

A kókuszolaj kiegészítés hatásai a brojlercsirkék termelési mutatóira és egészségére

Effects of coconut oil supplementation on the production performance and health of broiler chickens

HETÉNYI Nikoletta

ÖSSZEFOGLALÁS

Az összefoglaló célja a kókuszolaj élettani hatásainak áttekintése és gyakorlati alkalmazási lehetőségeinek bemutatása a brojlercsirkék takarmányozásában. A kókuszolaj zsírsavösszetételében dominálnak a közepes szénláncú zsírsavak (MCFA = medium-chain fatty acid), mint a kapronsav (C6), kaprilsav (C8), kaprinsav (C10) és laurinsav (C12). A kókuszolajat nagyjából 60%-ban alkotó MCFA-k közös jellemzője az erős antimikrobiális tulajdonság. Hatékonyak lehetnek számos humán- és baromfi egészségügyi szempontból jelentős baktérium (pl.: *Salmonella* spp., *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*), valamint vírus, gomba és parazita ellen is. A kókuszolaj használatával érvényesülhet az MCFA-szinergista hatása, ami erősítheti az antimikrobiális tulajdonságot. A kókuszolaj kedvezően befolyásolhatja a bélmikrobiom összetételét, pl.: fokozza a tejsavtermelő baktériumok számát. Alkalmazása ellensúlyozhatja a hőstressz következményeként megfigyelhető termelésnövekedést, a vakcinázás hatékonyságát, valamint a fertőzött madarak ellenállóképességét. A kókuszolaj kiegészítés javíthatja a brojlercsirkék súlygyarapodását, takarmányértékesítését és egészségi állapotát, de az optimális alkalmazási mennyiség megállapítása még további vizsgálatokat igényel.

Kulcsszavak: antimikrobiális, brojler, zsírsav, mikrobiom, takarmányértékesítés

SUMMARY

Objective. Coconut oil mainly comprises medium-chain fatty acids (MCFA), having 6-12 carbon atoms, such as caproic acid, caprylic acid, capric acid, and lauric acid. Palm- and palm kernel oil, and fat of the black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) are also rich in these fatty acids. MCFAs are esterified to a glycerol backbone forming the medium-chain-triglycerides (MCT). This review aims to give an overview of the effects of coconut oil supplementation on the growth performance and health of broiler chickens.

Results. MCFAs display antibacterial activity against important zoonotic pathogens e.g.: *Salmonella typhimurium*, *Salmonella enteritidis*, *Clostridium perfringens*, *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*, however, the *in vivo* results are not as promising as the *in vitro* experiment. This might be explained by the different sampling times. Besides that, MCFAs are absorbed rapidly from the small intestine thus, they do not reach the large intestine. The synergetic effects of different MCFAs in coconut oil may improve its antimicrobial effect. The coconut oil supplementation may also be effective against fungi (e.g.: *Candida albicans*), parasites (e.g.: *Eimeria* sp.), and viruses (e.g.: avian influenza virus). However, MCFAs are not effective against enveloped viruses. Coconut oil can enhance the effects of vaccination against the avian influenza virus and resilience in case of artificial infection. It may also improve the performance of heat-stressed-broiler chickens. Coconut oil impacts the gut microbiota by decreasing the count of pathogenic and/or facultative pathogenic bacteria and increasing the occurrence of *Lactobacillus* spp. MCFAs also have a positive and significant impact on the morphology of the small intestine. The increased villus height/crypt depth ratio enhances nutrient absorption while the increased number of goblet cells and mucin production strengthens the gut barrier function. Bile is not needed for the hydrolysis of the MCFAs, thus they are directly transported via the hepatic portal vein to the liver. These fatty acids can enter the mitochondria without L-carnitine, accordingly, they are quickly metabolized in the body as an immediate energy source. MCFAs also have an anti-inflammatory effect.

Conclusions. Studies on poultry showed that coconut oil supplementation might improve weight gain, feed conversion ratio, gut microbiota, and gut morphology. However, the optimal inclusion level for the physiological effect requires further research.

Keywords: antimicrobial, broiler, fatty acid, microbiome, feed conversion ratio

1. Bevezetés

A 6-12 szénatommal rendelkező közepes szénláncú zsírsavak (medium-chain fatty acid [MCFA]), - elsősorban a kapronsav (C6:0), a kaprilsav (C8:0), a kaprinsav (C10:0) és a laurinsav (C12:0) - antibakteriális hatással rendelkeznek, sőt akár a vírusok, gombák és paraziták elleni védekezésben is felhasználhatók (Nitbani és mtsai, 2016; Ripon és mtsai, 2019; Borrelli és mtsai, 2021; Casillas-Vargas és mtsai, 2021; Tejaswi és mtsai, 2021; Szabó és mtsai, 2023). Forrásuk többek között a kókuszolaj, a pálmamag olaj és a fekete katonalégy lárvából (*Hermetia illucens*) kivont zsiradék (1. táblázat). A MCFA-k glicerinnel alkotott észterei a közepes szénláncú trigliceridek (medium-chain triglycerides, MCT). Az összefoglaló célja, hogy ismertesse a kókuszolaj kiegészítés hatását a brojlercsirkék termelési mutatóira és egészségügyi állapotára.

