

# Animal welfare, etológia és tartástechnológia



## Animal welfare, ethology and housing systems

Volume 17

Issue 1

Gödöllő  
2021

## A CINK-OXID (ZNO) ADAGOLÁS KIVÁLTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI VÁLASZTOTT MALACOKNÁL

*Albert Fruzsina<sup>1</sup>, Bodnár Ákos<sup>1</sup>, Pajor Ferenc<sup>1</sup>, Póti Péter<sup>1</sup>, Abayné Hamar Enikő<sup>1</sup>,  
Kovács-Weber Mária<sup>1</sup>, Posta Katalin<sup>2</sup>, Juhász Ákos<sup>2</sup>, Mayer Zoltán<sup>2</sup>, Hidas  
András<sup>1</sup>, Fazekas Natasa<sup>1</sup>, Egerszegi István<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Intézet

<sup>2</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Genetika és Biotechnológia Intézet

2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

[fruzsi.albert93@gmail.com](mailto:fruzsi.albert93@gmail.com)

Received – Érkezett: 05. 10. 2020.

Accepted – Elfogadva: 26. 11. 2020.

### Összefoglalás

A választásakor kialakuló stresszhelyzet jelentős hasmenést idézhet elő malacokban, mely igen nagy gazdasági veszteséggel járhat. A probléma kezelésére szokták használni takarmányba keverve a cink-oxidot, melynek azonban feltárhatósága igen nehéz, ezért jóval többet kell adagolni az állatok számára ahhoz, hogy hatékony mennyiségű cinkhez jussanak. Ennek azonban környezetkárosító hatása van.

Hosszú ideje a nagy dóziszú ZnO használata volt az egyik módja a hasmenés okozta problémák kezelésének választott malacoknál. Annak ellenére, hogy a ZnO túlzott felhasználása jelentős környezetterhelést jelent, ezért a Committee for Medicinal Products for Veterinary Use (CVMP) által felterjesztett 2001/82/EC irányelv (EMEA/V/A/118) 35. cikkelye szerint az Európai Bizottság 2022-re elrendelte a ZnO gyógyászati célú használatának malactakarmányozásban történő alkalmazására vonatkozó uniós szintű tilalmát. A fennálló probléma megoldásaként ma már több kutatást folytattak a ZnO kiváltását illetően. Az antimikrobiális szerek korlátozott felhasználásával, vagy betiltásával egyetemben új megoldásokat kell találni a választott malacok egészségi állapotának javítására, védelmére, valamint a teljesítményük fenntartására. Az utóbbi időben az állattenyésztést elárasztották az alternatív termelést fokozó termékek, melyeknek hasonló hatásai vannak a gyógyszerkészítményekhez (Kamel, 2000). Az illóolajok, szerves savak, enzimek, probiotikumok (lactobacillusok), prebiotikumok (oligoszacharidok) és a gyógynövények mind felhasználhatók takarmány-adalékanyagként a malacok választási teljesítményének növelésére.

**Kulcsszavak:** Sertés, választott malac, ZnO, cink-oxid kiváltás, sertéstakarmányozás

### Possible replacement of ZnO treatment in the case of weaning piglets

#### Abstract

The weaning of piglets is a stressful situation which can cause diarrhea, and can lead to very high economic losses. As a solution, Zinc oxide is used for preventive manner, but it is difficult to

determine the right amount of it, so the use of high dosage is a general practice. This, in turn, has a detrimental effect on the environment.

For a long time, the use of high-dose ZnO has been one of the options to treat diarrhea-induced problems in weaned piglets (*http1*). However, with its large, excessive use, we have managed to cross a border that can no longer be maintained in the long run from an environmental point of view (*http2*). As a result, according to Article 35 of Directive 2001/82/EC (EMEA/V/A/118) presented by the CVMP (*http3*), the European Commission ordered an EU-wide ban on the use of ZnO in the case of pig feeding by 2022 (*http4*). To solve the existing problem further research is needed now.

Along with the limited use or banning of antimicrobials, we need to find new solutions to improve and protect the health of farm animals and maintain their performance. Recently, animal husbandry has been flooded with the use of alternative production-enhancing products that have similar effects to pharmaceuticals (Kamel, 2000).

Essential oils, organic acids, enzymes, probiotics (lactobacilli), prebiotics (oligosaccharides) and herbs could be used as feed additives.

**Keywords:** Swine, weaning piglet, ZnO, zink-oxide replacement, swine feeding

## A ZnO felhasználása választási malacokban

Az állatok ásványi anyag szükséglete a mikro vagy makro elemek olyan mennyisége, amit az adott állat az életfenntartásához használ (status quo). A szükségletbe a létfenntartáson kívül beletartoznak a növekedéshez és reprodukcióhoz, valamint a laktáció alatti tejelválasztáshoz felhasznált mennyiségek is. A fiziológiai követelmény azonban nem azonos a takarmányozási javaslatokkal. Az utóbbiak ugyanis gyakran meghatározott biztonsági határértékeket tartalmaznak, számításba véve a pontos élettani követelmények ismeretének hiányát és a bizonytalanságokat, mint például a csoportok, a feltárhatóság és a takarmányok összetétele közötti különbségeket. Ebből kifolyólag tudjuk, hogy figyelembe kell venni a sertéstakarmányokban mindig magas fitáttartalmat, mely csökkenti a Zn és a Cu hozzáférhetőségét, mivel a fitinsav komplexeket képez ezen összetevőkkel, így megkötve és felszívódásra alkalmatlanná téve azokat. Továbbá jól tudjuk azt is, hogy a kalcium, a vas és egyéb elemek jelenléte csökkentheti a nyomelemek felszívódását is (Lønnerdal, 2000).

A Zn egy esszenciális elem, mely rendkívül fontos szerepet játszik a növekedésben, a sejtproliferációban és differenciálódásban. Ezen kívül rengeteg cinkfüggő enzimhez (több, mint 200) és más fehérjékhez katalitikus, szabályozó és/vagy szerkezeti komponensként van jelen (Poulsen, 1989; Poulsen, 1995; Hill és mtsai, 2000; Hu és mtsai, 2014), illetve nélkülözhetetlen a keratinszintézisben is. Cink-dependens folyamat az A-vitamin szervezeten belüli transzportjáért felelős fehérje szintézise is, így cinkhiány esetében másodlagos A-vitamin hiány is kialakulhat. Ennek következtében pedig indirekt módon zavart szenvednek a keratinszintézis vitaminfüggő folyamatai is (Bokori és mtsai, 2003). Ezen felül befolyásolja a malacok szopóskori elhullását és a választott malacok takarmányértékesítését. Hatással van közvetett módon a szaporodásbiológiai folyamatokra is szintén az A-vitamin szervezeten belüli transzportjában betöltött szerepe miatt. A cink-oxidot (ZnO) a sertéságazatban antibakteriális hatása miatt alkalmazzák, de emellett kevesen vannak tisztában vele, hogy kedvező enterális hatásokkal is bír. Ennek hatására a kripták mélységének növelésével a bélhámsejteknek az aktív felszívó felület is növekedni fog. Továbbá a

vékonybél falának vastagsága is növekszik, melynek hatására csökkenni fog a bakteriális invázió valószínűsége.

Cinkhiányos állatok esetében csökken a glükóz-értékesülés és néhány szövet lipidjének zsírsavösszetétele, ezért csökken az esszenciális zsírsavak mennyisége is. A cinkhiány gyakori tünetei a csökkent étvágy (ízérzékelési zavarok), a gyenge növekedési erély és a hasmenés. Számos tanulmány kimutatta, hogy a nagy étrendi cinkellátás (2000-4000 mg/ttkg) az első két hétben az elválasztást követően, csökkentette a hasmenést (*Poulsen, 1989; Poulsen, 1995; Hill és mtsai, 2000; Hu és mtsai, 2014*).

A Zn gyakorlatilag minden testszövetben jelen van, de csak kis mennyiségben tárolódik a szervezetben olyan formában, amely közvetlenül elérhető a szervezet élettani funkcióihoz. Ez azt jelenti, hogy a szervezet képtelen felhalmozni olyan cinkraktárakat, amelyekből a Zn azonnal mozgósítható lenne, ha esetleg a takarmánnyal bevitt mennyisége alacsonynak bizonyul. Emiatt rendkívül fontos az elegendő mennyiségű Zn napi bevitele, mivel a szervezet csak nagyon kis mértékben tudja kompenzálni a belső cinkraktárak mozgósítását még egy rövid ideiglenes hiány esetén is. A gyakorlatban alkalmazott biztonsági túladagolási stratégián azonban változtatni kell, mert a magas ZnO mennyiség bevitele miatt az állatok szervezete nagy mennyiségű cinket választ ki, mely rendkívül káros hatással van a környezetre (*Carlson és mtsai, 2004*). Ezért a fenntartható sertéstartás érdekében elengedhetetlen alternatívát találni a cinkkiegészítésre.

## A választással járó stressz

A sertésenyésztésben a laktációs időszak alatt, valamint a választás előtt és után néhány nappal 10-20% közé tehetőek az elhullások a fennálló stresszhelyzet miatt (*Bocourt és mtsai, 2004*). A választáskor jelentkező környezeti stresszhatások (túl magas vagy túl alacsony hőmérséklet, más alom malacaival való összecsoportosítás, korlátozott helyigény) közvetlenül negatívan befolyásolják a takarmányfelvételt és a növekedést. Kimutatták azonban, hogy ezek a stresszhatások kombinálva additív hatásúak; tehát, ha legalább az egyik hatást sikerül kezelni javul a növekedési erély (*Hyun és mtsai, 1998*).

Gyakori jelenség, hogy a malacok választás után az első néhány napban nagyon kevés takarmányt fogyasztanak (*Dybkjaer és mtsai, 2006*).

*Horn és mtsai (2014)* arról számoltak be, hogy valójában a választott malacok 10%-a egyáltalán nem fogyaszt takarmányt az első 48 órában. Ebben az időszakban még a bélrendszerük sincs teljesen kifejlődve, és a csökkent (vagy akár teljesen megszűnő) takarmány- és vízfelvétel miatt hasmenés alakulhat ki, aminek következtében csökkenni fog a testtömeggyarapodás (*Boudry és mtsai, 2004*). A környezeti változás okozta stressz hatására megváltozhat a bélbolyhok morfológiája, illetve elszaporodhatnak az enterális kórokozók, mint például az *E. coli* és a rotavírus (*Pluske és mtsai, 1997*). A kórokozók elleni védekezést számos antimikrobiális összetevő endogén szekréciója integrálja: sósav, nyálizozim, defenzinek, laktoferrinek, nyálkahártya-szekréció, epesavas sók. Ezek közül néhányánál azonban nem ismert a szekréció szabályozásának mechanizmusa, ezért nem tudják takarmányozással növelni a termelésüket (*Bosi, 2000*).

Emellett a kevesebb tápanyagbevétel hatására az immunválasz is romlani fog. Az ekkor még instabil bélflóra egyensúlya is nagyon könnyen eltolódhat a választás miatti stressztől, ezért ebben az időszakban nagyon fontos a megfelelő takarmány biztosítása a malacok számára (*Richard, 2007*).

