban, pedig valamivel magasabb értékeket találtunk: $7,80 \rightarrow 8,35 \rightarrow 9,70 \times 10^9/l$. A szakirodalomban (Horváth, 1979) a sertésre vonatkozó normál érték $11-22 \times 10^9/l$, ami valószínűleg felnőtt állatra vonatkozik, a csoportok átlagos értéke ennél alacsonyabb volt, de a választáskori vérvételnél a kontroll csoportban 2, a kísérleti csoportban pedig 5 malac egyedi értéke esett ebbe a tartományba.

14. táblázat: A FerroPig szilárd formájú vaskiegészítés etetésének hatása a vérplazma néhány vizsgált paraméterére vonatkozóan

Megnevezés	Kontroll	Kísérleti
Hemoglobin (g/l)		
1. mérés	86,83±3,86 ^a	90,75±12,12 ^a
2. mérés	106,44±5,07 ^a	96,70±7,83 ^b
3. mérés	116,80±9,60 ^a	112,81±12,67 ^a
Vas (μmol/l)		
1. mérés	28,25±9,60 ^a	15,38±6,56 ^a
2. mérés	30,97±9,47 ^a	26,31±16,48
3. mérés	17,02±5,74 ^a	29,07±13,00
Transzferrin (mg/dl)		
1. mérés	10,95±0,60 ^a	10,66±0,84 ^a
2. mérés	10,30±1,49 ^a	9,64±1,92 ^a
3. mérés	9,42±2,00 ^a	10,90±2,08 ^a
Vörösvértest (10¹²/l)		
1. mérés	3,98±0,46 ^a	4,33±0,54 ^a
2. mérés	4,54±0,48 ^a	4,57±0,50 ^a
3. mérés	6,00±0,48 ^a	5,71±0,51 ^a
Hemotokrit (l/l)		
1. mérés	0,26±0,01 ^a	0,28±0,03 ^a
2. mérés	0,30±0,01 ^a	0,28±0,02 ^b
3. mérés	0,36±0,02 ^a	0,36±0,03 ^a
Fehérvérsejt (10⁹/l)		
1. mérés	6,35±0,96 ^a	7,79±1,73 ^a
2. mérés	7,71±1,83 ^a	8,35±3,35 ^a
3. mérés	9,18±2,16 ^a	9,70±3,90 ^a

a,b: P<0,05

Megjegyzés: 1. mérés: 1 napos korban; 2. mérés: 10 napos korban;
3 mérés: 23 napos korban (választáskor)

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A vérvizsgálatok alapján összefoglalóan megállapítható, hogy a kísérleti vaskészítmény etetése a szoptatási időszak alatt 5 g/malac/nap mennyiségben alkalmazva alkalmas arra, hogy a kísérlet helyszínéül szolgáló telep gyakorlatában alkalmazott kétszeri (2 napos és 4 napos korban alkalmazott) vaskiegészítéssel azonos vasellátottságot biztosítson a malacok számára. Mivel nehezen ellenőrizhető, hogy valamennyi malac elegendő mennyiséget fogyasztott-e a készítményből az első élethéten, ami fontos tényező az anémia és az abból eredő teljesítmény csökkenés elkerülése szempontjából, ezért a készítmény önálló alkalmazása a malacok vasellátásának javítására nem javasolható.

Az eredmények alapján a következő ajánlás fogalmazható meg az üzemi kísérlet tapasztalatai és a kapott eredmények alapján: a 2 napos korban adott vaskiegészítést követően (amely segíthet az anémia kialakulásának megelőzésében) a 4-5 napos korban alkalmazott vasinjekció helyett a kísérleti vaskészítmény fogyasztása javasolható a malacok számára a szoptatás ideje alatt. Ilyenkor ugyanis már feltételezhető az eredményeink alapján, hogy elegendő vasat képesek bevinni a szervezetbe a készítménnyel, hogy az anémia kialakulását megelőzzék. További előny lehet, hogy ha nem egyszeri injekció formájában kapnak vaskiegészítést, hanem hosszabb időn keresztül tudnak vasat felvenni, ezáltal a későbbi fejlődési időszakok vasszükségletéhez kellő alapot képezhetne.