1. táblázat

A kókuszolaj zsírsavösszetétele

Zsírsav (1)	Kókuszolaj (2)	Szűz kókuszolaj (3)
Kapronsav (C6:0)	4 g/kg	5-10 g/kg
Kaprilsav (C8:0)	65 g/kg	50-100 g/kg
Kaprinsav (C10:0)	56 g/kg	40-80 g/kg
Laurinsav (C12:0)	485 g/kg	420-520 g/kg
Mirisztinsav (C14:0)	181 g/kg	160-210 g/kg
Palmitinsav (C16:0)	95 g/kg	70-100 g/kg
Sztearinsav (C18:0)	39 g/kg	20-40 g/kg
Arachidonsav (C20:0)	–	–
Palmitoleinsav (C16:1)	–	nyomokban
Olajsav (C18:1)	61 g/kg	50-80 g/kg
Linolsav (C18:2)	15 g/kg	10-30 g/kg
Linolénsav (C18:3)	–	≤ 2 g/kg

Forrás (4): Nitbani és mtsai (2016), Hafeez és mtsai (2020)

Table 1: Fatty acid composition of coconut oil

fatty acid (1); coconut oil (2); virgin coconut oil (3); source (4)

2. A termelési mutatókra gyakorolt hatás

Irodalmi adatok alapján a kókuszolajat alkotó MCFA kiegészítés kedvezően hathat a termelési mutatókra. A MCFA-ok 2,5-60 g/kg-os bekeverési arányban a kontrollhoz képest jobb súlygyarapodást, vágósúlyt, illetve takarmányértékesítés eredményezhetnek. Ezen túlmenően javulhat a takarmány emészthetősége,

valamint csökkenhet az izomzat és a test zsírtartalma is (2. táblázat). A 2 g/kg mennyiségben adagolt MCFA keverék hatására csökkent a mortalitás és a talpfekély előfordulása, illetve súlyossága, valamint javultak a termelési mutatók (Khosravinia, 2015).

Ugyanakkor még azonos típusú és mennyiségű zsírsav alkalmazásakor sem minden kísérletben sikerült javítani a súlygyarapodást vagy a takarmányértékesítést (Zimborán és mtsai, 2021). Józsefiak és mtsai (2014) 1-14 napos kor között 24 g/kg majd 14-42 napos kor között 43 g/kg kókuszolaj kiegészítés alkalmazásakor a kukorica-, szója- és pálmamag olaj csoportokkal megegyező eredményeket kaptak. Kanakri és mtsai (2018) a 40 g/kg-ban etetett kókuszolajat, lenmag olajat vagy kukorica olajat és nem tapasztaltak eltérést a súlygyarapodásban.

2. táblázat

A kókuszolaj kiegészítés hatása a brojlercsirkék takarmányfelvételére és takarmányértékesítésére (1-42. nap)

Kókuszolaj a takarmányban (1)	Takarmányfelvétel (g/nap) (2)	Súlygyarapodás (g/nap) (3)	Takarmányértékesítés (kg/kg) (4)
15 g/kg	91,1	57,0	1,6
15 g/kg	73,8	48,5	1,5
24 g/kg (1-14. nap) és 43 g/kg (14-42. nap) (5)	98,9	59,4	1,7

Forrás (6): Wang és mtsai (2015); Attia és mtsai (2020), Józsefiak és mtsai (2014)

Table 2: Effects of coconut oil supplementation on the feed intake and feed conversion ratio of broiler chickens (day 1-42)

coconut oil in the feed (1); feed intake (g/day) (2); body weight gain (3), feed conversion ratio (4); 24 g/kg (1-14 day) and 43 g/kg (14-42 day); source (6)

Elewa és mtsai (2023) megállapították, hogy az 1-1,5 g/kg kókuszolaj kiegészítés szignifikánsan növelte a brojlercsirkék súlygyarapodását és takarmányértékesítését. Egy másik vizsgálatban a kókuszolaj 10 g/kg mennyiségben azonos eredményeket mutatott a citrommag olaj és az avokádó olaj kiegészítéshez, valamint a kontrollhoz képest (Oyebanji és mtsai, 2020). Seifi és mtsai (2020) által végzett kísérletben a 49 g/kg-os kókuszolaj kiegészítés 24°C-os környezeti hőmérséklet esetében nem, de hőstressz (36°C) esetén szignifikánsan javította a brojlercsirkék súlygyarapodását és takarmányértékesítését (3. táblázat). Ennek hátterében - a hosszú szénláncú zsírsavakhoz képest - a MCFA-k gyorsabb oxidációja és energiaforrásként való felhasználhatósága állhat. Az is lehetséges, hogy az olajkiegészítés hatására módosuló sejtmembrán az elektrontranszportláncban egyes enzimeinek megváltozott aktivitásához vezet.

Dauksiene és mtsai (2021) kísérletében a MCFA keverék (2 g/kg) hatására több illózsírsav képződött a vakbélben, mint a kontroll- és a szerves savakat tartalmazó csoportok esetében. Az illózsírsavak energiaforrásként szolgálnak a bélflóra hasznos baktériumai és a bélhámsejtek számára, így hozzájárulnak az emésztőrendszer egészségének megőrzéséhez.

A takarmány zsírsavösszetétele befolyásolja a hús zsírsavösszetételét. A hús pH-értékére kifejtett hatás kimutatható, de nem minden vizsgálat szerint

szignifikáns (Ogunwole és mtsai, 2016; Szabó és mtsai, 2023). A kókuszolaj kiegészítés jellemzően nagyobb sütési veszteséggel jár és sötétebb színt eredményez, mint a pálmaolaj (Kanakri és mtsai, 2018; Szabó és mtsai, 2023). Kanaki és mtsai (2018) 40 g/kg-ban alkalmaztak kókusz-, lenmag- vagy kukorica olajat. A kókuszolaj hatására szignifikánsan nőtt a mellizom és a combizom telített zsírsav tartalma. Összességében elmondható, hogy a kókuszolajnak nincs szignifikáns hatása a hús állagára, ízére, illetve annak élvezeti értékére (Dauksiene és mtsai, 2021).

