

WPŁYW DODATKU EKSTRAKTÓW Z ZIOŁ DO WODY PITNEJ NA AKTYWNOŚĆ ENZYMÓW ANTYOKSYDACYJNYCH, POZIOM GSH I MDA ORAZ PROFIL KWASÓW TŁUSZCZOWYCH W MIĘŚNIACH KURCZĄT BROJLERÓW*

Iwona Skomorucha¹, Ewa Sosnowka-Czajka¹, Renata Muchacka²

¹Institut Zootechniki Państwowego Instytut Badawczy, Dział Technologii,
Ekologii i Ekonomiki Produkcji Zwierzęcej, 32-083 Balice k. Krakowa

²Uniwersytet Pedagogiczny, Instytut Biologii, Zakład Fizjologii Zwierząt i Toksykologii,
ul. Podchorążych 2, 31-054 Kraków

Celem badań było określenie wpływu dodatku do wody pitnej ekstraktu z ziela melisy lekarskiej, szalwii lekarskiej oraz pokrzywy zwyczajnej na poziom enzymów antyoksydacyjnych (SOD, CAT, GPx), glutationu zredukowanego (GSH), dialdehydu malonowego (MDA) oraz profil kwasów tłuszczowych w mrożonych mięśniach piersiowych i nóg kurcząt brojlerów. Kurczęta brojlery Ross 308 przydzielono do czterech grup doświadczalnych: grupę I stanowiła kontrola, w grupie II, III i IV od 22. do 42. dnia odchowu ptaków dodawano do poidel z wodą odpowiednio: ekstrakt z ziela melisy lekarskiej, ekstrakt z szalwii lekarskiej oraz ekstrakt z pokrzywy zwyczajnej w ilości 2 ml/l wody. W 42. dniu 8 ptaków z każdej grupy ubito, a wypreparowane mięśnie zamrożono. Po 4 miesiącach w mięśniach oznaczono: SOD (aktywność dysmutazy nadadtlenkowej), GPx (aktywność peroksydazy glutationowej) oraz CAT (aktywność katalazy), poziom glutationu zredukowanego (GSH), dialdehydu malonowego (MDA) oraz profil kwasów tłuszczowych. Wyniki wskazują, że dodatek do wody pitnej ekstraktu z melisy lekarskiej oraz szalwii lekarskiej w ilości 2 ml/l ograniczył peroksydację lipidów w mięśni piersiowych, jednakże nie stwierdzono pozytywnego wpływu ekstraktów z tych ziół na status antyoksydacyjny mięśni nóg kurcząt brojlerów. Suplementacja diety pokrzywą zwyczajną w zastosowanej formie i stężeniu nie przyniosła efektu antyoksydacyjnego w mięśniach kurcząt brojlerów, miała natomiast pozytywny wpływ na zmianę profilu kwasów tłuszczowych głównie w mięśniach nóg kurcząt brojlerów.

Słowa kluczowe: ekstrakty z ziół, antyoksydanty, peroksydacja lipidów, kwasy tłuszczowe, mięśnie kurcząt brojlerów

Mięso drobiowe charakteryzuje się wysoką wartością odżywczą i dietetyczną, co sprawia, że jest ono chętnie kupowane przez coraz bardziej świadomych i wymaga-

* Źródło finansowania: praca finansowana z działalności statutowej, zadanie 06-017.1.

jących konsumentów. Do niewątpliwie korzystnych właściwości mięsa drobiowego z punktu widzenia zdrowia człowieka zaliczyć można niską zawartość tłuszczu oraz stosunkowo wysoki poziom kwasów wielonienasyconych PUFA (Kamboh i Zhu, 2013; Kirkpınar i in., 2014), które nie są syntetyzowane w organizmie i muszą być dostarczane wraz z pożywieniem. Spożywanie zalecanych ilości PUFA, a w szczególności kwasów omega-3 jest niezbędne dla prawidłowego funkcjonowania organizmu, a także istotne w zapobieganiu i łagodzeniu szeregu chorób cywilizacyjnych takich jak: choroba wieńcowa, udar serca, schorzenia o podłożu autoimmunologicznym czy niektórych postaci nowotworów (Łoźna i in., 2012; Zdanowska-Sąsiadek i in., 2013). Jednakże wielu autorów podaje, że mięso bogate w wielonienasycone kwasy tłuszczowe jest szczególnie podatne na utlenianie lipidów (Zdanowska-Sąsiadek i in., 2013; Kasapidou i in., 2014), co stanowi poważny problem dla przemysłu mięsnego z powodu negatywnego wpływu na jego zapach, smak, teksturę i wartość odżywczą (Ahn i in., 2007). Ponadto niektóre związki powstające podczas utleniania lipidów wpływają negatywnie na zdrowie, gdyż wykazują właściwości mutagenne, rakotwórcze i cytotoksyczne (Jiménez-Colmenero i in., 2001).