Növeli a stresszfaktort a túl korai választás és az alacsony választási súly, melyek szintén zavart okozhatnak a bélrendszer fejlődésében (*Crenshaw és mtsai, 1986; Barnett és mtsai, 1989*;

Mahan és Lepine, 1991; Lalles és mtsai, 2004; Cummings és mtsai, 2003). Amennyiben folyamatosan nő a takarmányfelvétel, a keményítő, fehérjék és zsírok lebontásáért felelős emésztőenzimek szintje is emelkedik. Ezért is lenne rendkívül fontos az állatok számára, hogy több takarmányt fogyasszanak röviddel a választás után (Lombardi és mtsai, 2005). Hiss és Sauerwein (2003) megállapították, hogy a központi idegrendszer által közvetített szisztémás hatásban a baktérium-terhelés  $\beta$ -glükán általi csökkentése hozzájárulhat a megnövekedett takarmányfelvételhez.

A választott malacoknál a tejalapú étrendről általában a fitátban gazdag gabonaalapú takarmányra váltanak, amelyről közismert, hogy csökkenti a Zn és más táplálóanyag felvételét (Oberleas és mtsai, 1962; Lönnerdal, 2000). Annak érdekében, hogy elkerüljük a fitát negatív hatását, vizsgálatokat végeztek félig tisztított fitátmentes takarmányokkal. Az ilyen vizsgálatok eredményei alapján (válaszparaméterként a napi növekedést alkalmazták) úgy becsülték meg, hogy a sovány tejből vagy tojásfehérje-alapanyagból származó fitátmentes takarmánnyal etetett választott sertések teljes napi fiziológiás Zn igénye 10-12 mg Zn/nap (Smith és mtsai, 1985; Hankins és mtsai, 1985). Feltételezzük, hogy az elválasztás előtti tejfogyasztással a szopósmalacok napi élettani követelményének megfelel a Zn mennyisége és ez a szint használható a Zn élettani elvárásának indikátoraként a választást követő első napokon. A malacok napi összes cinkbevitel a késői laktációban 7,5-9,2 mg Zn/nap értékre becsülhető, ami kicsit alacsonyabb, mint a 10-12 mg Zn/nap becsült napi teljes élettani Zn iránti igénye a fitát mentes takarmánnyal táplált malacoknál. Ez annak a következménye, hogy a gabonamentes takarmányokban jelen lévő cinkhez képest a kocatejben magasabb a Zn mennyisége (Poulsen, 1995).

A kórokozók bejutásának csökkentéséhez előfeltétel a bélnyálkahártya integritása. A csökkent takarmányfelvétel csökkenti a bélbolyhok méretét is (Bosi, 2000). Az alacsonyabb tejmenység (Kelly és mtsai, 1991) és a szilárd takarmány (Pluske és mtsai, 1996) korlátozott felvétele ugyanis csökkenti fogja a bélbolyhok hosszúságát a választás utáni ötödik napon. Az elégtelen takarmányfelvétel bélgyulladásához vezethet, ami pedig befolyásolhatja a bélmorfológiát. Emiatt nagyon fontos az állatok számára, hogy minél több takarmányt tudjanak fogyasztani röviddel az elválasztás után (Lombardi és mtsai, 2005). Mint az már korábban is említésre került, a laktációs periódus alatt és néhány nappal az elválasztás előtt és után 10-20%-os elhullást okoznak a stressztényezők (Brown, 1994; Lin, 2000; Tungthanathanich, 1994; Kendiah, 1999).

A termelés javítható lenne a laktációs periódus lerövidítésével, így a korai elválasztás sem jelentene problémát (Pluske és mtsai, 1997; Lalles és mtsai, 2004). Az elválasztás utáni enterális fertőzések tovább rontják az enzimaktivitást (Mroz és mtsai, 2003; Lalles és mtsai, 2004). A gyulladáskeltő citokinek közül az IL-1 $\beta$ , IL-6 és TNF- $\alpha$  az elsők, amelyek megjelennek szövetkárosodáskor, és amelyek befolyásolják a bél epitheliális permeabilitását és az iontranszportot (Lalles és mtsai, 2004). Röviddel a választás után anorexia következik be, majd azt követően csökken a vékonybél fehérje mennyisége. Az anorexia leküzdéséhez megnő a takarmányfelvétel („túlevési” szakasz). Ennek következtében a vastagbélbe nagy mennyiségben jutnak emésztetlen táplálóanyagok. Ezek fermentációja során gyulladós folyamatok indulnak el a vastagbélben, valamint segítik a patogén mikroorganizmusok elszaporodását. A bélrendszer szerkezetének, integritásának és működésének javítása olyan eszközök alkalmazásával érhető el, amelyek ösztönzik a takarmányfelvételt követően a megfelelő tápanyagok felszívódását. A tejtermékek, mint például a sovány tejpor, kedvezően hatnak a takarmányfelvételre, a növekedési teljesítményre, a takarmány hatékony felszívódására és a malacok egészségére a fehérje és az energia nagyfokú emészthetősége miatt (Thacker, 1999). Bizonyos vizsgálatok azt bizonyították, hogy a porlasztva szárított vérplazma megnövekedett takarmányfelvétel következtében a teljesítmény javulását eredményezte (van Dijk és mtsai, 2003; Lalles és mtsai, 2004). Ez a fajta



javulás a növényi eredetű összetevők alkalmazása során nem figyelhető meg. Vizsgálatokkal bebizonyították azonban, hogy a porlasztva szárított plazma az elválasztás utáni első héten is védelmet nyújtott, ha ivóvízbe kevert táplálóanyagokkal adagolták együtt (*Lalles és mtsai*, 2004). Ez csökkentette a választás utáni hasmenések előfordulását és a bélkárosodás kialakulását és súlyosságát. Más porlasztva szárított plazmával végzett vizsgálatok azonban nem mutattak jobb eredményeket az *E. coli* fertőzést érintően (*van Dijk és mtsai*, 2002; *Lalles és mtsai*, 2004), vagy az immunválaszra adott hatásukat illetően (*Lalles és mtsai*, 2004).

Az elválasztás és a takarmányváltás stresszes lehet az állatok számára, ami miatt megváltozhat a bél eubiotikus állapota (*Kelly*, 1998). Korábbi vizsgálatokkal bizonyították, hogy az eredmények javíthatók a laktációs periódus lerövidítésével, azaz a korai elválasztással (*Mahan és Lepine*, 1991; *Lalles és mtsai*, 2004). A választás előtti alacsony takarmányfelvétel miatt érzékenyebbé válhatnak a malacok a különböző takarmány összetevők antigénjeire (*Newby és mtsai*, 1983; *Barnett és mtsai*, 1989). Az érzékeny malacokban ezek az antigének immunválaszokat válthatnak ki, melyek következtében károsodhat a béltraktus. Ennek hatására a választáskor malabszorpció következik be, mely gátolja a fontos elektrolitok felszívódását, és így – a stressz miatt kialakult étvágytalansággal együttesen – rossz teljesítményt eredményez a későbbiek folyamán (*Barnett és mtsai*, 1989). Az ilyen tünetek általában átmenetiek, melyből a sertések a választás utáni 2 hétben fel tudnak épülni. Az antigén természetű fehérjék nagyobb mennyiségű etetése, illetve felszívódása azonban toleranciát okozhat az ilyen antigének ellen (*Walton*, 2001; *Nunes és Guggenbuhl*, 1998).

A megfelelő telepi menedzsment meglétével különböző antimikrobiális és fertőtlenítőszerrel segítségével megelőzhető ebben az időszakban a malacok betegségekre való hajlamának kialakulása (*Walton*, 2001; *Nunes és Guggenbuhl*, 1998). Ez kiegészíthető vakcina alkalmazásával is az antibiotikumok csökkentése érdekében. A vakcinázás hatékony módszer a hasmenés előfordulásának csökkentésében és az immunitás növelésében (*Andrea*, 2020). A takarmány ZnO és antibiotikum kiegészítése segít a választás utáni hasmenés kialakulásának megelőzésében, azonban ez a megoldás a környezeti terhelés mellett a rezisztens törzsek megjelenésének kockázatát is maga után vonja. Ennek okán egyre nagyobb az érdeklődés a „természetes” takarmány-adalékanyagok, mint például a probiotikumok, különböző szerves savak és ásványi anyagok alkalmazása iránt (*Gabert és Sauer*, 1994).

## ZnO kiváltás lehetőségei

### *Aromás vegyületek, illóolajok*

Az illóolajok (illékony, vagy éterikus olajok) aromás, olajos folyadékok, melyeket növényi anyagokból (virágok, rügyek, magvak, levelek, gallyak, kéreg, gyógynövények, fák, gyümölcsök és gyökerek) nyernek (*Guenther*, 1948). Az illóolajokat már az ókorban is használták az élelmiszer előállításban. Az Egyesült Államok „Food and Drug Administration (FDA)” szervezete biztonságos anyagokként (generally recognized as safe - GRAS) tartja számon, valamint aromákként és tartósítószerként használják őket ma is a gyógyszer- és parfümgyártásban. Immunstimuláló, kokcidiosztatikus, antibakteriális, antivirális és antioxidáns tulajdonságokkal rendelkeznek (*Wenk*, 2003). Jelentős antimikrobiális hatással főként a fenolos szerkezetű olajok (*Dorman és Deans*, 2000) bírnak (*Kalemba és Kunicka*, 2003). Ez az erős antimikrobiális aktivitás a delokalizált elektronjainak és a fenolgyűrűn elhelyezkedő hidroxilcsoport jelenlétének tulajdonítható (*Ultee és mtsai*, 2002). Ezek károsítják a baktériumsejtek membránját, így felborítva azok pH homeosztázisát és a szervetlen ionok egyensúlyát (*Lambert és mtsai*, 2001).

A ZnO kiváltás egyik lehetőségeként tartják számon ezeknek az illóolajoknak az alkalmazását. Az illóolajok ugyanis kedvező hatást mutatnak a haszonállatok takarmány-felvételére és az emésztőrendszerre. Korábbi tanulmányok ki is mutatták, hogy a kakukkfűben megtalálható karvakrol és a timol javíthatják a sertés teljesítményét, a tápanyagok emészthetőségét, az antioxidáns képességét és a bélrendszer működését (Li és mtsai, 2012; Zeng és mtsai, 2014; Zeng és mtsai, 2015).

Mindezek mellett az illóolajok általában azon növény jellegzetes illat- és ízanyagait tartalmazzák, amelyből kinyerték, így az állatok teljesítményjavítása mellett a takarmányok kívánatossá tételét is lehet velük fokozni (Burt, 2004).

#### *Timol és fahéjaldehid*

Korábbi kutatások során a timol és fahéjaldehid tartalmú takarmányt fogyasztó malacoknál nőtt a súlygyarapodás, illetve magasabb volt a szárazanyag, a nyersfehérje és a foszfor emésztésük is. Megállapították, hogy fokozódott a malacok limfocita proliferációja és nőtt a teljes antioxidáns kapacitásuk. Az emésztőrendszert tekintve az illóolajokkal kezelt malacok vak-, vastag- és végbelében csökkent az *E. coli* szám. Ezen kutatások azt bizonyítják, hogy a timol és fahéjaldehid javítják a teljesítményt és csökkentik a hasmenés előfordulását az immunrendszer erősítésével és a tápanyagok emészthetőségének javításával (Pengfei és mtsai, 2012).