Az eredmények tükrében a vasellátás biztosításának kérdését gazdasági szempontból is érdemes lenne értékelni, hiszen közel azonos hatékonyság mellett fontos kérdés egy működő állattartó telep esetében az ár, mint költségtényező. Ez a téma, illetve kutatás további tárgyát képezheti a jövőben.

A vaskészítményt kijuttatás szempontjából is ajánlatos értékelni, hiszen a munkaerő hatékonyságát a kijuttatás minősége és annak körülményei is befolyásolja, továbbá az időtényező is fontos faktor. A kísérleti vaskészítmény kijuttatása nem okozott nehézséget a telepi gyakorlatban, azonban a vaskészítmény kijuttatásához egy külön etetőre van szükségünk, ennek rendszeres tisztítása és feltöltése szintén időigényes folyamat.

Fontos figyelembe venni továbbá, hogy alapvetően a szopós malac egyetlen takarmánya hozzávetőleg 21. napos koráig a kocatej, ami biológiai sajátosságai folytán a malac számára teljes értékű takarmánynak tekinthető (Mézes és Hausenblasz, 2009), továbbá emésztőrendszerük enzimekészlete és fejlettsége is a tej emésztésére adaptálódott. Így

mindezen élettani feltételeket figyelembe véve elmondható, hogy egy 3 napos malac a koca tején kívül nem fog nagyobb mennyiséget a szilárd, por halmazállapotú készítményből felvenni. Ezért a malacok vasellátásának biztosítása kizárólag a kísérleti vaskészítménnyel egyértelműen nem megoldható.

A kísérleti vaskészítmény hatékonyabb kipróbálásának céljából a kísérletben részt vevő egyedek számát további kísérlet során ajánlott növelni, így nagyobb egyedszám esetén több adattal és megbízhatóbb eredményekkel dolgozhatnánk. A kísérletben vizsgált kocák esetében részletesebben meg kellene nézni a termelési eredményeket, különös tekintettel a szaporulati paraméterekre, így korábbi fialások eredménye alapján az egyenlőtlen alomnagyság problémáját előzetes becslések alapján mérsékelni lehetne. További lehetőség lehetne a kísérleti és a kontroll csoport közti különbségek mérséklésére, ha a fialást követően alakítanánk ki a csoportokat, azonos ismert termelési paraméterek és fenotípus esetén. Erre azért is lehetne lehetőség, mert a kocák fialást megelőző takarmányozása, elhelyezése teljesen azonos.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A mikroelemekkel foglalkozó tudományos kutatások az évtizedek során számos új ismeretet tártak föl a különböző mikroelemekről, a vas (Fe) azonban egy olyan elem, amellyel a sertéstakarmányozásban még napjainkban is számos vizsgálat, kutatás folyik. Ennek oka az, hogy a modern sertéstenyésztésben még mindig az egyik legnagyobb gazdasági kárt okozó betegség a malacok vérszegénysége, azaz anémiája, amely szorosan összefügg a Fe-ellátással. Az egészséges, megfelelő biológiai alapokkal rendelkező malac, kellő potenciállal rendelkezik az optimális fejlődéshez. Mindehhez azonban biztosítani kell azokat a tényezőket, melyek az optimális fejlődés elengedhetetlen feltételei és kellékei. Ilyen a malac vasszükségletéhez igazodó vasellátás biztosítása is.

A dolgozat fő célkitűzése egy kísérleti vastartalmú termék malacok vas státuszára kifejtett hatásának értékelése volt. Mindemellett a fontosabb természetes termelési eredményeket (pl. átlagsúly, súlygyarapodás, takarmányfogyasztás, elhullás, FCR) is nyomon követük. A kísérletre, üzemi körülmények között Nagy Gyula e.v. rábacsécsényi sertéstelepén került sor.