Jedną z metod ograniczających utlenianie lipidów jest stosowanie syntetycznych bądź naturalnych przeciwutleniaczy, zarówno pośrednio poprzez wprowadzanie ich do diety zwierząt, jak i bezpośrednio dodawanych do mięsa (Zdanowska-Sąsiadek i in., 2013). Ze względu jednak na niechęć konsumentów do syntetycznych dodatków do żywności przeprowadza się wiele badań mających na celu znalezienie nowych antyoksydantów pochodzenia naturalnego, skutecznie hamujących peroksydację lipidów. Obecnie dużym zainteresowaniem cieszą się rośliny ziołowe zawierające substancje biologicznie czynne, między innymi takie jak: fenole, polifenole, karotenoidy, flawonoidy oraz olejki eteryczne, którym przypisywane są właściwości antyoksydacyjne (Kamboh i Zhu, 2013; Loetscher i in., 2013; Kasapidou i in., 2014).

W organizmach zwierząt stan równowagi komórek utrzymuje się dzięki systemowi antyoksydacyjnemu, czyli enzymom antyoksydacyjnym, takim jak: dysmutaza ponadtlenkowa, katalaza, peroksydaza glutationowa, transferaza S-glutationowa oraz innym substancjom, jak np. glutation czy witaminy A, C, D i E, które to związki umożliwiają usuwanie nadmiaru m.in. RFT (reaktywnych form tlenu) z komórek organizmu (Muchacka i in., 2016). Suplementacja diety naturalnymi antyoksydantami według niektórych autorów wpływa na wzrost poziomu enzymów antyoksydacyjnych (Botsoglou i in., 2002; Hashemipour i in., 2013; Cong i in., 2017) oraz PUFA (Botsoglou i in., 2002; Kamboh i Zhu, 2013) w tkankach zwierząt.

Literatura podaje, że do roślin ziołowych wykazujących właściwości antyoksydacyjne zaliczyć można między innymi: melisę (Marcinčáková i in., 2011; Kasapidou i in., 2014), szalwię (Lopez-Bote i in., 1998; Wereńska, 2013) oraz pokrzywę (Bonetti i in., 2016).

Stad celem badań było określenie wpływu dodatku do wody pitnej ekstraktu z zieleń melisy lekarskiej (*Melissa officinalis* L.), szalwii lekarskiej (*Salvia officinalis* L.) oraz pokrzywy zwyczajnej (*Urtica dioica* L.) na poziom enzymów antyoksydacyjnych (SOD, CAT, GPx), glutationu zredukowanego (GSH), dialdehydu malonowego (MDA) oraz profil kwasów tłuszczowych w zamrożonych mięśniach piersiowych i nóg kurcząt brojlerów.

Material i metody

Material doświadczalny stanowiło 640 sztuk jednodniowych kurcząt brojlerów Ross 308 pochodzących z Zakładu Wylęgu Drobiu w Łęzkowicach. W pierwszym dniu życia pisklęta po zważeniu i oznakowaniu znaczkami pisklęcymi przydzielono do czterech grup, z których każda składała się z czterech podgrup. Grupę I stanowiła kontrola, w grupach II, III i IV od 22. do 42. dnia odchowu ptaków dodawano do poideł z wodą odpowiednio: ekstrakt z ziela melisy lekarskiej (*Melissa officinalis L.*), ekstrakt z szalwii lekarskiej (*Salvia officinalis L.*) oraz ekstrakt z pokrzywy zwyczajnej (*Urtica dioica L.*) w ilości 2 ml/l wody. Ptaki utrzymywano przez okres 42 dni, na ściółce o obsadzie nieprzekraczającej 33 kg/m² (Rozporządzenie MRiRW, Dz. U. 2010.56.344). Temperatura wewnątrz brojlerni w pierwszych dniach wynosiła 30°C, a następnie była obniżana stopniowo do 20°C w 5. i 6. tygodniu odchowu. Zastosowany program świetlny wynosił: 23 h światła/dobę do 7 dnia, od 8. do 38. dnia 20 h światła/dobę, od 39. do 42. dnia odchowu kurcząt brojlerów 23h światła/dobę. Kurczęta żywiono bez ograniczeń mieszankami typu: starter do 3. tygodnia (EM 12,5MJ; BO 22%), od 4. do 5. grower (EM 13MJ; BO 20,5%), a w 6. tygodniu życia finisz (EM 13MJ; BO 20,5%), przygotowanymi na bazie koncentratów. Przez cały okres odchowu kurczęta brojlery miały swobodny dostęp do paszy i poideł z wodą.