#### *Citrusfélék és gesztenyefa kivonat*

A citrusfélékben jelen lévő bioaktív alkotóelemek közé soroljuk a C-vitamint, a  $\beta$ -karotint, a flavonoidokat, a limonoidokat, a folsavat és az élelmi rostokat. A citrusfélék magasabb bevitelével csökkenthető a degeneratív betegségek kockázata (Jansen, 2002). Kim és mtsai (2000) vizsgálták néhány hagyományos növényi gyógyszer gátló hatását a rotavírus fertőzőképességére. Bebizonyították, hogy a *Citrus aurantium* gyümölcse fejti ki a legerősebb gátló hatást a rotavírus fertőzésre. A gyümölcs aktív összetevői a neoheszperidin és a heszperidin.

A gesztenyefa kivonat körülbelül 75%-ban tartalmaz aktív cserzőanyagot. Az elsődleges összetevője, a castalagin mellett még tartalmaz vescalagint, castalint és vescalint. Castalagin alapú gyógyszerkészítmény jelenleg is használatban van hasmenés megelőzésére és kezelésére sertésekben és szarvasmarhákban (Krisper és mtsai, 1992). Jótékony hatása a nyálkahártyán keresztüli vízvesztés megakadályozásában nyilvánul meg.

A flavonoid vegyületek gátló hatást mutatnak több vírus ellen (Critchfield és mtsai, 1996). Különböző tanulmányok szerint a tanninok mérgező hatással vannak a fonalas gombákra, az élesztőkre és a baktériumokra (Scalbert, 1991). O'Donovan és Brooker (2001) azt találták, hogy a *Streptococcus galloyticus* és a *Streptococcus bovis* is gátolható tannin jelenlétével.

Hong és mtsai (2004) arról számoltak be, hogy a citrusfélék és gesztenyefa-kivonat keverékét fel lehet használni az antibiotikum helyettesítésére a választott malacok takarmányában anélkül, hogy negatív hatást gyakorolnának a növekedési teljesítményükre.

#### *Tengeri makroalga-kivonatok*

A változatos szervezetek sokféle kémiai és molekuláris mechanizmust fejlesztettek ki a különféle homeosztatisz tevékenységekre, mint például a sejt-sejt jelátvitelt, a receptor érzékenységet, a gyulladási aktivitást és a gén aktiválást. Ezen tulajdonságok miatt óriási potenciált jelenthet használatuk az emlősök betegségeinek megelőzésében.

A tengeri makroalga-kivonatok takarmánykiegészítőként való használata lehetőséget nyújt a malacok választása utáni komplikációk enyhítésére. Ezek a kivonatok értékes gyógyászati és orvosi biológiai potenciállal bírnak, mivel gazdag források a szerkezetileg változatos bioaktív

vegyületeknek (*Sahnmuğam és Mody*, 2000). A barna tengeri algák nagy mennyiségben (a szárazanyag körülbelül 40%-ában) tartalmaznak poliszacharidokat, különös tekintettel laminarint és fukoidant, melyek ellenállnak az emberi endogén enzimek általi hidrolízisnek, ami miatt értékes étrendi rostok a vastagbélben történő bakteriális fermentációhoz (*Hoebler és mtsai*, 2000). Hatásmechanizmusuk ugyan eltér a ZnO-tól, de sokrétűnek tűnik (*O'Shea és mtsai*, 2014).

### Laminarin

A laminarin egy a hínárfajokból kivont speciális  $\beta$ -glükán. Biokémiai tulajdonságai a tengeri moszatok fajtáitól függően változhatnak. Általában kis molekulatömegű és vízben oldódik (*Ruperez és mtsai*, 2002).  $\beta$ -(1,3)-D-glükánból, valamint a hozzá kapcsolódó  $\beta$ -(1,6) láncból áll, melyek megoszlása és hossza fajonként változik.

Egy kutatásban megfigyelték, hogy 50 napos sertéseknek *Laminaria digitata*, *Laminaria hyperborea* és *Saccharomyces cerevisiae* eredetű  $\beta$ -glükánokat adagolva csökkent a gyulladással kapcsolatos citokinek expressziója a vastagbélben és a májban, valamint a mucin génexpressziója az ileumban és a vastagbélben (*Ryan és mtsai*, 2010). Később hasonló megfigyeléseket tettek elválasztott malacok esetében is (*Walsh és mtsai*, 2013). Kísérleti eredmények alapján arra lehet következtetni tehát, hogy a laminarin csökkenti a citokinek expresszióját a béltraktusban, de növeli hatékonyságukat a kórokozók ellen (*Smith és mtsai*, 2011).

A  $\beta$ -glükánok képesek agglutinálni bizonyos baktériumfajokat is, ezzel gátolva a későbbi kötődésüket és az epiteliális nyálkahártya felületén történő kolonizációjukat. (*Kogan és Kocher*, 2007). Korábbi kutatások azt az eredményt mutatták, hogy a laminarint tartalmazó algák sertésekben gátolták az Enterobacteriaceae populációkat és csökkentették a bélsár *E. coli* mennyiségét (*O'Doherty és mtsai*, 2010). A választott malacok étrendjének *Laminaria* spp. kiegészítésével javultak a testsúlygyarapodási és a takarmány hasznosítási mutatók (*Gahan és mtsai*, 2009). A tisztított laminarin-kivonatok pedig javítják a tápanyagok emészthetőségét, a bélbolyhok struktúráját és növelik a tápanyag-transzporterek expresszióját (*Heim és mtsai*, 2014).

### Fucoidan

A fucoidanok a barna algák extracelluláris részéből kivont poliszacharidok, melyek fő komponensei az L-frukóz 4-szulfát egységek (*Hennequart és mtsai*, 2004). A fucoidan nagy molekulatömegű, vízben és savban jól oldódó vegyület (*Ruperez és mtsai*, 2002). A fucoidan egy emészthetetlen poliszacharid, mely a választott malacokban prebiotikus hatást mutat a laktobacillusok számának növekedése és a vajsav termelés stimulálása révén (*McDonnell és mtsai*, 2010).

### Szerves savak és esszenciális olajok

A szerves savak és az esszenciális olajok különböző pozitív hatásokkal rendelkeznek. Az esszenciális olajok felszabdalthatják a bakteriális sejtmembrán lipidjeit, megzavarhatják a szerkezeteket és áteresztővé teszik őket (*Sikkema és mtsai*, 1994), míg a szerves savak átjuthatnak a bakteriális sejtekbe ezzel megakadályozva a dekarboxiláz és a kataláztermelést felfüggesztve a tápanyag és energiátranzfereket (*Brul és Coote*, 1999). *Suiryanrayna és Ramana* (2015) arra a következtetésre jutottak, hogy a szerves savak csökkentették az étrendi pH-t mérsékelve ezzel a környezeti és a takarmány átállásból adódó stresszt. Ez mérsékelte a hasmenést és gátolta a kórokozó baktériumok proliferációját a választás utáni időszakban. Ezen kívül a szerves savak javíthatják a választott malacokban a növekedési teljesítményt és elősegíthetik az ideális bélmorfológia kialakulását azáltal, hogy csökkentik a pH-értékeket és fenntartják a mikroflóra egyensúlyát (*Torrallardona és mtsai*, 2007; *Diao és mtsai*, 2014).



Éppen ezért egy tanulmány azt vetette fel, hogy az esszenciális olajok és a szerves savak kombinációja pozitívabb hatással lenne a bélrendszer egészségére, mint külön adagolva, mert általuk javultak a növekedés teljesítmények, a tápanyag emészthetőség és az emésztőenzimek hatékonysága a választott malacokban. A tanulmány kimutatta, hogy az esszenciális olajok és szerves savak javítják a gyomor-bél traktus működését, beleértve a tápanyag-emésztést, a mikrobák összetételét és az emésztő enzimek hatékonyságát. A szerves savak javították a tápanyagoknak, a bél mikrobáinak és az illékony zsírsavaknak a látszólagos teljes emészthetőségét. Az esszenciális olajok és a szerves savak kombinációja nem mutatott nagyobb pozitív hatást a bélrendszer egészséges állapotára, mint külön adagolva, de javíthatja a növekedési erélyt a választott malacokban, így akár az antibiotikumok helyettesítésére is alkalmas lehet (Xu és mtsai, 2017).

### *Probiotikumok*

A probiotikumok, azon belül is például a tejsavbaktériumok előnyei és felhasználása a bélbetegségek kezelésére, már évezredek óta ismert. Európában az 1900-as évek elején kezdték el kutatni a jótékony hatású baktériumok előnyeit (Cumings és mtsai, 2004). Metchnikoff 1907-ben azt nyilatkozta, hogy a joghurt fogyasztása a benne található baktériumoknak köszönhetően (*Lactobacillus bulgaricus* és *Streptococcus thermophilus*) csökkenti a káros mikroorganizmusokat az emésztőrendszerben, de később kimutatták, hogy a *Lactobacillus bulgaricus* az elfogyasztás után nem maradt fent a bélben (Schrezenmeir és de Vrese, 2001).

A probiotikumoknak több pozitív hatása is van az állat számára. Ezek közé tartozik a teljesítmény, az immunrendszer és az általános egészség javítása (Lopez, 2000).

A természetes termékek, mint például a probiotikumok és a laktoferrin, javítják a növekedést és megelőzik a bélrendszeri megbetegedéseket (Jensen, 1998). Egy másik vizsgálat célja a probiotikumokkal és a laktoferrinnel való táplálékkiegészítés hatásának értékelése volt a sertések növekedési teljesítményére, hematológiai jellemzőire és általános egészségi állapotára nézve (Richard, 2007). A nyálkahártya megfelelő integritása szükséges az antigének szervezetbe jutása ellen. A gyomor-bél traktus nyálkahártyája ugyanis az első olyan védelmi vonal, amely a kórokozókkal érintkezik. A csökkentett takarmányfelvétel pedig a választott malacokban bélbolygatrófiát okoz, a csökkent tejmenyiség és a száraz takarmány pedig szintén csökkenti a bélbolygok magasságát a választás utáni 5. napon (Bosi, 2000).

A probiotikumok, mint például a tejsavbaktériumok évek óta használatosak a takarmányokban és eddig biztonságosnak minősültek (Fuller, 1992).

### *Probiotikum meghatározása*

Lilly és Stillwell 1965-ben elsőként használták a világon a probiotikum kifejezést olyan mikroorganizmusok által szelektált anyagok leírására, amelyek stimulálják egy másik növekedését, ezáltal különbséget téve az antibiotikumoktól (Lin, 2002). Ezt cáfolja Kornegey és Risley (1996), akik arról számoltak be, hogy az állatokkal való jótékony hatású organizmusok etetése már az 1920-as években is folyt, és a probiotikum nevet már Parker (1974) is alkalmazta, amikor a bakteriális takarmány-kiegészítők előállítására kereskedelmi szinten elkezdődött.