A kísérletbe F1 (MN×ML)×duroc keresztezett állományból származó malacokat vontunk be (4-4 koca és szaporulata, azonos ivararány mellett). A kontroll csoport malacai a telepi gyakorlatnak megfelelő vaskiegészítésben részesültek (2 napos korban: 2 ml Bio Weyxin Fevit készítményt, majd 4-5 napos korban: 2 ml Eisendextran+B12 injekció A.U.V. injekciót kaptak). A kísérleti csoportban 3 napos kortól adagoltunk a kísérleti szilárd vastartalmú porkeveréket. A kijuttatás folyamatosan, minden kutricában elhelyezett etetőben történt, alomnagyságnak megfelelő mennyiségben (5 g/malac). A készítmény hatékonyságát a termelési mutatók mellett vérvizsgálat segítségével (kocánként 8-12 malac/kezelés) is értékeltük (fehérvérsejtszám, vörösvértestszám, hemoglobin tartalom, haematokrit érték, vas tartalom, transferrin tartalom). A malacok választása 23 napos korban történt, ezt követően az állatok átkerültek a malacnevelő istállóba. A vizsgálatot 70 napos korban fejeztük be. A kapott adatok statisztikai értékelését az SPSS 13.0 for Windows program (SPSS Inc., Chicago, USA) segítségével végeztük el. A választott szignifikancia szint $P < 0,05$ volt.

A kísérlet eredményei alapján azt állapíthatjuk meg, hogy a kísérleti vas készítményt fogyasztó csoportban a termelési paraméterek gyengébben alakultak a kontroll csoporthoz képest. A gyengébb teljesítmény azonban nem a készítmény etetésével áll összefüggésben, hanem elsősorban az az oka, hogy a kísérleti csoport malacai kisebb átlagsúllyal születtek a kontroll malacokhoz képest, és ez meghatározta a későbbi gyengébb teljesítményt is. A két csoport között ugyanis a vaskiegészítés kivételével sem a takarmányozásban, sem a

tartástechnológiában nem volt különbség. Ezenkívül, az eredmények értékelésénél azonban mindenképpen figyelembe kell venni azt is, hogy csoportonként mindössze 4-4 kocával folyt a kísérlet.

A vérvizsgálatok adatai alapján összefoglalóan megállapítható, hogy a kísérleti vaskészítmény etetése a szoptatási időszak alatt 5 g/malac/nap mennyiségben alkalmazva alkalmas arra, hogy a kísérlet helyszínéül szolgáló telep gyakorlatában alkalmazott kétszeri (2 napos és 4 napos korban alkalmazott) vaskiegészítéssel azonos vasellátottságot biztosítson a malacok számára. Mivel nehezen ellenőrizhető, hogy valamennyi malac elegendő mennyiséget fogyasztott-e a készítményből az első élethéten, ami fontos tényező az anémia és az abból eredő teljesítmény csökkenés elkerülése szempontjából, ezért a készítmény önálló alkalmazása a malacok vasellátásának javítására nem javasolható.

Az eredmények alapján úgy tűnik, hogy a 2 napos korban adott vaskiegészítést követően a 4-5 napos korban alkalmazott vasinjekció helyett a kísérleti vaskészítmény fogyasztása javasolható a malacok számára a szoptatás ideje alatt. Ilyenkor ugyanis már feltételezhető az eredményeink alapján, hogy elegendő vasat képesek bevinni a szervezetbe a készítménnyel, hogy az anémia kialakulását megelőzzék. További előny lehet, hogy ha nem egyszeri injekció formájában kapnak vas-kiegészítést, hanem hosszabb időn keresztül tudnak vasat felvenni, ezáltal a későbbi fejlődési időszakok vasszükségletéhez kellő alapot képezhetnek.