W 42. dniu odchowu kurcząt brojlerów wybrano z każdej grupy po 8 ptaków o masie zbliżonej do średniej w grupie. Wybrane kurczęta brojlery ubito i po 24-godzinnym chłodzeniu tuszki w temperaturze 4°C wypreparowano prawy mięsień piersiowy oraz prawą nogę. Wypreparowane mięśnie po usunięciu skóry oraz tłuszczu zewnętrznego zostały zapakowane w plastikowe woreczki i zamrożone w temperaturze -18°C. Po 4 miesiącach próbki mięsa wyciągnięto, rozmrożono i oznaczono: enzymy antyoksydacyjne: SOD (aktywność dysmutazy ponadtlenkowej), GPx (aktywność peroksydazy glutationowej) oraz CAT (aktywność katalazy). Aktywność SOD oznaczono metodą spektrofotometryczną Rice-Evans i in. (1991). Aktywność CAT oceniono mierząc rozkład H₂O₂ zgodnie z metodą Aebi (1984). Aktywność GPx oszacowano, stosując metodę Lück (1962). Aktywność SOD, CAT i GPx w mięśniach wyrażono odpowiednio w U/mg białka. W mięśniach piersiowych oraz nóg oznaczono także poziom glutationu zredukowanego (GSH) za pomocą metody opisanej przez Ellmana (1959) i wyrażono w μmol/g białka oraz oceniono peroksydację lipidów przez pomiar stężenia dialdehydu malonowego (MDA), przy użyciu kwasu tiobarbiturowego (TBA) (Ohkawa i in., 1979). Stężenie MDA wyrażono w nmol/mg białka. Dodatkowo w próbkach mięśni oznaczono profil kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej na aparacie VARIAN 3400 CX, używając helu jako gazu nośnego i kolumny AGILENT J & W GC COLUMNS CP-WAX 58 FFAP (25 m).

Ekstrakty spirytusowe z ziół wykonane zostały w profesjonalnej firmie zielarskiej i posiadały świadectwo zgodności z normą jakościową opracowaną w tym zakładzie (ZN-16/NX/900, ZN-07/NX/523, ZN-11/NX/546).

Wyniki zostały opracowane statystycznie za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji, szacując istotności różnic testem Duncana. Do obliczeń statystycznych użyto programu Statgraphics plus 6.0.

Wyniki

Najniższy poziom CAT w mięśniach piersiowych stwierdzono w przypadku kurcząt brojlerów z grupy IV, największy zaś u kurcząt brojlerów z grupy II przy $P \leq 0,01$ (tab. 1). Różnicę w poziomie CAT w mięśniach piersiowych stwierdzono także pomiędzy grupą I a II przy $P \leq 0,05$. Kurczęta z grup I i IV odznaczały się niższym poziomem GSH w mięśniach piersiowych w porównaniu z ptakami z grup II i III odpowiednio przy $P \leq 0,01$. Stwierdzono także różnicę w poziomie MDA w mięśniach piersiowych kurcząt brojlerów pomiędzy grupami I i IV a II i III przy $P \leq 0,05$. (tab. 1). W przypadku mięśni nóg różnicę stwierdzono w poziomie GPx pomiędzy grupą I a II oraz w poziomie MDA pomiędzy grupą I i III a II przy $P \leq 0,05$ (tab. 2).

Tabela 1. Aktywność enzymów antyoksydacyjnych oraz poziom GSH i MDA w mięśniach piersiowych kurcząt brojlerów

Table 1. Antioxidant enzymes activity and level of GSH and MDA in breast muscles of broiler chickens

Wyszczególnienie Item	Grupa/Group				SEM
	I kontrola control	II melisa lemon balm	III szałwia sage	IV pokrzywa nettle	
SOD (U/mg białka/protein)	2,757	3,758	4,041	2,847	0,976
CAT (U/mg białka/protein)	10,255 a	21,102 Bb	14,808	7,507 A	2,617
GPx (U/mg białka/protein)	0,026	0,030	0,024	0,032	0,003
GSH (μ mol/mg białka/protein)	1,219 A	3,077 B	3,011 B	1,213 A	0,326
MDA (nmol/mg białka/protein)	5,833 a	3,083 b	3,500 b	6,583 a	0,828

a, b – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($P \leq 0,05$).

a, b – values in rows with different letters differ significantly ($P \leq 0,05$).