3. táblázat

Különböző növényi olajok hatása a brojlercsirkék termelési mutatóira (32-42. nap között)

Hőmérséklet (1)	Olaj 49 g/kg-os kiegészítés (2)	Záró testsúly (g) (3)	Súlygyarapodás (g) (4)	Takarmányfelvétel (g) (5)	Takarmányértékesítés (kg/kg) (6)
24°C	olívaolaj (8)	2865,9 ^a	1281,0 ^a	2309,0 ^a	1,8
	szójaolaj (9)	2881,4 ^a	1204,5 ^a	2202,5 ^{ab}	1,8
	kókuszolaj (10)	2930,6 ^a	1278,5 ^a	2366,6 ^a	1,6
36°C	olívaolaj	1910,0 ^c	402,14 ^c	1687,0 ^c	4,4
	szójaolaj	1940,0 ^c	369,17 ^c	1420,0 ^d	3,87 ^{ab}
	kókuszolaj	2137,9 ^{bc}	605,71 ^b	1947,0 ^{bc}	3,2
SEM		68,62	37,076	64,398	0,2
p érték (7)	hőmérséklet	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	olaj (11)	0,1812	0,0023	0,0001	0,007
	hőmérséklet x olaj	0,0051	0,0020	0,0104	0,003

Forrás (12): Seifi és mtsai (2020); az oszlopon belül különböző betűkkel jelzett adatok között szignifikáns a különbség (p<0,05) (13)

Table 3: Effects of different fat sources on the performance of broiler chickens (between days 32-42) temperature (1); fat source (2); final body weight (3); weight gain (4); feed intake (5); feed conversion ratio (6); p-value (7); olive oil (8); soybean oil (9); coconut oil (10); oil (11); source (12); within columns, means with different superscripts are statistically different (p>0.05) (13)

3. Antimikrobiális hatás

A MCFA-k antimikrobiális hatásához jelentős mértékben hozzájárul, hogy hidrofíli és lipofíli tulajdonsággal is rendelkeznek. Nem disszociált formában áthaladnak a sejtfalon, növelik a sejtmembrán permeabilitását és a sejten belüli pH csökkentésével gátolják a citoplazmaenzimek működését, ami a sejt pusztulásához vezet (Nitbani és mtsai, 2016; Szabó és mtsai, 2023). Akadályozhatják egyes virulenciáért felelős gének kifejeződését és a vírusfehérjék kötődését a gazdasejtekhez, de a nem burkos vírusok ellen hatástalanok (Kollanoor-Johny és mtsai, 2012; Nitbani és mtsai, 2016; Jackman és mtsai, 2020; Jadhav és Annapure, 2023; Szabó és mtsai, 2023). A kókuszolaj használatával, mivel többféle MCFA-t tartalmaz, érvényesülhet ezen zsírsavak szinergista hatása, ami erősítheti az antimikrobiális tulajdonságot. Megfigyelhető, hogy az *in vitro* vizsgálatok hatékonyságát nem

mindig igazolják az *in vivo* kísérletek. A 4. táblázat ismerteti a kókuszolaj *in vitro* antibakteriális hatását.

Példaként említhető, hogy *in vitro* a kókuszolaj kifejezetten hatékonynak bizonyult a *Listeria monocytogenes* ellen, amely súlyos kimenetelű humán fertőzéseket okozhat. *Clostridium perfringens* esetében az *in vitro* vizsgálatok biztatóak (pl.: C8-12 különböző kombinációja 0,3-10,0 g/kg) és a laurinsav hatékonyabbnak tűnik, mint a kapril vagy a kaprinsav de az *in vivo* kísérletek nem minden esetben bizonyították egyértelműen az erős antibakteriális hatást (Józefiak és mtsai, 2014; Benzertiha és mtsai, 2020; Szabó és mtsai, 2023). Hasonlóan ellentmondásosak az *E. coli*-val kapcsolatos eredmények is, ami háttérben az is állhat, hogy a különböző kísérletekben eltérő időpontokban vették a mintákat és különböző mennyiségben adagolták a MCFA/MCT kiegészítőket (Józefiak és mtsai, 2014; Kim és Rhee, 2016; Hovorková és mtsai, 2018; Skřivan és mtsai, 2018; Jadhav és mtsai, 2021) (5. táblázat). Példaként említhető, hogy Ripon és mtsai (2021) a kókuszolaj és pálmaolaj keverékének (2-10 g/kg) etetésekor a 21. napon még nem, de a 42-en már szignifikánsan kisebb *E. coli* számot mértek, mint a kontrollcsoportban. Ezen túlmenően a nem védett formában adagolt MCFA-k gyorsan felszívódnak a vékonybélből és a vastagbélben már nem feltétlenül érnek el hatást.