6. IRODALOMJEGYZÉK

- Agricultural and Food Research Council (AFRC)* (1990): Technical Committee on Responses to Nutrients: Nutrient Requirements of Sows and Boars. Nutrition Abstracts and reviews, Series B 60, 383 p.
- Agricultural Research Council (ARC)* (1981): The Nutrient Requirements of Pigs. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, Egyesült Királyság
- Alonso-Spilbury M. –Ramírez-Neceoecha R. – González-Lorenzo M.-Mota-Rojas D. – Tryillo-Ortega M.E.* (2007): Piglet Survival in Early Lactation. Journal of Animal and Veterinary Advances 6.(1). 76-86. p.
- Anderson, B. K. – Easter, R. A.* (1999): A review of iron nutrition in pigs. Illini PorkNet Papers (<http://www.livestocktrail.illinois.edu/porknet/paperDisplay.cfm?ContentID=70>)
- Berger, L.L.* (2006): Salt and trace minerals for livestock, poultry and other animals. University of Illinois, Salt Institute Alexandria, virginia, USA (http://www.seaagri.com/docs/salt_and_trace_elements_in_animal_nutrition.pdf)
- Boyd, D.* (2006): Sow mineral supplies decline with age. Pig International April 10-11. p.
- Böő, I.* (2003): Sertésegészség-tan gazdáknak szaktudás Kiadó ház, Budapest
- British Society of Animal Science (BSAS)* (2003): Nutrient Requirement Standards for Pigs. British Society of Animal Science. Penicuik, Egyesült Királyság
- Brown, J. M. E. – Edwards, S. A. – Smith, W. J. – Thompson, E. – Duncan, J.* (1996): Welfare and production implications of teeth clipping and iron injection of piglets in outdoor systems in Scotland. Preventive Veterinary Medicine, 27. 95-105. p.
- Bruininx, E. M. A. M. – Swinkels, J. W. G. M. – Parmentier, H. K. – Jetten, C. W. J. – Gentry, J. L. – Schrama, J. W.* (2000): Effects of an additional iron injection on growth and humoral immunity of weanling pigs. Livestock Production Science, 67. 31-39. p.
- Feng, J. – Ma, W. Q. – Xu, Z. R. – Wang, Y. Z. Liu, J. X.* (2007): Effects of iron glycine chelate of growth, haematological and immunological characteristics in weanling pigs. Animal Feed Science and Technology, 134. 261-272. p.
- EMFEMA* (2002): Bioavailability of major and trace minerals. EMFEMA International Association of the European (EU) Manufactures of major, Trace and Specific Feed Mineral Materials (<http://www.emfema.org/bio/20020701Bioavailabilitystudy2.pdf>)
- Fekete, L.* (1995): Sertéstakarmányozás. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Feng, J. - Ma, W. Q. – Xu, Z. R. – He, J. X. - Wang, Y. Z. Liu, J. X.* (2009): The effect of iron glycine chelate on tissue mineral levels, fecal mineral concentration, and liver antioxidant enzyme activity in weanling pigs. Animal Feed Science and Technology, 150. 106-113.
- Gundel, J. Régius-Möcsényi, Á. - Mátrai, T.* (1998): The iron supply of swines. 7th International Symposium on Animal nutrition, Kaposvár, proc. 59-72. p.
- Gundel, J. - Ács, T. - Pálffy, T. - Hermán, I.-né* (2007): A malacok takarmányozása. Agrárágazat, április (<http://www.pointernet.pds.hu/ujsagok/agraragazat/2007/04/20071018152557565000000553.html>)
- Kellems R.O. és Church, D.C.* (2010): Livestock Feeds and Feeding 6th edition. Chapter: Feeding swine, Pearson Education, Inc. Prentice hall, USA, 244-284.p.
- Kleinbeck, S. N. – McGlone, J. J.* (1999): Intensive indoor versus outdoor swine production system: genotype and supplemental iron effects on blood hemoglobin and selected immune measures in young pigs. Journal of Animal Science, 77. 2384-2390. p.
- Kolb és Gürtler*, 1971 in Gundel és mtsai, 1998
- Kreuzer, M. és Kirchgessner, M.* (1991): Endogenous iron excretion: a quantitative means to control iron metabolism. Biological Trace Element Research, 29. 77-92.p.