A probiotikum meghatározása: a probiotikum a mikroorganizmusok élő kultúrája (pl. tejsavbaktériumok), melyek jótékony hatást fejtenek ki a gazdaszervezetre azáltal, hogy javítják az eredeti mikrobiális egyensúlyt (Fuller, 1992). Az embereknél alkalmazott probiotikumokat élő mikroorganizmusokként definiálják, amelyek megfelelő mennyiségben adva egészségügyi előnyöket biztosítanak a gazdaszervezet számára (FAO/WHO, 2001. (Casey és mtsai, 2004)). Egy másik definíció szerint a probiotikumok azok az élő mikroorganizmusok, melyek bizonyos

mennyiségű fogyasztása után egészségügyi előnyöket biztosítanak az alapvető táplálékon felül (Guarner és Schaafsma, 1998 (Adjiri-Awere és van Lunen, 2005)).

Mára limitálták a probiotikus készítmények meghatározását: olyan elegendő számú életképes, meghatározott mikroorganizmust tartalmazó készítmény vagy termék, amely a gazdaszervezet egy részében megváltoztatja a mikroflórát és ezáltal kedvező egészségügyi hatásokat fejt ki a gazdaszervezetben (Schrezenmeir és de Vrese, 2001).

Továbbá mások azt találták, hogy bizonyos probiotikumok, mint például a laktobacillus kultúrák pusztulásuk után is fenntartják probiotikus hatásukat (Bernardeau és mtsai, 2002; Salminen és mtsai, 1999). Ezen megállapítások mellett a Salminen és mtsai (1999) által javasolt további meghatározás: a probiotikumok közé tartoznak azok a mikrobiális sajt készítmények, amelyek összetevői kedvezően befolyásolják a gazdaszervezet egészségi állapotát és jólétét.

#### *A hatékony probiotikumok jellemzői*

A probiotikumok élő mikroorganizmusok. A jó probiotikum nem bomlik le a bélben, javítja a növekedési erélyt, a takarmány hatékonyságát, nem hagy szövetmaradványokat és nem okoz mutációt (Atherton és Rubbins, 1987; Lopez, 2000; Stavric, 1992).

Habár az antibiotikumok is javítják a növekedési és a takarmány hatékonysági mutatókat, de felszívódnak az emésztőrendszerben, hagynak szövetmaradványokat és esetenként mutációt (és rezisztenciát) okozhatnak más mikroorganizmusokban. A probiotikumok általános hatásmechanizmusa, hogy savakat termelnek, ezáltal csökkentik a pH-értéket és konkurálnak vagy visszaszorítják a patogén mikroorganizmusok növekedését. Rendelkeznek lokalizált antimikrobiális aktivitással, proliferálnak az emésztőrendszerben, és versenyeznek a patogén baktériumokkal a tápanyagért és az élőhelyért, míg ezzel szemben az antibiotikumok gátolják a gazdaszervezet teljesítményét a sejtek DNS, RNS vagy fehérje szintézisének blokkolásával, valamint széles körű aktivitással rendelkeznek (Lopez, 2000). A megfelelő természetes anyagok, mint például a probiotikumok nem csak a növekedést serkentik, de káros hatásoktól is mentesek (Bernardeau és mtsai, 2002). A tejtermékeket, mint például a tejsavbaktériumokat már évtizedek óta használják a takarmányokban, és ezidáig biztonságosnak minősültek (Fuller, 1992).

#### *További tények a probiotikumokról*

A legelterjedtebb probiotikumok a laktobacillusok és a bifidobaktériumok, melyek életben maradnak a béltraktusban. Számos vizsgálatot végeztek az emberi egészségre gyakorolt kedvező hatásai miatt (Perdigon és mtsai, 1990; Benno és mtsai, 1996). A *Lactobacillus acidophilus* tenyészeteknél például arról számoltak be, hogy aktívan veszik fel a koleszterint a laboratóriumi táptalajokból, így elismerték, hogy előnyösen módosítja a szérum koleszterinszintjét (De Rodas és mtsai, 1996).

Ráadásul a laktobacillus- és bifidobaktérium törzsek szerepet játszanak olyan funkciókban, amelyek gátolják a betegséget okozó baktériumok elszaporodását, az antitumor és az antikoleszterinémias aktivitást, az emésztésre gyakorolt pozitív hatást és erősítik az immunrendszert (Piard és Desmazeud, 1991; Adachi, 1992; Wu és mtsai, 2001; Lin és mtsai, 2002; Yu és mtsai, 2004; Adjiri-Awere és van Lunen, 2005). Malacok esetében a testtömeg-gyarapodás elősegítése, a takarmányértékesítés javítása, a bélbaktériumok populációinak növelése és a kórokozó bélbaktériumok korlátozása céljából javasolt a tejsavbaktérium kiegészítés. Más vizsgálatok azt találták, hogy egy *Lactobacillus acidophilus*, *L. pentose* és *Bacillus subtilis* keverék szabályozhatja a bélmikrobákat, fokozza az immunválaszt és csökkenti a szérum koleszterinszintjét (Lin és mtsai, 2002). Felfedezték, hogy a tejsavbaktériumok javítják a malacok testsúlygyarapodását és a takarmány-értékesítést, fokozzák a lebontó baktériumok szaporodását, és

csökkentik a kórokozó baktériumok létszámát. Számos nemzetségből származó tejsavbaktérium fajának és törzsének tulajdonítottak egészségügyi előnyt, mivel képesek különböző típusú antibakteriális vegyületek előállítására (Lin, 2000). Egy termék általában, típusától függően tartalmazhat még egy vagy további fajt a következők közül: *Streptococcus thermophilus*, *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus* és *Lactobacillus reuteri*, valamint néhány *Bifidobacterium* fajt (Lin, 2000).

Korábban bizonyították, hogy egyes probiotikus baktériumok enterovirulens baktériumokkal együtt megakadályozzák a káros sejtek kötődését a szervezeten belül. A lactobacilli és bifidobaktérium fajok nagy biztonsággal és könnyen tenyészthetők (Lin, 2000). Ezzel szemben más tanulmányok nem mutattak ki fejlődést a sertések növekedési teljesítményében (Harper és mtsai, 1983; Yu és mtsai, 2004).

Mások szerint a probiotikumok hatékonyabbak a fiatal állatok számára, mert:

- a tápanyagok a vékonyabb vékonybél hám miatt hatékonyabban szívódnak fel
- több tápanyagot óvnak meg az azokért versengő mikroorganizmusok csökkentésével
- a szubklinikai fertőzésekért felelős mikroorganizmusok száma csökken, vagy teljesen megszűnik
- a gasztrointesztinális mikrobióta által a növekedéscsökkentő toxinok, illetve metabolitok termelése is csökken
- csökken az epesók mikrobiális dekonjugációja (Jensen, 1998).

Az antibiotikumok alkalmazására továbbra is szükség van idősebb állatoknál, ahol a probiotikumok kevésbé lehetnek hatékonyak, illetve szükséges alkalmazni akkor is, ha betegség veszélye áll fent (Walton, 2001).

Más tanulmányokban arra a következtetésre jutottak, hogy a *Bacillus subtilis* spórái az emésztőrendszerben csíráznak (Casula és Cutting, 2002; Link és mtsai, 2005). Ez abból adódhat, hogy a vegetatív formákat könnyen befolyásolják az epesók, melyeknek következményei a sporuláció vagy a lízis. Valószínűsíthető, hogy a spóráknak stimulátorokként és a helyi sejtek által közvetített immunitás növelésével probiotikus hatásuk van (Caruso és mtsai, 1993). A kísérletben azonban nem figyeltek meg szignifikáns különbséget sem a fagocita aktivitásban, sem pedig a sertések perifériás véréből izolált limfociták poliklonális aktiválásában (Link és mtsai, 2005). Apgar és mtsai (1993) vizsgálataiban a választott malacok *Streptococcus faecium* kezelése nem befolyásolta a sejtközvetített immunválaszt.

### Élesztő sejtfa (prebiotikum)

A választás oxidatív stresszel is járhat a malacoknál. A környezetváltozás megzavarja az oxidáció és antioxidáció közti egyensúlyt, melynek következtében a malacok szervezetében felszaporodnak a reaktív oxigéngyökök (ROS), mely így végül kialakítja az oxidatív stresszt. A reaktív oxigéngyökök fajtái, mint például a szuperoxid és a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> folyamatosan képződnek az oxigénből a szervezet oxidatív metabolikus folyamatai során. Normál körülmények között a reaktív oxigéngyökök normál szinten vannak. A nagy mennyiségben keletkezett szabad gyököket pedig általában az antioxidáns enzimek, mint például a glutation-peroxidáz (GPx), kataláz (CAT) és szuperoxid-dizmutáz (SOD) távolítják el.

Az élesztő-sejtfa prebiotikumokban gazdag, ami előzetes tanulmányok alapján pozitívan hat sertéseknél a növekedési teljesítményekre, az immunmodulációra és a mikrobiológiára. Ebből kifolyólag számos kutatási eredmény azt mutatta, hogy képes fokozni a sertések növekedési teljesítményét. Az állatok válaszreakciói azonban viszonylag változékonyak (Sauerwein és mtsai, 2007). Li és Kim (2014) vizsgálatai kimutatták, hogy 0,10% az SCCWE (*Saccharomyces cerevisiae*

cell wall extract) kiegészítés javította a növekedési teljesítményt és az emészthetőséget, módosította a széklet mikrobiótát, és csökkentette a gáz kibocsátást a növendék sertésekben. Ezzel szemben *Sauerwein és mtsai* (2007) olyan eredményeket kapott, melyeknél az SCCWE kiegészítés nem fokozta a növekedési teljesítményt és az immunmoduláló válasz is enyhe volt.

Tudomásunk szerint azonban csak néhány vizsgálatot végeztek el az élesztő-kivonat malactakarmányozásban való felhasználásával kapcsolatban, azzal a céllal, hogy a témával kapcsolatos tudományos ellentmondások összeegyeztetésének módjait összevegyék. *Gang és mtsai*, 2017-es tanulmányában feltételezik, hogy a *Saccharomyces cerevisiae* sejtfal-kivonattal való étrend kiegészítés javíthatja a malacok növekedési erélyét a tápanyagok és a bél egészségének növelésével és az oxidatív stressz egyidejű csökkentésével (*Gang és mtsai*, 2017).