4. táblázat

A kókuszolaj antimikrobiális hatására vonatkozó *in vitro* vizsgálati eredmények

Baktérium (1)	Gátlási zóna (mm) (2)		Minimális gátló koncentráció (g/kg) (3)	
	Kontroll	Kókuszolaj	Kontroll	Kókuszolaj
<i>Staphylococcus aureus</i>	20 ± 0,44 ^a	14 ± 0,55 ^b	0,2 ^a	8,43 ^d
<i>Bacillus cereus</i>	20 ± 0,28 ^a	13 ± 2,6 ^c	0,2 ^a	6,32 ^b
<i>Escherichia coli</i>	20 ± 0,31 ^a	10 ± 0,95 ^c	0,2 ^a	3,15 ^b

Forrás (4): Selvarajan és mtsai (2023); kontroll = klóramfenikol (5); a különböző betűvel jelzett adatok között szignifikáns a különbség ($p < 0,05$) (6)

Table 4: *In vitro* antimicrobial effects of coconut oil

bacteria (1); zone of inhibition (2); minimum inhibitory concentration (3); source (4); control = chloramphenicol (5); treatments with different letters are statistically different ($p < 0.05$) (6)

Zimborán és mtsai (2022) az alomanyag koliformok és a *Clostridium perfringens* számának mérése alapján vizsgálták az 50 g/kg-os kókuszolaj antibakteriális hatását. A *Clostridium perfringens* jelenléte az alomanyagban csökkent, míg a kóliformok esetében nem igazolódott az antibakteriális hatás. *In vitro* vizsgálatokban a MCFA-k hatékonyak lehetnek a növényi patogén gombák (pl.: *Fusarium* spp.) és a *Candida albicans* ellen is (Tejaswi és mtsai, 2021; Guimarães és Venâncio, 2022). Ezzel szemben Lee és mtsai (2015) a 0,5-1-2 g/kg-ban etetett szerves savakkal (170 g/kg fumársav, 130 g/kg citomsav, 100 g/kg almasav) mikrokapszulázott MCFA keveréket (12 g/kg) hatékonyak találták az *E. coli* ellen tojótúrók esetében. Itt azonban felmerül a kérdés, hogy ebben az egyes összetevők milyen arányban játszottak szerepet.

A kókuszolaj és egyéb MCT/MCFA források fokozzák a tejsavtermelő baktériumok jelenlétét (Lee és mtsai, 2015; Wallace, 2019; Joshi és mtsai, 2020; Oyebanji

A közepes szénláncú zsírsavak *in vivo* antibakteriális hatása

Baktérium (1)	Szignifikáns hatást elérő kiegészítők (2)
<i>Campylobacter jejuni</i> †	3,4 g/kg C8; 2,5-2,5 g/kg C8+C10; 2,5-2,5 g/kg C10+C12; 10 g/kg MCFA (560 g/kg C10+300 g/kg C8+100 g/kg C12)
<i>Salmonella typhimurium</i> *	3 g/kg kereskedelmi MCFA keverék
<i>Salmonella enteritidis</i> *	3 g/kg C6; 0,8 és 1,2 g/kg MCFA keverék; 7 és 10 g/kg C8
<i>E. coli</i> *	0,5-1-2 g/kg mikrokapszulázott MCFA + szerves sav

Forrás (3): *Solis de Los Santos és mtsai* (2008)[†], *Skřivan és mtsai.*, (2018)[†], van Gerwe és mtsai (2010)[†], *Evans és mtsai* (2017)*, *Deschepper és mtsai* (2003) *, *Van Immerseel és mtsai* (2004) *, *Kollanoor-Johny és mtsai* (2012) *, *Ripon és mtsai* (2021)*, *Çenesiz és Çiftci* (2020)[†]*, *Jadhav és mtsai* (2021)*, C6 = kapronsav (4); C8 = kaprilsav (5); C10 = kaprinsav (6); C12 = laurinsav (7); MCFA = közepes szénláncú zsírsav (7)

Table 5: *In vivo* antibacterial activity of medium-chain fatty acids

bacteria (1); supplement with significant effect (2); source (3); C6 = caproic acid (4); C8 = caprylic acid (5); C10 = capric acid (6); C12 = lauric acid (7); MCFA = medium chain fatty acid (8)

és mtsai, 2020; *Dauksiene és mtsai*, 2021; *Huang és mtsai*, 2021; *Roopashree és mtsai*, 2021). *Oyebanji és mtsai* (2020) kísérletében a kókuszolaj (4 g/kg) tartalmú takarmány szignifikánsan növelte a vakbélben a *Lactobacillus* számot. A 49 g/kg-os kókuszolaj kiegészítés ellensúlyozhatja a hőstressz következményeként megfigyelhető termelés-csökkenést (*Seifi és mtsai*, 2020).

4. Egyéb élettani hatások

A kókuszolajat alkotó MCFA-k gyulladáscsökkentő hatásúak. Az immunrendszer működésére kifejtett hatásukat is számos humán- és állatkísérlet vizsgálta (*Joshi és mtsai*, 2020). A 10 g/kg mennyiségben adagolt szűz kókuszolaj kiegészítés a limfocita és a T-helper (CD4) sejtek számának fokozásával növelte a madárinfluenza elleni vakcinázás hatékonyságát, valamint a madárinfluenza vírusával mesterségesen fertőzött madarak ellenállóképességét (*Yuniwanti és mtsai*, 2012, 2015). *Attia és mtsai* (2020) szintén megállapították a kókuszolaj (15 g/kg) hatására, vakcinázást követően a baromfipestis és a madárinfluenza elleni ellenanyagok szignifikáns emelkedését a hal-, repce-, illetve a három olaj keverékével szemben. A takarmánykiegészítőként is elérhető glicerín monolaurát a laurinsav glicerín észtere. *Amer és mtsai* (2021) kísérletében az 1, 3 vagy 5 g/kg-ban alkalmazva növelte a szérum IgM és IL-10 szintjét, de a súlygyarapodásra nem volt hatása. Ezzel szemben *Liu és mtsai* (2020) 0,3, 0,45 vagy 0,6 g/kg glicerín-monolaurát alkalmazásával javították a 28-56 napos brojlercsirkék súlygyarapodását, továbbá növekedett az izomszövet aminosav-tartalma és a bélflóra összetételére is kedvezően hatott. A szűz kókuszolaj 10 és 20 g/kg-ban alkalmazva az élettani tartományban tartja az *Eimeria tenella*-val fertőzött brojlercsirkék fehérvérsejt számát, ami a hatékonyabb immunválasz egyik jelének tekinthető (*Faradilla*, 2020).