- Magyar Takarmánykódex* (2004): Magyar Takarmánykódex II-III. kötet. Országos mezőgazdasági Minősítő Intézet, Budapest
- Mateos, G.G. - Lázaro, R. - Valencia, D.G. - Vicente, B.* (2006): New perspectives on mineral nutrition of pigs. (<http://en.engormix.com/MA-pig-industry/nutrition/articles/new-perspectives-mineral-nutrition-t263/141-p0.htm>)
- Merck Veterinary Manual* (2011): The Merck Veterinary Manual 9th edition. Ed. C.M. Kahn, Merck Sharp & Dohme Corp., a subsidiary of Merck & Co., Inc., Whitehouse Station, NJ, USA
- Mézes, M. és Hausenblasz, J.* (2009): Sertéstakarmányozás. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Miller, E. R. – Waxler, G. L. – Ku, P. K. – Ullrey, D. E. – Whitehair, C. K.* (1982): Iron requirements of baby pigs reared in germ-free or conventional environments on a condensed milk diet. *Journal of Animal Science*, 54. 106-115. p.
- National Research Council* (1979): Nutrient requirements of domestic animals. Nutrient Requirements of swine, 8th revised edition. National Academy of Science-National Research council, Washington, D.C.
- National Research Council* (1998): Nutrient requirements of Swine, 10th revised edition. National Academy press, Washington, USA
- National Swine Nutrition Guide* (2010): National Swine Nutrition Guide Tables of Nutrient Recommendations, Ingredient Composition, and Use Rates. Ed. Meisinger D., U.S. Pork center of Excellence, USA
(<http://www.usporkcenter.org/FileLibrary/External/USPCE/NSNG/nutrient%20recommen-dation%20tables2%281%29.pdf>)
- Németh, A.* (2006): Két különböző, a vashiányos anémia megelőzését szolgáló vaskészítmény összehasonlítása malacoknál. diplomadolgozat Nyugat-magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi kar Állattudományi Intézet, Mosonmagyaróvár
- Nick H, Acklin P, Lattmann R, Buehlmayr P, Hauffe S, Schupp J, Alberti D.* (2003): Development of tridentate iron chelators: from desferrithiocin to ICL670. *Current Medicinal Chemistry*, 10. 1065-76. p.
- Peters, J. C. – Mahan, D. C.* (2008): Effects of neonatal iron status , iron injections at birth, and weaning in young pigs from sows fed either organic or inorganic trace minerals. *Journal of Animal Science*, 86. 2261-2269. p.
- Pollmann, D. S. – Smith, J. E. – Stevenson, J. S. – Schoneweis, D. A. – Hines, R. H.* (1983): Comparison of gleptoferron with iron dextran for anemia prevention in young pigs. *Journal of Animal Science*, 56. 640-644. p.
- Salle, E. - Auvigne, V.* (2006): Comparative study of the efficacy of gleptoferron and iron dextran in anaemia prevention in piglets. *Proc. of the 19th IPVS Congress, Koppenhága, Dánia, Vol. 2., 567. p.*
- Schweigert, F. J. – Gürtler, H. – Baumann, A. – Wahren, M. Leo, M.* (2000): Effect of iron supplementation on plasma levels of vitamins A, E and C in piglets. *Livestock Production Science*, 63. 297-302. p.
- Schmidt, J.* (2003): A takarmányozás alapjai. Mezőgazda kiadó, Budapest
- Spears, J. W.* (1999): Reevaluation of the metabolic essentiality of the minerals (Review). *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* , 12. 6. 1002-1008. p.
- Underwood, E.J. - Suttle, N.F.* (1999): The mineral nutrition of livestock 3ed edition. Chapter: Iron CAB International, Wallingford, Nagy-Britannia, 375-396p.
- Vrzigul, L. és szerzőtársai* (1985): A takarmányozás elmélete és gyakorlata A gazdasági állatok anyagforgalmi betegségei és megelőzésük. mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Yu, B. – Huang, W-J. – Chiou, P. W-S.* (2000): Bioavailability of iron from amino acid complex in weanling pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 86. 39-52. p.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatási munkát az *Alpha-Vet Állatgyógyászati Kft.* GOP-1.1.1-09/1-2010-0192 azonosító számú pályázat keretéből támogatta (a projekt címe: „A szervezet által jobban hasznosítható, élettanilag fontos makro- és mikroelem tartalmú készítmények kifejlesztése állatok számára”).

Ez úton szeretnék köszönetet mondani konzulenseimnek, dr. Zsédely Eszternek és dr. Tóth Tamásnak, akik szakmai tudásukkal, tapasztalatukkal és segítőkészségükkel segítették munkámat és hozzájárultak e dolgozat elkészüléséhez.

Továbbá köszönetet szeretnék mondani Édesapámnak, Nagy Gyulának, aki saját gazdaságában biztosított lehetőséget a termék üzemi tesztelésére és tapasztalatával, tudásával segítette a munkámat.