A *Saccharomyces cerevisiae* élesztő a prebiotikumok, elsősorban a  $\beta$ -glükán gazdag forrása. Számos tanulmány bizonyította a  $\beta$ -glükánok sertések növekedési erélyére és egészségére gyakorolt pozitív hatását. *Kogan és Kocher* (2007) azt találták, hogy az SCCWE poliszacharidok (főleg a  $\beta$ -glükán) módosíthatják az immunitást és a mikotoxinok felszívódását, megakadályozzák a baktériumok elszaporodását, ezzel javítva a sertések egészségét. *Sweeney és mtsai* (2012) is leírta, hogy a *Saccharomyces cerevisiae*-ből kinyert  $\beta$ -glükánok adagolása növelte a malacok növekedési erélyét. Mindemellett *Li és Kim* (2014) is leírta az SCCWE-vel táplált növendék sertések testsúlyának fokozott növekedését és takarmányfelvételének fokozódását. Eredményeik azt mutatják tehát, hogy a *Saccharomyces cerevisiae* sejtfal kivonat, mint takarmánykiegészítő, 0,15%-ban bekevert mennyisége eredményezte a legmagasabb testsúlyt, így valóban megállapítható, hogy ez a termék fokozza a növekedési erélyt malacoknál, mert adagolásával javul az immunitás, a mikrobiológia, a takarmányfelvétel és az emésztés (*Li és Kim*, 2014).

A tanulmány újabb felfedezése, hogy az SCCWE kiegészítés csökkentette a hasmenés mértékét választott malacokban. A hasmenés nagyfokú víz és elektrolit veszteséssel jár a malacok számára, melyet főként az *E. coli* és más baktériumok bélben való felszaporodása okoz (*Kong és mtsai*, 2007a). Ezen hasmenés mértékének csökkentésében jelentős szerepet játszik a bél pH stabilizálása és az bél mikrobiota optimális egyensúlyának fenntartása (*Kont és mtsai*, 2007b). A  $\beta$ -glükánok azonban aktiválják a passzív immunrendszert, ezáltal erősítve a szervezet védelmét, mellyel így megelőzhető a patogén fertőzés. Egyes tanulmányok szerint az élesztősejt falában lévő poliszacharidokat használják különböző bakteriális fertőzések, gombás, vírusos és parazita betegségek ellen is. *Stuyven és mtsai* (2009) leírták, hogy a *Saccharomyces cerevisiae*-ből származó  $\beta$ -glükán kiegészítés védelmet nyújthat az ETEC (Enterotoxigenic *Escherichia coli*) fertőzéssel szemben. *Li és Kim* (2014) SCCWE és propolisz kivonat keverékét használva állapították meg, hogy csökkent az *E. coli* és nőtt a *Lactobacillus* baktériumok száma a bélben.

Az oxidatív stressz következtében számos tényező hozzájárulhat a sejtek károsodásához. Emellett az oxidatív stressz csökkenti a növekedési erélyt is (*Yuan és mtsai*, 2007). *Gang és mtsai* (2017) vizsgálatában magasabb volt a plazma MDA (malondialdehid) koncentrációja mindegyik kezelt csoportnál. A malacok antioxidáns állapotát a CAT, SOD és GPx enzimek mérésével ellenőrizhetjük (*Chirino és Pedraza*, 2009). *Gang és mtsai* (2017) kutatásukban ezen enzimek szérumban kifejtett aktivitása szignifikánsan nőtt az SCCWE kezelt csoportokban, ami arra enged következtetni, hogy javult az állatok antioxidáns képessége. Ezzel együtt megállapították azt is, hogy a kezelt egyedek MDA koncentrációja is jelentősen csökkent, tehát a takarmánykiegészítő hatékonyan enyhíti a malacok oxidatív stresszét is (*Gang és mtsai*, 2017).

*Wu és mtsai* (2014) szerint a portális vénába bejutó aminosavak mennyiségének növekedése hasznosnak bizonyulhat a szöveti fehérjeszintézis javításában. Az egyéb hasonló sertések takarmányaival folytatott vizsgálatokhoz hasonlóan magasabb szérumban aminosav (legfőképpen esszenciális) koncentrációt mértek (*Gang és mtsai*, 2017). Ennek értelmében az SCCWE-vel



kiegészített leucin az izoleucinnal és valinnal együtt javította az izomszövetek képződését, ezzel elősegítve az izmok védelmét és szabályozva a vércukorszintet. Ebből következtethető, hogy jó energiaforrásként is működik és serkenti a növekedési hormon termelését, ami az intenzív termelésben igen fontos tényező (Wu és mtsai, 2014). Ezen kívül az izoleucin még részt vesz a hemoglobin képződésében, szabályozza a vércukor- és energiaszinteket, valamint javítja az izomszöveteket, a bőrt és a csontokat (Kong és mtsai, 2009). Gang és mtsai (2017) eredményeiből kiderül, hogy a prebiotikumok, probiotikumok és gyógynövények használata a sertéstakarmányozásban növeli az arginin koncentrációját. Egyértelmű tehát, hogy a bélrendszer egészsége befolyásolja az aminosav koncentrációt. Az arginin létfontosságú aminosav az anyagcserében, mert részt vesz a fehérjék, poliaminok, NO és kreatin szintézisben.

A kísérletük megkezdése utáni 21. napon az SCCWE kiegészítés hatására egy másik aminosav, a fenilalanin mennyisége is nőtt, mely az acetyl-CoA és a tirozin szintézisének fontos prekuzora (Gang és mtsai, 2017). A bélben a fenilalanin konkurens inhibitoraként hat az aminosavabszorpció szabályozásában. A fenilalanin és az anionos aminosavak, az aszpartát és a glutamát közötti kölcsönhatások szintén megfigyelhetők az anyagcsere folyamatok során (Philip és mtsai, 2011).

A bél morfológiai szerkezetét befolyásolja a takarmány és a bélrendszer egészsége. A bélbolyhok összefüggésben vannak a bél egészségével és a sertések növekedésével (Jiang és mtsai, 2012). Gang és mtsai (2017) eredményei tehát arra engednek következtetni, hogy az SCCWE kiegészítés kedvező hatással van a növekedési teljesítményre és az éh-, valamint a csípőbél bélbolyhok magasságára.

Más vizsgálatok eredményei alapján megállapították, hogy az SCCWE kiegészítés hatására csökkent a béltraktusban az *E. coli* populáció és nőtt a tejsavbaktériumok koncentrációja (Li és Kim, 2014).

Ezek az eredmények azt mutatják, hogy a *Saccharomyces cerevisiae* sejtalkivonat kiegészítésének kedvező étrendi hatása van a növekedési teljesítményre, egyes esszenciális és nem esszenciális aminosavak szérumkoncentrációjára és a bélmorfológiára. Emellett ezen eredmények arra mutatnak rá, hogy ez a készítmény biztonságos és hatékony a hasmenés csökkentésében és választott malacokban az antibiotikumok helyettesítőjeként használható (Gang és mtsai, 2017).

### *Nem keményítő poliszacharid (NSP)*

A bélben található jótékony hatású mikrobióták mennyisége szintén növelhető takarmányozással. Ennek lehetséges módja olyan vegyületek beépítése az étrendbe, melyek túlélnek a gyomron és a vékonybélben való áthaladást és eljutnak az utóbélbe. A nem keményítő poliszacharidok az energia egyik fő szubsztrátjai a sertések vastagbél fermentációjában (Jensen és mtsai, 1998). Az NSP anyagok és az oligoszacharidok lebontatlanul jutnak át a vastagbélbe, ahol a mikrobióta összetételének befolyásolásával közvetlenül irányítják a teljes hatást (Jensen és Jensen, 1998).

### *Laktoferrin*

A bélnyálkahártya az első védelmi vonal, mely érintkezhet a patogén mikroorganizmusokkal, melyek az állat szervezetébe jutnak (Bosi, 2000). A glikoproteinek és a laktoferrinek a tejben található biológiailag aktív fehérjék. A glikoproteinekben található proteinek és peptidok adhéziós molekulák, míg a laktoferrinben laktoferroxinok (Zabielski, 1998). Hogy megértsük a laktoferrin állatok teljesítményére gyakorolt hatását több kutató is megvizsgálta a kémiai és biológiai tulajdonságait.

A laktoferrin egy bioaktív protein, mely jelentős mértékben hozzájárul a gazdaszervezet védelmi rendszeréhez. Eliminálja a patogén kórokozókat, többek között a baktériumokat, vírusokat és gombákat, stimulálja és védi a gazdaszervezet védekező mechanizmusában résztvevő sejteket, valamint szabályozza a citokin válaszreakciót (Steijn, 2001; Prgomet és mtsai, 2005). A jelenlegi szarvasmarha eredetű laktoferrin termékek a humán bébitápszerekben, táplálékkiegészítőkben és italokban, erjesztett tejben, rágógumiban, immunerősítő és kozmetikai készítményekben, valamint kedvtelésből tartott állatok ápolására előállított termékekben vannak jelen (Steijn, 2001).

A monociták, a neutrofilek és a makrofágok az immunrendszer azon sejtjei, melyek oxidációs úton elpusztítják a kórokozókat. Mivel a szabad vas gyakran jelen van a fertőzés okozta gyulladás területén, ezért ezek az oxidációs reakciók felgyorsulhatnak a vas szabad gyökök képződésére gyakorolt katalitikus hatása miatt. A laktoferrin azonban nagy hatékonysággal köti a szabad vasat, ezáltal pedig helyi antioxidánsként működik, mert védelmet nyújt az immunsejteknek az általuk termelt szabad gyökökkel szemben (Tome és Debbabi, 1998).

A tej fehérjekomponenseinek számos felhasználási módja van. Növekedéshez és fejlődéshez szükséges aminosavakat biztosítanak a szervezet számára, és számos más funkcióval rendelkeznek. A tejfehérjék emésztése során keletkező peptidek jellege az emésztés folyamatától függ. A tejfehérjék, vagy az azokból származó peptidek biológiai tulajdonságai magukba foglalják az antimikrobiális hatású fehérjét (laktoferrin), a tápanyag-felszívódást elősegítő peptideket és a fiziológiai funkciókat moduláló peptideket is (Tome és Debbabi, 1998).

Feltételezhető, hogy a különböző fehérjék, beleértve a laktoferrint, a B12-vitamint kötő fehérjét, a folátkötő fehérjét, a  $\beta$ -laktoglobulint és az  $\alpha$ -laktalbumint, kölcsönhatásba lépnek ásványi anyagokkal, vitaminokkal vagy tápanyagokkal egy meghatározott mechanizmus révén. Ezek a kölcsönhatások pedig befolyásolhatják a tápanyagok felszívódását (Hansson és mtsai, 1994; Tome és Debbabi, 1998).

### Tojássárgája

Mivel a választott malacoknak még nincs teljesen kifejlődve a bélrendszerük, ezért ebben az időszakban összetett és jól emészthető tápanyagokra van szükségük, amivel könnyebben át tudnak állni a kocatejről a szilárd takarmányra (Bras, 2003). A tojás kiváló forrása a fehérjék, zsírok, valamint esszenciális és nem esszenciális vitaminok és ásványi anyagok pótlására (Tang és mtsai, 2015). Noha a sertések étrendjébe minden tápanyag bekerülése elengedhetetlen, a választott malacok esetében a legfontosabb takarmány-összetevő a fehérje. A fehérjeforrás van a legnagyobb hatással a növekedési teljesítményre és az egészségre (Bras és mtsai, 2003). Azt is felfedezték, hogy a tojásban más hasznos komponensek is megtalálhatók, mint például az IgY, mely IgG szerű antitest (Rossi és mtsai, 2013).