Az egyik legfontosabb tulajdonságuk, amely által jelentősen javíthatják a termelési mutatókat az a vékonybél morfológiára és a bélflóra összetételére kifejtett hatás. A bélboholy hosszának növekedése és a sekélyebb kripták hatására javul a

táplálóanyagok felszívódása, a kehelysejtek számának fokozása pedig - az emelkedő mucintermelődés következtében - erősíti bélnyálkahártya barrierfunkcióját (Hafeez és mtsai, 2020; Liu és mtsai, 2023). Hafeez és mtsai (2020) 20 g/kg kókuszolaj adagolásával javítani tudták a kokcidiózis csirkék vékonybelében a bélbolyhok állapotát. Sadurni és mtsai (2022) szintén hatékonynak találták az MCFA kiegészítést a kokcidiózis csirkék esetében.

A MCFA-k elsősorban a vázizom- és a májsejtekben növelik a sejtek inzulinérzékenységet és csökkentik az oxidatív stresszt, ezáltal kedvezően befolyásolják a cukoranyagcserét (Huang és mtsai, 2021; Roopashree és mtsai, 2021). A MCT-k elfogyasztásuk után rövid időn belül energiaforrásként felhasználhatók a szervezet számára, mivel emulzifikálásukhoz nem szükséges epesav és a nagyobb fokú vízdoldhatóságuk következtében gyorsan hidrolizálódnak (Huang és mtsai, 2021). A portális vénán át a májba jutnak és L-karnitin jelenléte nélkül kerülnek a mitokondriumokba. A MCFA-k metabolitjai, a ketontestek - a lipolízis gátlásával - csökkentik a vérkeringésben lévő zsírsavak és trigliceridek mennyiségét, ezáltal szerepet játszanak a zsíryanagcserében is. Ezen túlmenően a MCFA-k jelátvivő molekulaként részt vesznek a különböző sejtfolymatokat szabályozásában is (Huang és mtsai, 2021).

A 4 g/kg-ban adagolt kókuszolaj az avokádó- és a citromolaj kiegészítéshez képest növelte a vér összes fehérvérsejt számát, hematokrit-értékét, lymphocyta és vörösvérsejt számát, de a biokémiai paraméterekben nem volt eltérés (Oyebanji és mtsai, 2020). Az 15 g/kg kókuszolaj kiegészítés kedvezően hat a májenzimek (aszpartát aminotranszferáz, alanin aminotranszferáz, alkalikus foszfatáz) aktivitására a vérplazmában és csökkentheti a triglicerid- és VLDL-szintet. Nincs hatással a LDL és HDL értékekre, de az utóbbi állítással kapcsolatban vannak eltérések (Attia és mtsai, 2020; Jayawardena és mtsai, 2021). A kókuszolaj 1 és 1,5 g/kg mennyiségben fokozta az antioxidáns enzimek, mint a szuperoxid-dizmutáz és a glutation reduktáz szérumbeli aktivitását is (Eleva és mtsai, 2023). Demirci és mtsai (2023) kísérletében az azonos (4 g/kg) mennyiségben adagolt kókuszolaj, kaprinsav és laurinsav közül a kókuszolaj bizonyult a leghatékonyabb antioxidánsnak. Attia és mtsai (2020) szintén az 15 g/kg-ban alkalmazott kókuszolaj kiegészítés esetén mérték a legnagyobb antioxidáns kapacitást a repce-, hal-, illetve a három olaj keverékéhez képest.

5. Következtetések

Az ellentmondásos kísérleti eredmények nehezítik a kókuszolaj gyakorlati alkalmazását. Mivel a hagyományos növényi olajoknál drágább alapanyagról van szó, az adott célhoz minimálisan hatékony dózis meghatározás nélkülözhetetlen lenne, ehhez azonban további vizsgálatok szükségesek. Az idézett tanulmányok egy részében egy vagy több MCFA-ot tartalmazó takarmányt etettek, míg másokban MCFA-ban gazdag olajokat, mint a kókuszolaj, ami megnehezíti az eredmények összehasonlítását. Az utóbbi előnye lehet, hogy érvényesülhet a zsírsavak közötti szinergista hatás. Az eredmények alapján a kókuszolaj kiegészítés kedvezően befolyásolhatja a brojlercsirkék termelési eredményeit és egészségi állapotát.

6. Köszönetnyilvánítás

A tanulmányt az Állatorvostudományi Egyetem tudományos kutatási alapja támogatta (SRF-001 számú pályázat).