A, B – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie wysoce istotnie ($P \leq 0,01$).

A, B – values in rows with different letters differ highly significantly ($P \leq 0,01$).

Tabela 2. Aktywność enzymów antyoksydacyjnych oraz poziom GSH i MDA w mięśniach nóg kurcząt brojlerów

Table 2. Antioxidant enzymes activity and level of GSH and MDA in leg muscles of broiler chickens

Wyszczególnienie Item	Grupa/Group				SEM
	I kontrola control	II melisa lemon balm	III szałwia sage	IV pokrzywa nettle	
SOD (U/mg białka/protein)	2,867	4,637	3,084	2,171	0,861
CAT (U/mg białka/protein)	15,957	13,467	14,958	14,266	4,493
GPx (U/mg białka/protein)	0,071 a	0,023 b	0,050	0,035	0,018
GSH (μ mol/mg białka/protein)	1,505	1,359	0,690	1,335	0,310
MDA (nmol/mg białka/protein)	3,250 a	5,750 b	3,500 a	4,750	0,702

a, b – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($P \leq 0,05$).

a, b – values in rows with different letters differ significantly ($P \leq 0,05$).

Tabela 3. Profil kwasów tłuszczowych w mięśniach piersiowych kurcząt brojlerów
 Table 3. Fatty acid profile (%) of breast muscles from broiler chickens

Wyszczególnienie Item	Grupa/Group				
	I kontrola control	II melisa lemon balm	III szałwia sage	IV pokrzywa nettle	SEM
C8	0,075	0,052	0,061	0,074	0,019
C10	0,100	0,080	0,083	0,094	0,020
C12	0,177 A	0,077 B	0,078 B	0,076 B	0,021
C14	0,449 A	0,381 B	0,371 B	0,355 B	0,014
C16	19,085	20,274	19,394	18,658	0,804
C16:1	0,689	0,894	0,802	0,568	0,110
C18	7,259	7,112	7,077	8,113	0,524
C18:1	40,458	42,084	41,386	39,534	1,500
C18:2	20,879	19,020	20,520	20,989	0,693
Gamma18:3	0,237	0,265	0,263	0,210	0,024
C20	0,087	0,082	0,078	0,100	0,007
C18:3	3,478	3,196	3,481	3,077	0,269
C22	0,621	0,582	0,584	0,588	0,088
C20:4	4,053	3,749	3,897	5,003	0,583
C22:1	0,064	0,063	0,063	0,059	0,003
EPA	1,008	0,972	0,834	0,881	0,183
DHA	1,249	1,087	0,994	1,597	0,177
CLA	0,031	0,031	0,033	0,023	0,004
SFA	27,853	28,637	27,727	28,057	1,300
UFA	72,147	71,363	72,273	71,943	1,300
MUFA	41,213	43,040	42,250	40,163	1,556
PUFA	30,933	28,317	30,020	31,780	0,865
PUFA-6	25,170	23,030	24,680	26,203	0,802
PUFA-3	5,733 a	5,253 b	5,307 b	5,553	0,106
DFA	79,403	78,473	79,350	80,057	0,887
UFA/SFA	2,613	2,500	2,623	2,577	0,168
MUFA/SFA	1,497	1,507	1,537	1,443	0,120
PUFA/SFA	1,120	0,993	1,087	1,133	0,059
PUFA6/3	4,390	4,383	4,653	4,717	0,122

a, b – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($P \leq 0,05$).

a, b – values in rows with different letters differ significantly ($P \leq 0,05$).

A, B – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie wysoce istotnie ($P \leq 0,01$).

A, B – values in rows with different letters differ highly significantly ($P \leq 0,01$).

SFA – kwasy nasycone / saturated fatty acids.

UFA – kwasy nienasycone / unsaturated fatty acids.

PUFA – kwasy wielonienasycone / polyunsaturated fatty acids.

MUFA – kwasy jednonienasycone / monounsaturated fatty acids.

OFA – kwasy hipercholesterolemiczne / hypercholesterolemic fatty acids (C14:0 + C16:0).

DFA – kwasy neutralne i hipocholesterolemiczne/ neutral and hypocholesterolemic fatty acids (C18:0 + UFA).

Kwasy *n-6/n-6* acids (C18:2, C20:4, gamma 18:3) Kwasy *n-3/n-3* acids (C18:3, EPA, DHA).