A választott malacok érzékenysége kihathat a növekedési teljesítményre, és bár a porlasztva szárított plazma (spray-dried plasma, SDP) megfelelő fehérjeforrás, de mindemellett igen költséges. Éppen ezért lenne célszerű egy alternatív, olcsóbb megoldás a fehérje bevitelére. Erre a célra alkalmasnak tűnik a porlasztva szárított tojássárgája, ami szintén kiváló fehérjeforrás és a hozzáférhetősége is egyszerűbb, ugyanis a porlasztva szárítás nem változtatja meg az összetételét (Froning és mtsai, 1998).

A porlasztva szárított tojássárgája a választott malacok takarmányába keverve eltérő hatásfokot mutat a növekedési teljesítményre. Song és mtsai (2012) által végzett kísérletek során vizsgálták a porlasztva szárított tojássárgájának hatását a választott malacok teljesítményére. Az első 2 kísérletben 10 napig vizsgálták a malacokat, ahol a kontroll csoport az alap takarmányt kapta, míg a másik csoport takarmányába 5%-ban keverték tojássárgáját. Mindkét kísérletben a tojássárgájával kiegészített takarmány pozitív hatást mutatott a napi súlygyarapodásra és a napi

takarmányfelvételre is a kontrollal szemben, azonban nem volt hatással növekedés/takarmány hányadosra (Song és mtsai, 2012).

#### *A tojássárgája hatása a bélrendszer egészségére*

Választáskor a malacok elveszítik a kocatej nyújtotta immunitásukat, ezért rendkívül érzékenyek a betegségekre ebben az időszakban. Ezért lenne rendkívül fontos, hogy immunglobulinokban gazdag takarmányt kapjanak ilyenkor, az immunvédelem biztosítása érdekében. A tojássárgája körülbelül 12.000 ppm koncentrációban tartalmaz IgY immunglobulinokat (Harmon és mtsai, 2002). Ezekkel az IgY antitestekkel fenntartható lehet a választott malacok immunitása és védelme a betegségekkel szemben (Thacker, 2013).

A bélbetegségek okozta gazdasági veszteségek igen jelentősek a sertésipar számára; az enterotoxigén *E. coli* nem csak a választott malacok hasmenésének leggyakoribb kórokozója, de az évente körülbelül 10 millió elhullott sertés 50%-áért is felelős.

#### *Montmorillonit*

Alternatívaként különös figyelem övezi a természetes agyagásványokat (Ke és mtsai, 2014). Néhány kutató arról számolt be, hogy a cinket hordozó klinoptilolit a növekedést serkentő antibiotikum helyett alkalmazható brojlersirkéknél (Tang és mtsai, 2014).

In vitro bizonyították a fémionokkal cserélt montmorillonit (Mt) antibakteriális hatásait az *E. coli* baktériumokra (Malachová és mtsai, 2011). Jiao és mtsai (2015) egy korábbi kutatása során leírta, hogy a montmorillonit-Zn kiegészítés javíthatja az elválasztott malacok növekedési teljesítményét és enyhítheti a hasmenést. Egy későbbi kísérletükben pedig bizonyították, hogy a takarmány-adalékanyagként adott Mt-Zn kiegészítés csökkentette az *E. coli* és az *S. suis* populációját a választott malacok béltartalmában (Jiao és mtsai, 2015). A hatásmechanizmusa alatt a baktériumok adszorpciója és a Zn-Mt felületén való immobilizáció megy végbe. A Zn felszabadul a montmorillonit szerkezetéből és közvetlenül fejt ki antimikrobiális hatását a baktériumokra (Magana és mtsai, 2008).

#### **Következtetések**

A malacok választása és takarmányváltása jelentős stresszfaktort jelent számukra. A stressz hatására pedig a malacok jelentős hányadánál csökken az immunitás, melynek hatására megjelenik az *E. coli* által okozott hasmenés, mely súlyos gazdasági veszteségekkel jár az állattartó szempontjából. A hasmenés megelőzése érdekében ZnO-ot alkalmaznak a malacok immunrendszerének megtámogatása céljából. A ZnO segít megelőzni a választással járó stressz által okozott hasmenést, viszont a cink ebben a formában nehezen hozzáférhető az állat szervezete számára, emiatt nagy mennyiség adagolására van szükség. Ennek következményeként az állat szervezetéből nagy mennyiségű cink kerül ki, amely azonban rendkívül környezetkárosító és az Európai Unió 2022-től betiltja használatát.

Jelenleg is intenzív kutatások folynak alternatív megoldások után a választáskori ZnO adagolás alkalmazása helyett. Jelen irodalmi áttekintésben szerves savak, illóolajok, enzimek, probiotikumok és más takarmánykiegészítők felhasználási lehetőségeit mutattuk be. A különböző kutatási eredmények arra mutattak rá, hogy több anyag is alkalmas alternatíva lehet a ZnO kiváltására.

## Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését a 2017-1.3.1-VKE-2017-00001 és az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg. A cikk elkészültéért szeretnék köszönetet mondani munkatársaimnak, akik részt vettek az irodalmak feldolgozásában, kutatásában és az elkészült munka lektorálásában.

## Irodalomjegyzék

- Adachi S.* (1992). Lactic acid bacteria and the control of tumours. In: B.J.B. Wood (Editor). *The Lactic Acid Bacteria*.
- Adjiri-Awere A., van Lumen T.A.* (2005). Subtherapeutic use of antibiotics in pork production: Risks and alternatives. *Canadian Journal of Animal Science*, 85. 2. 117-130.
- Andrea L.* (2020). EU's zinc oxide ban: Preventing PWD with vaccination. *PigProgress*.
- Apgar G.A., Kornergey E.T., Lindemann M.D., Wood C.M.* (1993). The effects of feeding various levels of *Bifidobacterium globosum* A on the performance, gastrointestinal measurements, and immunity of weanling pigs and on the performance and carcass measurements of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 71. 2173-2179.
- Barnett K.L., Kornergey E.T., Risley C.R., Lindemann M.D., Schurig G.G.* (1989). Characterization of creep feed consumption and its subsequent effects on immune response, scouring index and performance of weanling pigs. *Journal of Animal Science*, 67. 2698-2708.
- Benno Y., He F., Hosoda M., Hashimoto H., Kojima T., Yamazaki K., Iino H., Mykkanen H., Salminen S.* (1996). Effects of *Lactobacillus GG* yoghurt on human intestinal microecology in Japanese subjects. *Nutritional Today*, Supplement 31. 9-11.
- Bocourt R., Savon L., Diaz J., Brizuela M.A., Serran P., Prats A., Elias A.* (2004). Effects of the probiotic activity of *Lactobacillus rhamnosus* on productive and health indicators of piglets. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 38. 75-79.
- Bokori J., Gundel J., Herold I., Kakuk t., Kovács G., Mézes M., Schmidt J., Szigeti G., Vincze L.* (2003). A takarmányozás alapjai. *Mezőgazda Kiadó*, 52-53.
- Bosi P.* (2000). Modulation of immune response and barrier function in the piglet gut dietary means. *Asian-Aus. Journal of Animal Science*, 13. special issue: 278-293
- Boudry G., Péron V., Le Huërou-Luron I., Lallès J.P., Sève B.* (2004). Weaning induces both transient and long-lasting modifications of absorptive, secretory, and barrier properties of piglet intestine. *J. Nutr.* 134, 2256–2262.
- Bras R.* (2003). Spray-dried egg for weanling pigs. *Zootec.* 32:1901-1911.
- Brown K.H.* (1994). Dietary management of acute diarrhea disease: contemporary scientific issues. *Journal of Nutrition*. 124:1455-1460.
- Brul S., Coote P.* (1999). Preservative agents in foods: mode of action and microbial resistance mechanisms. *Int. J. Food Microbiol.* 50, 1–17.
- Burt S.,* (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *Int. J. Food Microbiol.* 94, 223–253.
- Carlson M.S., Boren C.A., Wu C., Huntington C.E., Bollinger D.W., Veum T.L.* (2004). Evaluation of various inclusion rates of organic zinc either as apolysaccharide or proteinate complex on the growth performance, plasma, and excretion of nursery pigs. *J. Anim. Sci.* 82, 1359–1366.
- Caruso és mtsai* (1993) as cited in *Link és mtsai* (2005).
- Casula G. és Cutting S.M.* (2002). *Bacillus* probiotics: Spore germination in the gastrointestinal tract. *Appl. Environ. Microbiol.* 68:2344-2352.



- Crenshaw T.D., Cook M.E., Odle J. és Martin R.E. (1986). Effect of nutritional status, ages at weaning and room temperature on the growth and system immune response on weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 63:1845
- Critchfield J.W., Butera S.T., and Folks T.M. (1996). Inhibition of HIV activation in latently infected cells by flavonoid compounds. *AIDS Res. Hum. Retroviruses* 12:39-46.
- Cummings, J.H., Antoine J.M., Azapiroz F., Bourdet-Sicard R., Brandtzaeg P., Calder P.C., Gibson G.R., Guaner F., Isolauri E., Pannemans D., Short C., Tuijelaars S. és Watzl B. (2004). PassCLAIM-Gut health and immunity. *Eur. J. Nutr.* 43:118-179, Suppl. 2
- De Rodas B.A., Gilliland S.E. és Maxwell C.V. (1996). Hypercholesterolemia action of *Lactobacillus acidophilus* ATCC 43121 and calcium in swine with hypercholesterolemia induced by diet. *Journal of Dairy Science.* 79:2121-2128.
- Diao H., Zheng P., Yu B., He J., Mao X.B., Yu J., Chen D.W. (2014). Effects of dietary supplementation with benzoic acid on intestinal morphological structure and microflora in weaned piglets. *Livest. Sci.* 167, 249–256.
- Dorman H.J.D., Deans S.G. (2000). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant oils. *J. Appl. Microbiol.* 88, 308–316
- Dybkaer L., Jacobsen A., Togersen F., and Poulsen H. (2006). Eating and drinking activity of newly weaned piglets: Effects of individual characteristics, social mixing, and addition of extra zinc to the feed. *J. Anim. Sci.* 84: 702-711.
- Froning G.W., Wehling R.L., Cuppett S., and Niemann L. (1998). Moisture content and particle size of dehydrated egg yolk affect lipid and cholesterol extraction using supercritical carbon dioxide. *Poult. Sci.* 77: 1718-1722.
- Fuller R. (1992). History and development of probiotics. *The Scientific Basis*, (Fuller, R., Editor, Chapman és Hall Publishers (London).
- Gabert V.M. és Sauer W.C. (1994). The effects of supplementing diets for weanling pigs with organic acids. A review. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 3, 1994, 73-87.
- Gahan D.A., Lynch M.B., Callan J.J., O'Sullivan J.T., O'Doherty J.V. (2009). Performance of weanling piglets offered low-, medium- or high-lactose diets supplemented with a seaweed extract from *Laminaria* spp. *Animal*;3:24–31
- Gang L., Lei Y., Yordan M., Wenkai R., Hengjia N., Naif A.A-D., Veeramuthu D., Yulong Y. (2017). Dietary *Saccharomyces cerevisiae* Cell Wall Extract Supplementation Alleviates Oxidative Stress and Modulates Serum Amino Acids Profiles in Weaned Piglets. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 1.
- Guenther E. (1948). *The Essential Oils*. D. Van Nostrand, New York.
- Hankins C.C., Veum T.L., and Reeves P.G. (1985). Zinc requirement of the baby pig when fed wet-autoclaved spray-dried egg albumen as protein source. *J Nutr* 115: 1600-1161.
- Hansson L., Blackberg I., Edlund M., Lundberg I., Stromqvist M. és Herneil O. (1994). Recombination human milk bile salt-stimulated lipase Catalytic activity is retained in the absence of glycosylation and unique proline-rich repeats. *Journal of Biological Chemistry.* 268:26,692-26,698.
- Harmon B.G., Latour M., and Norberg S. (2002). Spray-dried eggs as a source of immune globulins for SEW pigs. *Purdue University Swine Research Report.* pp. 31-35.
- Harper A.F., Kornegay E.T., Bryantt K.L., Thomas H.R. (1983). Efficacy of virginiamycin and a commercially-available *Lactobacillus* probiotics in swine diets. *Anim. Feed Sci. Tech.* 8:69-76.
- Heim G., Walsh A.M., Sweeney T., Doyle D.N., O'Shea C.J., Ryan M.T., O'Doherty J.V. (2014). Effect of seaweed-derived laminarin and fucoidan and zinc oxide on gut morphology, nutrient transporters, nutrient digestibility, growth performance and selected microbial populations in weaned pigs. *Br J Nutr*;111:1577–85.
- Hennequart F., O'Connell E., Spence J., Tuohy M.G. (2004). Brown macro-algae. *Aqua Feeds: Formulation Beyond*;4:14–8.
- Hill G.M. és mtsai (2000). Growth promotion effects and plasma changes from feeding high dietary concentrations of zinc and copper to weanling pigs (regional study). *J. Anim. Sci.* 78: 1010-1016.