7. Felhasznált Irodalom

- Attia, Y. A. – Al-Harhi, M. A. – El-Maaty, H. M. A. (2020): The effects of different oil Sources on performance, digestive enzymes, carcass traits, biochemical, immunological, antioxidant, and morphometric responses of broiler chicks. *Front. Vet. Sci.*, 7. 181. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00181>
- Benzertiha, A. – Kierończyk, B. – Rawski, M. – Mikołajczak, Z. – Urbański, A. – Nogowski, L. – Józefiak, D. (2020): Insect fat in animal nutrition – A review. *Ann. Anim. Sci.*, 4. 1217–40. <https://doi.org/10.2478/aoas-2020-0076>
- Casillas-Vargas, G. – Ocasio-Malavé, C. – Medina, S. – Morales-Guzmán, C. – Del Valle, R. G. – Carballeira, N. M. – Sanabria-Ríos, D. J. (2021): Antibacterial fatty acids: An update of possible mechanisms of action and implications in the development of the next-generation of antibacterial agents. *Prog. Lipid. Res.*, 82. 101093. <https://doi.org/10.1016/j.plipres.2021.101093>
- Çenesiz, A. A. – Çiftçi, İ. (2020): Modulatory effects of medium chain fatty acids in poultry nutrition and health. *J. World's Poult. Sci.*, 76. 234–48. <https://doi.org/10.1080/00439339.2020.1739595>
- Dauksiene, A. – Ruzauskas, M. – Gruzauskas, R. – Zavistanaviciute, P. – Starkute, V. – Lele-Klupsaite, V. D. – Klementaviciute, J. – Bartkiene, E. (2021): A comparison study of the caecum microbial profiles, productivity and production quality of broiler chickens fed supplements based on medium chain fatty and organic acids. *Animals*, 11. 610. <https://doi.org/10.3390/ani11030610>
- Demirci, M. – Evcî, Ş. – Karslı, M. A. – Şenol, A. (2023). Effects of free capric acid, lauric acid, and coconut oil supplementation on performance, carcass, and some blood biochemical parameters of broiler chickens. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 47. 138–45. <https://doi.org/10.55730/1300-0128.4278>
- Deschepper, K. – Lippens, M. – Huyghebaert, G. – Molly, K. (2003): The effect of aromabiotic and/or orgallid on technical performances and intestinal morphology of broilers. In 14th European Symposium on Poultry Nutrition, Lillehammer, Norway: 191–192.
- Elewa, M. S. – Abou-Kassem, D. E. – El-Hindawy, M. M. – Madkour, M. – Elsharkawy, M. S. – Affi M. – Alagawany, M. (2023) Effect of coconut oil on growth performance, carcass criteria, liver and kidney functions, antioxidants and Immunity, and lipid profile of broilers. *Sci. Rep.*, 13. 13974. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-41018-3>
- Evans, N. P. – Collins, D. A. – Pierson, F. W. – Mahsoub, H. M. – Sriranganathan, N. – Persia, M. E. – Karnezos, T. P. – Sims, M. D. – Dalloul, R. A. (2017): Investigation of medium chain fatty acid feed supplementation for reducing *Salmonella Typhimurium* colonization in Turkey poults. *Foodborne Pathog. Dis.*, 14. 531–536. <https://doi.org/10.1089/fpd.2016.2273>
- Faradilla, Z. S. – Yunnus, M. – Hermadi, H. A. (2020): The effect of dietary administration of virgin coconut oil on differential leukocytes in infected chicken with *Eimeria Tenella*. *J. World's Poult. Res.*, 10. 615–622. <https://doi.org/10.36380/jwpr.2020.70>
- Guimarães, A. – Venâncio, A. (2022): The potential of fatty acids and their derivatives as antifungal agents: A review. *Toxin*, 14. 188. <https://doi.org/10.3390/toxins14030188>
- Hafeez, A. – Ullah, Z. – Khan, R. U. – Ullah, Q. – Naz, S. (2020): Effect of diet supplemented with coconut essential oil on performance and villus histomorphology in broiler exposed to avian coccidiosis. *Trop. Anim. Health Prod.*, 52. 2499–2504. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02279-6>
- Hovorková, P. – Laloučková, K. – Skřivanová, E. (2018): Determination of in vitro antibacterial activity of plant oils containing medium-chain fatty acids against Gram-positive pathogenic and gut commensal bacteria. *Czech J. Anim. Sci.*, 63. 119–125. <https://doi.org/10.17221/70/2017-CJAS>