Tabela 4. Profil kwasów tłuszczowych w mięśniach nóg 42-dniowych kurcząt brojlerów
 Table 4. Fatty acid profile (%) of leg muscles from broiler chickens

Wyszczególnienie Item	Grupa/Group				SEM
	I kontrola control	II melisa lemon balm	III szałwia sage	IV pokrzywa nettle	
C8	0,009	0,009	0,009	0,009	8,165
C10	0,021 A	0,020 A	0,17	0,014 B	0,001
C12	0,050	0,038	0,051	0,039	0,007
C14	0,407	0,401	0,397	0,392	0,018
C16	18,179	19,580	18,720	17,600	0,693
C16:1	1,026	1,285	1,202	0,877	0,126
C18	5,392	5,171 a	5,148 a	5,957 b	0,194
C18:1	44,876	46,103 a	45,638 a	44,037 b	0,442
C18:2	22,636	20,629	21,715	23,075	0,683
Gamma18:3	0,158	0,141	0,170	0,137	0,018
C20	0,065	0,067	0,065	0,068	0,004
C18:3	4,488	4,072	4,249	4,111	0,115
C22	0,232	0,209 a	0,235	0,269 b	0,012
C20:4	1,684 a	1,554 A	1,657 a	2,403 Bb	0,159
C22:1	0,054	0,048	0,053	0,053	0,002
EPA	0,326	0,308	0,304	0,347	0,026
DHA	0,366 a	0,325 a	0,330 a	0,587 b	0,056
CLA	0,032 a	0,040 Ab	0,036 A	0,024 Bb	0,002
SFA	24,357	25,497	24,647	24,350	0,757
UFA	75,643	74,503	75,353	75,650	0,757
MUFA	45,957	47,433 a	46,893 a	44,967 b	0,511
PUFA	29,687	27,067	28,463	30,683	0,937
PUFA-6	24,477	22,323 a	23,543	25,613 b	0,793
PUFA-3	5,180	4,707	4,880	5,047	0,150
DFA	81,037	79,673	80,503	81,607	0,700
UFA/SFA	3,120	2,930	3,067	3,107	0,125
MUFA/SFA	1,893	1,863	1,907	1,847	0,061
PUFA/SFA	1,227	1,063	1,157	1,260	0,070
PUFA6/3	4,723 A	4,743 A	4,820 A	5,077 B	0,044

Oznaczenia j.w.
 Explanations as above.

W tabeli 3 przedstawiono profil kwasów tłuszczowych w mięśniach piersiowych kurcząt brojlerów. Stwierdzono różnicę w zawartości kwasu C12 i C14 w mięśniach piersiowych pomiędzy grupą kontrolną a doświadczalnymi przy $P \leq 0,01$. W mię-

śniach piersiowych kurcząt z grup II i III odnotowano niższy poziom PUFA-3 w porównaniu z grupą kontrolną przy $P \leq 0,05$. W mięśniach nóg kurcząt brojlerów z grupy IV odnotowano niższy poziom kwasu C10 w stosunku do grup II i I przy $P \leq 0,01$ (tab. 4). Stwierdzono także u ptaków z tej grupy wyższy poziom kwasu C18 i niższy poziom kwasu C18:1 oraz MUFA w porównaniu z ptakami z grupy II i III przy $\leq 0,05$. W mięśniach nóg kurcząt z grupy IV stwierdzono także wyższy poziom kwasu C22 oraz PUFA-6 w porównaniu z kurczętami z grupy II przy $P \leq 0,05$. W porównaniu z grupą kontrolną w mięśniach nóg kurcząt brojlerów z grupy IV stwierdzono wyższy poziom kwasów C20:4 i DHA oraz mniejszy poziom CLA przy $P \leq 0,05$. W mięśniach nóg kurcząt brojlerów z grupy IV stwierdzono także szerszy stosunek PUFA6/3 w porównaniu z pozostałymi grupami przy $P \leq 0,01$.

Omówienie wyników

Enzymy antyoksydacyjne odgrywają ważną rolę w ochronie komórek przed uszkodzeniami spowodowanymi reaktywnymi formami tlenu (RFT). Yesilbag i in. (2011) podają, że odpowiednia suplementacja diety może wpływać na wzrost aktywności enzymów antyoksydacyjnych w tkankach zwierząt. Hashemipour i in. (2013) stwierdzili większą aktywność SOD w mięśniach nóg 42-dniowych kurcząt brojlerów, u których zastosowano dietę z dodatkiem tymolu i karwakrolu. Autorzy nie odnotowali jednak wpływu zastosowanych w diecie przeciwutleniaczy na aktywność enzymów antyoksydacyjnych w mięśniach piersiowych kurcząt. Z kolei Cao i in. (2012) odnotowali wzrost aktywności T-SOD w mięśniach piersiowych kurcząt brojlerów żywionych paszą z dodatkiem antyoksydantów, nie obserwowali natomiast wpływu tychże dodatków na aktywność peroksydazy glutationowej. W badaniach własnych stwierdzono wzrost w mięśniach piersiowych aktywności katalazy (CAT) oraz wzrost poziomu glutationu (GSH) u kurcząt brojlerów pojonych wodą z dodatkiem odpowiednio: ekstraktu z ziela melisy lekarskiej oraz ekstraktu z ziela melisy lekarskiej i szałwii lekarskiej w porównaniu z grupą kontrolną. Jednakże w mięśniach nóg nie odnotowano korzystnego wpływu dodatku do wody pitnej ekstraktów z ziół na aktywność enzymów antyoksydacyjnych, a w przypadku ekstraktu z melisy stwierdzono mniejszą aktywność peroksydazy glutationowej (GPx) niż w grupie kontrolnej.