- Hiss S. és Sauerwein H. (2003). Influence of dietary  $\beta$ -glucan on growth performance, lymphocyte proliferation, specific immune response and haptoglobin plasma concentration in pigs. *J. Anim. Physiol. A. Anim. Nutrition.* 87:2-11.
- Hoebler C., Guillon F., Darcy-Vrillon B., Vaugelade P., Lahaye M., Worthington E., Duée P.H., Barry J.L. (2000). Supplementation of pig diet with algal fibre changes the chemical and physicochemical characteristics of digesta. *J Sci Food Agric*;80:1357–64.
- Hong J.W., Kim I.H., Kwon O.S., Min B.J., Lee W.B. and Shon K.S. (2004). Influences of plant extract supplementation on performance and blood characteristics in weaned pigs. *Asian- Aust. J. Anim. Sci.* 17(3):374-378.
- Horn N., Ruch F., Miller G., Ajuwon K.M. and Adeola O. (2014). Impact of acute water and feed deprivation events on growth performance, intestinal characteristics, and serum stress markers in weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 92: 4407-4416.
- Hu C.H., Song Z.H., Xiao K., Song J., Jiao L.F., Ke Y.L. (2014). Zinc oxide influences intestinal integrity, the expressions of genes associated with inflammation, and TLR4-myeloid differentiation factor 88 signaling pathways in weanling pigs. *Innate Immun.* 20, 478–486.
- Hyun Y., Ellis M., Riskowski G., and Johnson R.W. (1998). Growth performance of pigs subjected to multiple concurrent environmental stressors. *J. Anim. Sci.* 76: 721- 727.
- Jansen S. (2002). Anticancer and health protective properties of citrus fruit components. *Asia Pacific J. Clin. Nutr.* 11:79-84.
- Jensen B.B. (1998). The impact of feed additives on microbial ecology of the gut in young pigs. *Journal of Animal and feed Sciences*, 70:45-64
- Jensen B.B. és Jensen M.T. (1998). Microbial production of skatole in the digestive tract of the entire male pigs. In: W.K. Jensen, (ed). *Skatole and Boar taint*, p41-76.
- Jensen B.B., Mikkelsen L. és Christensen D.N. (1998). Integration of ileum fistulated pigs and in vitro fermentation to quantify the effect of diet on composition of microbial fermentation in the large intestine. In: H. Jorgensen, J.A. Fernandez (eds). *Proceedings of NJF Seminar No 274 on energy and protein evaluation for the pigs in the Nordic countries.* NJF report No. 119, p106-110.
- Jiang J.F., Song X.M., Huang X. és mtsai (2012). Effects of alfalfa meal on growth performance and gastrointestinal tract development of growing ducks. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, vol. 25, no. 10, pp. 1445–1450.
- Jiao L.F., Ke Y.L., Xiao K., Song Z.H., Lu J.J. and Hu C.H. (2015). Effects of zinc-exchanged montmorillonite with different zinc loading capacities on growth performance, intestinal microbiota, morphology and permeability in weaned piglets. *Applied Clay Science* 112–113;40–43.
- Kalemba D., Kunicka A., (2003). Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Curr. Med. Chem.* 10, 813–829.
- Kamel C. (2000). A novel look at a classic approach of plant extracts. *Feed Mix.* 8:16-18.
- Ke Y.L., Jiao L.F., Song Z.H., Xiao K., Lai T.M., Lu J.J., Hu C.H. (2014). Effects of cetylpyridinium-montmorillonite, as alternative to antibiotic, on the growth performance, intestinal microflora and mucosal architecture of weaned pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 198, 257–262.
- Kelly D. (1998). Probiotics in young and newborn animals. *J. Anim. Sci.* 7:15-23.
- Kelly D., Smyth J.A., és McCracken K.J. (1991). Digestive development of early weaned pig. 2 Effect of level of feed intake on digestive enzyme activity during the immediate post-weaning period. *Br. J. Nutr.* 65:181-188.
- Kendiah G. (1999). Comparison of the passive prophylactic effect of bovine milk immunoglobulin fed as a bolus or continuously against diarrhoea caused by *Escherichia coli* K88 using piglets as models. MSc Thesis, Massey University, Palmerston North, New Zealand.
- Kim D. H., Song M.J., Bae E.A. and Han M.J. (2000). Inhibitory effect of herbal medicines on rotavirus infectivity. *Biol. Pharm. Bull.* 23:356-358.
- Kogan G., and Kocher A. (2007). Role of yeast cell wall polysaccharides in pig nutrition and health protection. *Livestock Science*, vol. 109, no. 1–3, pp. 161–165.

- Kong X.F., Wu G.Y., Liao Y.P. és mtsai (2007a). Dietary supplementation with Chinese herbal ultra-fine powder enhances cellular and humoral immunity in early-weaned piglets. *Livestock Science*, vol. 108, no. 1-3, pp. 94–98.
- Kong X.F., Wu G.Y., Liao Y.P. és mtsai (2007b). Effects of Chinese herbal ultra-fine powder as a dietary additive on growth performance, serum metabolites and intestinal health in earlyweaned piglets. *Livestock Science*, vol. 108, no. 1–3, pp. 272–275.
- Kong X.F., Yin F.G., He Q.H. és mtsai (2009). *Acanthopanax senticosus* extract as a dietary additive enhances the apparent ileal digestibility of amino acids in weaned piglets. *Livestock Science*, vol. 123, no. 2-3, pp. 261–267.
- Krisper P., Tisler V., Skubic V., Rupnik I. and Kobal S. (1992). The use of tannin from chestnut (*Castanea vesca*). *Basic Life Sci.* 59:1013-1019.
- Lalles J.-P., Boudry G., Favier C., Le Floc'h N., Luron I., Montagne L., Oswald I.P., Piel C. és Seve (2004). Gut function and dysfunction in young pigs: microbiology, *Anim. Es.* 53:301-316.
- Lambert R.J., Skandamis P.N., Coote P.J., Nychas G.J., (2001). A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *J. Appl. Microbiol.* 91, 453–462.
- Li J. and Kim I.H. (2014). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* cell wall extract and poplar propolis ethanol extract supplementation on growth performance, digestibility, blood profile, fecal microbiota and fecal noxious gas emissions in growing pigs. *Animal Science Journal*, vol. 85, no. 6, pp. 698–705.
- Lin H. (2000). Studies on the protection role of probiotics and milk calcium on *Salmonella typhimurium* infection in mice. MSc Thesis, Massey University, Palmerston North, New Zealand
- Lin J., Lin E.C., Yu I.T., Liu H.T., Yang I.S., Huang C.H. (2002). Effect of probiotic supplementation on growth performance, serum cholesterol and triglyceride, immune response and fecal bacteria in early weaned piglets. *Agri. Assn. China* 91, 3 (4) 325-336.
- Link R., Kovac G., Pistl J., (2005). A note on probiotics as an alternative for antibiotics in pigs. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 14, 513-519.
- Lombardi V.R.M., Fernandez-Nova L., Etcheverria I., Seoane S. és Cacabelos R. (2005). Studies on immunological, biochemical, haematological and growth regulation by *Scomber scombrus* fish protein extract supplementation in young pigs. *Animal Science Journal.* 76:159-170
- Lönnerdal B. (2000). Dietary factors influencing zinc absorption. *Journal of Nutrition* 130: 1378S-1383S.
- Lopez J. (2000). Probiotics in animal nutrition. *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* 13:12-26.
- Magana S.M., Quintana P., Aguilar D.H., Toledo J.A., Angeles-Chavez C., Cortes M.A., Leon L., Freile-Pelegrin Y., Lopez T., Torres Sanchez R.M. (2008). Antibacterial activity of montmorillonites modified with silver. *J. Mol. Catal. A Chem.* 281, 192–199.
- Mahan D.C. és Lepine A.J. (1991). Effect of pig weaning weight and associated nursery feeding programs on subsequent performance to 105 kg body weight. *J. of Anim. Sci.* 69:1370-1378.
- Malachová K., Prausová P., Rybková Z., Kozák O. (2011). Antibacterial and antifungal activities of silver, copper and zinc montmorillonites. *Appl. Clay Sci.* 53, 642–645
- McDonnell P., Figat S., O'Doherty J.V. (2010). The effect of dietary laminarin and fucoidan in the diet of the weanling piglet on performance, selected faecal microbial populations and volatile fatty acid concentrations. *Animal*;4:579–85.
- Mroz Z., Derkker R.A., Koopmans S.J. és Le Huerou-luron I. (2003). Performance, functional features of the digestion tract and haematological indices in weaned piglets fed antibiotic free diet and exposed to a viro-bacteria infection, in: Ball R.O. (Ed), *Proceeding of the 9th international symposium on digestive physiology in pigs*, Banff, AB, Canada, pp180-182
- Newby T.J., Miller B.G., Stokes C.R. és Bourne F.J. (1983). Hypersensitivity to dietary antigens as predisposing factors in post weaning diarrhoea. *Pig Vet. Soc. Proc.* 10:50.
- Nunes C.S. és Guggenbuhl P. (1998). Evaluation of salinomycin (Biocox®) effects on pig performance. *Journal of Animal and Feed Sciences.* 7:167-170.
- Oberleas D., Muhrer M.E, and O'Dell B.L. (1962). Effects of phytic acid on zinc availability and parakeratosis in swine. *J. Anim. Sci.* 21: 57-61.