- Huang, L. – Gao, L. – Chen, C. (2021): Role of medium-chain fatty acids in healthy metabolism: A clinical perspective. *Trends Endocrin. Met.*, 32. 351–66. <https://doi.org/10.1016/j.tem.2021.03.002>
- Jackman, J. A. – Hakobyan, A. – Zakaryan, H. – Elrod, C. C. (2020): Inhibition of African swine fever virus in liquid and feed by medium-chain fatty acids and glycerol monolaurate. *J. Anim. Sci. Biotechnol.*, 11. 114. <https://doi.org/10.1186/s40104-020-00517-3>
- Jadhav, P. S. – Khose, M. K. – Wade, M. – Gole, M. – Langote, G. (2021): Effect of medium chain fatty acids as replacement to antibiotics in diets on growth performance and gut health in broiler chicken. *Indian J. Anim. Res.*, 55. 894–899. <https://doi.org/10.18805/IJAR.B-4188>
- Jadhav, H. B. – Annature, U. S. (2023): Triglycerides of medium-chain fatty acids: a concise review. *J Food Sci Technol.*, 60. 2143–2152. <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05499-w>
- Joshi, S. – Kaushik, V. – Gode, V. – Mhaskar, S. (2020): Coconut oil and immunity: What do we really know about it so far? *J. Assoc. Physicians. India.*, 68. 67–72.
- Józefiak, D. – Kierończyk, B. – Rawski, M. – Hejdysz, M. – Rutkowski, A. – Engberg, R. M. – Højberg, O. (2014): *Clostridium perfringens* challenge and dietary fat type affect broiler chicken performance and fermentation in the gastrointestinal tract. *Animal*, 8. 912–922. <https://doi.org/10.1017/S1751731114000536>
- Kanakri, K. – Carragher, J. – Hughes, R. – Muhlhausler, B. – Gibson, R. (2018): The effect of different dietary fats on the fatty acid composition of several tissues in broiler chickens. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 120: 1700237. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201700237>
- Khosravinia, H. (2015): Effect of dietary supplementation of medium-chain fatty acids on growth performance and prevalence of carcass defects in broiler chickens raised in different stocking densities. *J. Appl. Poult. Res.*, 24. 1–9. <https://doi.org/10.3382/japr/pfu001>
- Kim, S. A. – Rhee, M. S. (2016): Highly enhanced bactericidal effects of medium chain fatty acids (caprylic, capric, and lauric acid) combined with edible plant essential oils (carvacrol, eugenol, β -resorcylic acid, trans-cinnamaldehyde, thymol, and vanillin) against *Escherichia coli* O157:H7. *Food Control*, 60. 447–454. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.08.022>
- Kollanoor-Johny, A. – Mattson, T. – Baskaran, S. A. – Amalaradjou, M. A. – Hoagland, T. A. – Darre, M. J. – Khan, M. I. – Schreiber, D. T. – Donoghue, A. M. – Donoghue, D. J. – Venkitanarayanan, K. (2012): Caprylic acid reduces *Salmonella Enteritidis* populations in various segments of digestive tract and internal organs of 3- and 6-week-old broiler chickens, therapeutically. *Poult. Sci.*, 91. 1686–1694. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01716>
- Lee, S. I. – Kim, H. S. – Kim, I. (2015): Microencapsulated organic acid blend with MCFAs can be used as an alternative to antibiotics for laying hens. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 39. 520–527. <https://doi.org/10.3906/vet-1505-36>
- Liu, X. – Chen, X. – Wang, H. – Yang, Q. – Rehman, U. K. – Li, W. – Cai, M. – Li, Q. – Mazza, L. – Zhang, J. – Yu, Z. – Zheng, L. (2017): Dynamic changes of nutrient composition throughout the entire life cycle of black soldier fly. *PLoS One*, 12. e0182601. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182601>
- Liu, T. – Ruan, S. – Mo, Q. – Zhao, M. – Wang, J. – Ye, Z. – Chen, L. – Feng, F. (2023): Evaluation of dynamic effects of dietary medium-chain monoglycerides on performance, intestinal development and gut microbiota of broilers in large-scale production. *Anim. Nutr.*, 14. 269–280. <https://doi.org/10.1007/s00253-020-10919-y>
- Liu, T. – Tang, J. – Feng, F. (2020): Glycerol Monolaurate improves performance, intestinal development, and muscle amino acids in yellow-feathered broilers via manipulating gut microbiota. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 104. 10279–10291. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2023.05.003>
- Mancini, A. – Imperlini, E. – Nigro, E. – Montagnese, C. – Daniele, A. – Orrù, S. – Buono, P. (2015): Biological and nutritional properties of palm oil and palmitic acid: effects on health. *Molecules.*, 20. 17339–17361. <https://doi.org/10.3390/molecules200917339>
- Nitbani, F. O. – Siswanta, J. D. – Solikhah, E. N. (2016): Isolation and antibacterial activity test of lauric acid from crude coconut oil (*Cocos nucifera* L.). *Procedia Chem.*, 18. 132–140. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2016.01.021>