Peroksydacja lipidów jest jednym z ważniejszych procesów biologicznych związanych z działaniem RFT (Yagi, 1992). Jest to lawinowy, wolnorodnikowy proces utleniania obecnych w lipidach nienasyconych kwasów tłuszczowych, w którym powstają nadtlutki tychże związków. Jednym z wielu związków wytwarzanych w procesie peroksydacji wielonienasyconych kwasów tłuszczowych jest dialdehyd malonowy (MDA), który jest często używany do określenia uszkodzenia antyoksydacyjnego (Hashemipour i in., 2013). Poziom MDA jest wprost proporcjonalny do stopnia peroksydacji lipidów (Ismail i in., 2013). Wielu autorów uzyskało pozytywny wpływ ekstraktów roślinnych na stabilność oksydacyjną mięsa kurcząt: ekstrakt z rozmarynu i szałwii dodawany do paszy w ilości $500 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Lopez-Bote i in., 1998), olejek eteryczny z oregano i rozmarynu dodawany do paszy w ilości 150 i $300 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Basmacioglu i in., 2004), czy olejek eteryczny z oregano i rozmarynu dodawany w ilo-

ściach 100 i 200 mg·kg⁻¹ (Papageorgiou i in., 2003). W badaniach własnych stwierdzono niższy poziom MDA w mięśniach piersiowych w przypadku dodatku do wody ekstraktu z melisy i szalwii w porównaniu z grupą kontrolną, na co zapewne miała wpływ większa aktywność CAT i poziom GSH w tych mięśniach. Z kolei w mięśniach nóg nie wykazano pozytywnego wpływu dodatków ekstraktów z melisy, szalwii i pokrzywy na ograniczenie peroksydacji lipidów, a w przypadku melisy stwierdzono nawet przyspieszenie utleniania lipidów. Z kolei Kasapidou i in. (2014) stwierdzili ograniczenie peroksydacji lipidów mięśni piersiowych i nóg kurcząt brojlerów z chowu ekologicznego w grupach skarmianych paszą z dodatkiem melisy. Także Marcinčáková i in. (2011) odnotowali niższy poziom MDA w mięśniach nóg przechowywanych w temperaturze 4°C pod wpływem dodatku do diety kurcząt melisy w ilości 20 g/kg. Koreleski i Świątkiewicz (2007) nie wykazali natomiast zmniejszenia peroksydacji lipidów mięśni piersiowych mrożonych przez 6 miesięcy w temperaturze -20°C pod wpływem dodatku do paszy kurcząt brojlerów ekstraktu szalwii w ilości 560 mg·kg⁻¹. W badaniach własnych ekstrakt z pokrzywy zwyczajnej nie wykazywał właściwości przeciwutleniających, co jest zgodne z wynikami Loetscher i in. (2013).