- O'Doherty J.V., Dillon S., Figat S., Callan J.J., Sweeney T. (2010). The effects of lactose inclusion and seaweed extract derived from *Laminaria* spp. on performance, digestibility of diet components and microbial populations in newly weaned pigs. *Anim Feed Sci Technol*; 157:173–80.
- O'Donovan L. and Brooker J.D. (2001). Effect of hydrolysable and condensed tannins on growth, morphology and metabolism of *Streptococcus Gallolyticus* (*S. caprinus*) and *Streptococcus bovis*. *Microbiology* 147:1025-1033.
- O'Shea C.J., McAlpine P., Sweeney T., Varley P.F. and O'Doherty J.V. (2014). Effect of the interaction of seaweed extracts containing laminarin and fucoidan with zinc oxide on the growth performance, digestibility and faecal characteristics of growing piglets. *Br J Nutr*;111: 798–807.
- Pengfei L., Xiangshu P., Yingjun R., Xu H., Lingfeng X. and Hongyu Z. (2012). Effects of Adding Essential Oil to the Diet of Weaned Pigs on Performance, Nutrient Utilization, Immune Response and Intestinal Health. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* Vol. 25, No. 11 : 1617-1626.
- Perdigon G., Nader de Mascias M.E., Alvarez S., Oliver G., de Ruiz P. és Holgado A. (1990). Prevention of gastrointestinal infection using immunobiological methods with milk fermentes with *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus acidophilus*. *Journal of Dairy Research* 57:255-264.
- Philip V., Harris J., Adams R. és mtsai (2011). A survey of aspartatephenylalanine and glutamate-phenylalanine interactions in the protein data bank: searching for anion- $\pi$  pairs. *Biochemistry*, vol. 50, no. 14, pp. 2939–2950.
- Piard J.C. és Desmazeaud M. (1991). Inhibiting factors produced by lactic acid bacteria. I. Oxygen metabolites and catabolism end. products. *Lait* 71,525-541.
- Pluske J.B., Williams I.H. és Aherne F.X. (1996). Maintenance of villous height and crypt depth in piglets by providing continuous nutrition after weaning. *Anim. Sci.* 62:131-144.
- Pluske J.B., Hampson D.J. és William I.H. (1997). Factors influencing the structure és functions of the small intestine in the weaned pig: a review, *Livest. Prod. Sci.* 51 (1997) 215-236.
- Poulsen H.D. (1989). Zinc oxide for weaned pigs. 40th Annual Meeting EAAP, Dublin, Ireland, 8 pp.
- Poulsen H. D. (1995). Zinc oxide for weanling piglets. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A - Animal Science* 45: 159-167.
- Prgomet C., Sarikaya H., Bruckmaier R.M. és Pfaffl M.W. (2005). Short-term effects on pro-inflammatory cytokine, lactoferrin and CD14 mRNA expression levels in bovine immunoseparated milk and blood cells treated by LPS. *Journal of Veterinary Medicine.* 52:317-328.
- Richard N. (2007). Effect of probiotic and lactoferrin-supplemented diets on daily gain, feed intake, feed conversion rate, mean weekly faecal scores, lymphocyte to neutrophil ratio, immunity, general health, and hematological parameters in weanling pigs subjected to an immunological challenge. Massey University, Palmerston North, New Zealand: i-ii., xiv.
- Rossi M. és mtsai (2013). Developments in understanding and assessment of egg and egg product quality over the last century. *Worlds Poultry Science Journal* 69: 414- 429.
- Ruperez P., Ahrazem O. and Leal J.A. (2002). Potential antioxidant capacity of sulfated polysaccharides from the edible marine brown seaweed *Fucus vesiculosus*. *J Agric Food Chem.*;50:840–5.
- Ryan M.T., Smith A.G., O'Doherty J.V., Bahar B., Reilly P., Sweeney T. (2010). Effects of nutrient supplementation with laminarin derived from *Laminaria hyperborea* and *Laminaria digitata* on mucin gene expression in the porcine ileum. *Livest Sci*;133:236–8.
- Scalbert A. (1991). Antimicrobial properties of tannins. *Phytochemistry* 30:3875-3883.
- Sahn mugam M., Mody K.H. (2000). Heparinoid-active sulphated polysaccharides from marine algae as potential blood anticoagulant agents. *J Curr Sci*; 79:1672–83.
- Sauerwein H., Schmitz S. and Hiss S. (2007). Effects of a dietary application of a yeast cell wall extract on innate and acquired immunity, on oxidative status and growth performance in weanling piglets and on the ileal epithelium in fattened pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, vol. 91, no. 9-10, pp. 369–380.
- Sikkema J., De Bont J.A.M., Poolman B. (1994). Interactions of cyclic hydrocarbons with biological membranes. *J. Biol. Chem.* 269, 8022–8028.



- Smith A.G., O'Doherty J.V., Reilly P., Ryan M.T., Bahar B., Sweeney T. (2011). The effects of laminarin derived from *Laminaria digitata* on measurements of gut health: selected bacterial populations, intestinal fermentation, mucin gene expression and cytokine gene expression in the pig. *Br J Nutr*;105:669–77.
- Smith W. H., Plumlee M.P., and Beeson W.M. (1985). EFFECT OF SOURCE OF PROTEIN ON ZINC REQUIREMENT OF GROWING PIG *J. Anim. Sci.* 21: 399-405.
- Song M. és mtsai (2012). Effects of dietary spray-dried egg on growth performance and health of weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 90: 3080-3087.
- Steijn J.M. (2001). Milk ingredients as nutraceuticals. *International Journal of Dairy Technology*, 54(3):81–88.
- Stuyven E., Cox E., Vancaeneghem S., Arnouts S., Deprez P. and Goddeeris B.M. (2009). Effect of  $\beta$ -glucans on an ETEC infection in piglets. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, vol. 128, no. 1–3, pp. 60–66.
- Suiryanrayna M.V.A.N., Ramana J.V. (2015). A review of the effects of dietary organic acids fed to swine. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 6, 45.
- Sweeney T., Collins C.B., Reilly P., Pierce K.M., Ryan M. and O'Doherty J.V. (2012). Effect of purified  $\beta$ -glucans derived from *Laminaria digitata*, *Laminaria hyperborea* and *Saccharomyces cerevisiae* on piglet performance, selected bacterial populations, volatile fatty acids and pro-inflammatory cytokines in the gastrointestinal tract of pigs. *British Journal of Nutrition*, vol. 108, no. 7, pp. 1226–1234.
- Tang S. G. és mtsai (2015). Chemical Compositions of Egg Yolks and Egg Quality of Laying Hens Fed Prebiotic, Probiotic, and Synbiotic Diets. *J. Food. Sci.* 80: C1686-35 1695.
- Tang Z.G., Wen C., Wang L.C., Wang T., Zhou Y.M. (2014). Effects of zinc-bearing clinoptilolite on growth performance, cecal microflora and intestinal mucosal function of broiler chickens. *Anim. Feed Sci. Technol.* 189, 98–106.
- Thacker P.A. (1999). Nutritional requirements of early weaned pigs: a review. *Pig News Info.* 20 pp13N–24N.
- Thacker P.A. (2013). Alternatives to antibiotics as growth promoters for use in swine production: a review. *J. Anim. Sci. and Biotech.* 4(1):35.
- Tome D. és Debbabi H. (1998). Physiological effects of milk protein components. *Int. Dairy Journal.* 8:383–392.
- Torrallardona D., Badiola I., Broz J. (2007). Effects of benzoic acid on performance and ecology of gastrointestinal microbiota in weanling piglets. *Livest. Sci.* 108, 210–213.
- Tunghanathanich P. (1994). The effects of diet and feeding on small intestinal development in piglets during the first 24 hours after birth. Volume 1 text. PhD Thesis, Massey University, Palmerston North, New Zealand.
- Ultee A., Bennik M.H., Moezelaar R. (2002). The phenolic hydroxyl group of carvacrol is essential for action against the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. *Appl. Environ. Microbiol.* 68, 1561–1568.
- Van Dijk A.J., Everts H., Nabuurs N.J.A., Margry R.J.C.F. és Beynen A.C. (2003). Growth performance of weaned pigs fed spray-dried animal plasma: review, *Livest. Prod. Sci.* 68. pp263-274.
- Walsh AM, Sweeney T, O'Shea CJ, Doyle DN, O'Doherty JV. (2013). Effect of dietary laminarin and fucoidan on selected microbiota, intestinal morphology and immune status of the newly weaned pig. *Br J Nutr*;110:1630–8.
- Walton J.R. (2001). Benefits of antibiotics in animal feed. In: Recent developments in pig nutrition. 3 (eds) J. Wiseman és P.C. Guarnsworthy. Nottingham University Press, Nottingham, U.K. pp 11-37.
- Wenk C. (2003). Herbs and botanicals as feed additives in monogastric animals. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 16(2):282-289.
- Wu G., Bazer F.W., Dai Z., Li D., Wang J., and Wu Z. (2014). Amino acid nutrition in animals: protein synthesis and beyond. *Annual Review of Animal Biosciences*, vol. 2, pp. 387–417.



- Wu J.F., Hsu J.B., Cheng C.S., Hsyi J.N. (2001). Microbial supplements in pig diets 1. Growth benefits and cost consideration in the replacement of antibiotics in diets for growing-finishing pigs. *Agr. Assn. China* 90, 2 (1):16-23.
- Xu Y.T., Liu L., Long S.F., Pan L., Piao X.S. (2017). Effect of organic acids and essential oils on performance, intestinal health and digestive enzyme activities of weaned pigs. *Animal Feed Science and Technology* 235: 110-111.
- Yu I.T., Ju C.C., Lin J., Wu H.L. és Yen H.T. (2004). Effects of probiotics and selenium combination on the immune and blood cholesterol concentration. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 13:625-634.
- Yuan S.B., Chen D.V., Zhang K.Y. and Yu B. (2007). Effects of oxidative stress on growth performance, nutrient digestibilities and activities of antioxidative enzymes of weanling pigs. *Asian- Australasian Journal of Animal Sciences*, vol. 20, no. 10, pp. 1600– 1605.
- Zabielski R. (1998). Regulatory peptides in milk, food and in the gastrointestinal lumen of young animals and children. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 7: 65-78.

### **Internetes források**

<http1://www.allaboutfeed.net/Feed-Additives/Articles/2019/8/Zero-Zinc-Summit-How-to-replace-ZnO-460391E/>

<http2://www.babolnatarmany.hu/mit-tehetunk-cink-oxid-nelkul/>

[http3://www.ema.europa.eu/en/documents/referral/zinc-oxide-article-35-referral-questions-answers-veterinary-medicinal-products-containing-zinc-oxide\\_en.pdf](http3://www.ema.europa.eu/en/documents/referral/zinc-oxide-article-35-referral-questions-answers-veterinary-medicinal-products-containing-zinc-oxide_en.pdf)

<http4://www.fwi.co.uk/livestock/pigs/zinc-oxide-to-be-phased-out-in-pig-production-by-2022>