- Ogunwole, O. A. – Abokede, T. V. – Olawale, B. O. (2016): Quality attributes of meat from broiler chickens fed diets containing three oil types and varying levels of calcium. *J. Agricult. Prod. Techn.*, 5. 18–29.
- Oyebanji, B. O. – Aderinoye, V. A. – Adeniyi, A. A. – Akinnadeju, O. L. (2020): Effects of coconut oil (*Cocos nucifera*), avocado oil (*Persea americana*), melon seed oil (*Citrullus colocynthis* L.) on growth performance, blood, biochemical, Haematological parameters, and total microbial loads of Noiler birds. *Folia Vet.*, 64. 27–36. <https://doi.org/10.2478/fv-2020-0034>
- Roopashree, P. G. – Shetty, S. S. – Kumari, N. S. (2021): Effect of medium chain fatty acid in human health and disease. *J. Funct. Foods*, 87. 104724. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104724>
- Ripon, M. M. R. – Rashid, M. H. – Rahman, M. M. – Ferdous, M. F. – Arefin, M. S. – Sani, A. A. – Hossain, M. T. – Ahammad, M. U. – Rafiq, K. (2019): Dose-dependent response to phytobiotic supplementation in feed on growth, hematology, intestinal pH, and gut bacterial load in broiler chicken. *J. Adv. Vet. Anim. Res.*, 6. 253259. <https://doi.org/10.5455/javar.2019.f341>
- Sadurní, M. – Barroeta, A. C. – Sala, R. – Sol, C. – Puyalto, M. – Castillejos, L. (2022): Impact of dietary supplementation with sodium sutyrate protected by medium-chain fatty acid salts on gut health of broiler chickens. *Animals*, 12. 2496. <https://doi.org/10.3390/ani12192496>
- Seifi, K. – Rezaei, M. – Yansari, A. T. – Zamiri, M. J. – Riazi, G. H. – Heidari, R. (2020): Short chain fatty acids may improve hepatic mitochondrial energy efficiency in heat stressed-broilers. *J. Therm. Biol.*, 89. 102520. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2020.102520>
- Selvarajan, V. S. – Selvarajan, R. – Pandiyan, J. – Abia, A. L. K. (2023): Unveiling the potency and harnessing the antibacterial activities of plant oils against foodborne pathogens. *Microbiol. Res.*, 14. 1291–1300. <https://doi.org/10.3390/microbiolres14030087>
- Skřivan, M. – Marounek, M. – Englmaierová, M. – Čermák, L. – Vičková, J. – Skřivanová, E. (2018): Effect of dietary fat type on intestinal digestibility of fatty acids, fatty acid profiles of breast meat and abdominal fat, and mRNA expression of lipid-related genes in broiler chickens. *PLoS One*, 13. e0196035. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196035>
- Solis de Los Santos, F. – Donoghue, A. M. – Venkitanarayanan, K. – Dirain, M. L. – Reyes-Herrera, I. – Blore, P. J. – Donoghue D. J. (2008): Caprylic acid supplemented in feed reduces enteric *Campylobacter jejuni* colonization in ten-day-old broiler chickens. *Poult. Sci.*, 87. 800–804. <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00280>
- Szabó, R. T. – Kovács-Weber, M. – Zimborán, Á. – Kovács, L. – Erdélyi, M. (2023): Effects of short- and medium-chain fatty acids on production, meat quality and microbial attributes. A review. *Molecules*, 28. 4956. <https://doi.org/10.3390/molecules28134956>
- Tejaswi, A. S. – Nagaraja, A. – Ravikanth, M. – Raj, K. N. G. R. – Kalyan, Y. – Divya, D. (2021): Antifungal efficacy of lauric acid and caprylic acid - Derivatives of virgin coconut oil against *Candida Albicans*. *BBRJ*, 5. 229–234. https://doi.org/10.4103/bbrj.bbrj_65_21
- van Gerwe, T. – Bouma, A. – Klinkenberg, D. – Wagenaar, J. A. – Jacobs-Reitsma, W. F. – Stegeman, A. (2010): Medium chain fatty acid feed supplementation reduces the probability of *Campylobacter jejuni* colonization in broilers. *Vet. Microbiol.*, 143. 314–8. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.11.029>
- Van Immerseel, F. – De Buck, J. – Boyen, F. – Bohez, L. – Pasmans, F. – Volf, J. – Sevcik, M. – Rychlik, I. – Haesebrouck, F. – Ducatelle, R. (2004): Medium-chain fatty acids decrease colonization and invasion through hiiA suppression shortly after infection of chickens with *Salmonella enterica* serovar *Enteritidis*. *Appl. Environ. Microbiol.*, 70. 3582–3587. <https://doi.org/10.1128/aem.70.6.3582-3587.2004>
- Wallace, T. C. (2019): Health effects of coconut oil - A narrative review of current evidence. *J. Am. Coll. Nutr.*, 38. 97–107. <https://doi.org/10.1080/07315724.2018.1497562>
- Wang, J. – Wang, X. – Li, J. – Chen, Y. – Yang, W. – Zhang, L. (2015): Effects of Dietary Coconut Oil as a Medium-chain Fatty Acid Source on Performance, Carcass Composition and Serum Lipids in Male Broilers. *Asian-Australas J. Anim. Sci.*, 28. 223–30. <https://doi.org/10.5713/ajas.14.0328>

- Yuniwarti, E. Y. W. – Asmara, W. – Artama, W. T. – Tabbu, C. R. (2012): The effect of virgin coconut oil on lymphocyte and CD4 in chicken vaccinated against avian Influenza virus. *J. Indones. Trop. Anim. Agric.*, 37. 64–69. <https://doi.org/10.3923/ajpsaj.2015.106.111>
- Yuniwarti, E. Y. W. – Asmara, W. – Artama, W. T. – Tabbu, C. R. (2015): Virgin coconut oil supplementation increased the survival of avian influenza virus (H5N1) infected chicken. *Asian J. Poult. Sci.*, 9. 106–111. <https://doi.org/10.3923/ajpsaj.2015.106.111>
- Zimborán, A. – Erdélyi, M. – Szabó, R. T. – Weber, M. (2022): Effects of medium chain fatty acid supplementation in broiler diet on microbiological quality of litter. *Braz. J. Poult. Sci.*, 24. eRBCA-2020-1369. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2020-1441>
- Zimborán, A. – Weber, M. – Szabó, S. – Szabó, R.T. – Drobnyák, Á. – Erdélyi M. (2021): Effect of different oils supplementation on broiler chicken performance. *Anim. Nutr. Feed Tech.*, 21. 205–211. <https://doi.org/10.5958/0974-181X.2021.00017.2>

Érkezett: 2024. április

Szerzők címe: Hetényi, N.*

Állatorvostudományi Egyetem, Állattenyésztési, Takarmányozástani és Laborállat-tudományi Intézet, Takarmányozástani és Klinikai Dietetikai Tanszék

Authors' address: University of Veterinary Medicine Budapest, Institute for Animal Breeding, Nutrition and Laboratory Animal Science, Department of Animal Nutrition and Clinical Dietetics

H-1078 Budapest, István u. 2.

*levelező szerző, e-mail: hetenyi.nikoletta@univet.hu