Jung i in. (2010) podają, że wzbogacenie diety w antyoksydanty jest doskonałą metodą zmniejszania poziomu nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA) i zwiększania poziomu wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) w mięśniach kurcząt rzeźnych. Kamboh i Zhu (2013) uzyskali pozytywny wpływ dodatku do diety różnych stężeń bioflawonoidów na profil kwasów tłuszczowych mięśni piersiowych kurcząt brojlerów. Dukić-Stojčić i in. (2016) stwierdzili procentowy wzrost PUFA, kwasu linolowego i linolenowego oraz zawężenie stosunku *n-6/n-3* w mięśniach piersiowych kurcząt Redbro w wyniku dodatku do diety ptaków świeżej pokrzywy. W badaniach własnych dodatek do wody ekstraktu z pojedynczych ziół obniżył w mięśniach piersiowych poziom kwasu laurynowego (C12) i mirystynowego (C14) w porównaniu z grupą kontrolną, ale nie miało to istotnego wpływu na poziom kwasów nasyconych mięśni piersiowych ptaków z tych grup doświadczalnych. W przypadku kurcząt brojlerów pojonych wodą z dodatkiem ekstraktu z melisy lekarskiej i szalwii lekarskiej stwierdzono również niższy poziom kwasów omega 3 w porównaniu z grupą kontrolną, jednakże poziom PUFA kształtował się na podobnym poziomie we wszystkich grupach. Marcinčáková i in. (2011) uzyskali z kolei wzrost PUFA w mięśniach piersiowych kurcząt brojlerów skarmianych paszą z dodatkiem melisy, a badania Koreleskiego i Świątkiewicza (2007) wykazały wzrost procentowej zawartości kwasu stearynowego i *n-3* oraz niższy procentowy udział kwasów MUFA w mięśniach piersiowych kurcząt otrzymujących w diecie dodatek szalwii. Z kolei badania Kasapidou i in. (2014) nie wykazały wpływu dodatku do diety melisy na profil kwasów tłuszczowych mięśni piersiowych i nóg ekologicznie odchowywanych kurcząt brojlerów. Analizując natomiast w badaniach własnych mięśnie nóg pod względem profilu kwasów tłuszczowych, stwierdzono, że w porównaniu z grupą kontrolną istotne zmiany w poziomie kwasów tłuszczowych charakteryzowały kurczęta z grupy otrzymującej do wody ekstrakt z pokrzywy zwyczajnej. Ptaki z tej grupy odznaczały się mniejszą zawartością kwasu kaprynowego (C10) oraz sprzężonego kwasu linolowego (CLA), a także wyższym poziomem kwasu arachidonowego (C20:4) i dokozaheksaenowego (DHA), który jest kwasem deficytowym w diecie człowieka, a jest

niezbędny dla prawidłowego funkcjonowania organizmu (Marcinčáková i in., 2011). Odnotowano także w mięśniach nóg kurcząt brojlerów z tej grupy szerszy stosunek PUFA6/3 w porównaniu z pozostałymi grupami, który jednak mieści się w granicach (4:1 do 7,5:1) uznanych za korzystne dla zdrowia ludzkiego (Gebauer i in., 2006).

Podsumowując, dodatek do wody pitnej ekstraktu z melisy lekarskiej oraz szaławii lekarskiej w ilości 2 ml/l ograniczył peroksydację lipidów w mięśniu piersiowym, jednakże nie stwierdzono pozytywnego wpływu ekstraktów z tych ziół na status antyoksydacyjny mięśni nóg kurcząt brojlerów. Suplementacja diety pokrzywą zwyczajną w zastosowanej formie i stężeniu nie przyniosła efektu antyoksydacyjnego w mięśniach kurcząt brojlerów, miała natomiast korzystny wpływ na zmianę profilu kwasów tłuszczowych głównie w mięśniach nóg kurcząt brojlerów.

Piśmiennictwo

- Aebi H.E. (1984). Catalase. In: *Methods of Enzymatic Analysis*, Bergmeyer H.U. (ed.), Wiley, New York, 3: 273–286.
- Ahn J., Grun I., Mustafa A. (2007). Effects of plant extracts on microbial growth, color change, and lipid oxidation in cooked beef. *Food Microb.*, 24: 7–14.
- Basmacıoğlu H., Tokusoglu O., Ergul M. (2004). The effect of oregano and rosemary essential oils or α -tocopheryl acetate on performance and lipid oxidation of meat enriched with n-3 PUFAs in broilers. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 34: 197–210.
- Bonetti G., Tedeschi P Meca G., Bertelli D., Mañes J., Barandolini V., Maietti A. (2016). *In vitro* bioaccessibility, transepithelial transport and antioxidant activity of *Urtica dioica* L. phenolic compounds in nettle based food products. *Food Funct.*, 7: 4222–4230.
- Botsoglou N.A., Florou-Paner P., Christaki E., Fletouris D.J., Spais A.B. (2002). Effect of dietary oregano essential oil on performance of chickens and on iron-induced lipid oxidation of breast, thigh and abdominal fat tissues. *Br. Poultry Sci.*, 43: 223–230.
- Cao F.L., Zhang X.H., Yu W.W., Zhao L.G., Wang T. (2012). Effect of feeding fermented *Ginkgo biloba* leaves on growth performance, meat quality, and lipid metabolism in broilers. *Poultry Sci.*, 91: 1210–1221.
- Cong J., Zhang L., Li J., Wang S., Gao F., Zhou G. (2017). Effects of dietary supplementation with carnosine on meat and antioxidant capacity in broiler chickens. *Brit. Poultry Sci.*, 58, 1: 69–75.
- Dukić-Stojić M., Perić L., Levart A., Salobir J. (2016). Influence of rearing system and nettle supplementation (*Urtica dioica*) on the carcass traits and fatty acid composition of Redbro broilers. *Europ. Poultry Sci.*, 80, DOI: 10.1399/eps.2016.145.
- Ellman G.L. (1959). Tissue sulfhydryl groups. *Archiv. Biochem. Biophys.*, 82: 70–77.
- Gebauer S.K., Psota T.L., Harris W.S., Kris-Etherton P.M. (2006). n-3 fatty acid dietary recommendations and food sources to achieve essentiality and cardiovascular benefits. *Am. J. Clin. Nutri.*, 83: 1526–1535.
- Hashemipour H., Kermanshahi H., Golian A., Veldkamp T. (2013). Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens. *Poultry Sci.*, 92: 2059–2069.
- Ismail I.B., Al-Busadah K.A., El-Bahr S.M. (2013). Oxidative stress biomarkers and biochemical profile in broilers chicken fed zinc bacitracin and ascorbic acid under hot climate. *Am. J. Biochem. Mol. Biol.*, 3: 202–214.
- Jiménez-Colmenero F., Carballo S., Cofrades S. (2001). Healthier meat and meat products: Their role as functional foods. *Meat Sci.*, 59: 5–13.
- Jung S., Choc J.H., Kim B., Yun H., Kruk Z.A., Jo C. (2010). Effect of dietary mixture of gallic acid and linoleic acid on antioxidative potential and quality of breast meat from broilers. *Meat Sci.*, 86: 520–526.
- Kamboh A.A., Zhu W.Y. (2013). Effect of increasing levels of bioflavonoids in broiler feed on plas-

- ma anti-oxidative potential, lipid metabolites, and fatty acid composition of meat. *Poultry Sci.*, 92: 454–461.
- Kasapidou E., Giannenas I., Mitlianga P., Sinapis E., Bouloumpasi E., Petrotos K., Manouras A., Kyriazakis I. (2014). Effect of *Melissa officinalis* supplementation on growth performance and meat quality characteristics in organically produced broilers. *Brit. Poultry Sci.*, 55, 6: 774–784.
- Kirkpinar F., Ünlu H.B., Serdaroglu M., Turp G.Y. (2014). Effects of dietary oregano and garlic essential oils on carcass characteristics, meat composition, colour, pH and sensory quality of broiler meat. *Brit. Poultry Sci.*, 55, 2: 157–166.
- Koreleski J., Świątkiewicz S. (2007). Dietary supplementation with plant extracts, xanthophylls and synthetic antioxidants: Effect on fatty acid profile and oxidative stability of frozen stored chicken breast meat. *J. Anim. Feed Sci.*, 16: 463–471.
- Loetscher Y., Kreuzer M., Messikommer R.E. (2013). Oxidative stability of the meat of broilers supplemented with rosemary leaves, rosehip fruits, chokeberry pomace, and entire nettle, and effects on performance and meat quality. *Poultry Sci.*, 92: 2938–2948.
- Lopez-Bote C.J., Gray J.I., Goma E.A., Flegal C.J. (1998). Effect of dietary administration of oil extracts from rosemary and sage on lipid oxidation in broiler meat. *Brit. Poultry Sci.*, 39: 235–240.
- Lück H. (1962). Peroxidase. In: *Methoden der Enzymatischen Analyse*. Verlag Chemie, GMBH Weinheim, pp. 895–897.
- Łożna K., Kita A., Styczyńska M., Biernat J. (2012). Skład kwasów tłuszczowych olejów zalecanych w profilaktyce chorób cywilizacyjnych. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 93, 4: 871–875.
- Marcinčáková D., Čertík M., Marcinčák S., Popelka P., Šlimková J., Klepová T., Petrovič V., Tučkova M., Bača M. (2011). Effect of dietary supplementation of *Melissa officinalis* and combination of *Achillea millefolium* and *Crataegus oxyacantha* on broiler growth performance, fatty acid composition and lipid oxidation of chicken meat. *Ital. J. Anim. Sci.*, 10: 165–170.
- Muchacka R., Kapusta E., Skomorucha I., Sosnowka-Czajka E. (2016). Aktywność enzymów antyoksydacyjnych oraz poziom GSH i MDA w osoczu, wątrobie i nerkach kurcząt brojlerów utrzymywanych w różnych systemach odchowu w letnim cyklu produkcyjnym w warunkach podwyższonej temperatury otoczenia. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 43, 2: 245–255.
- Ohkawa H., Ohishi N., Yagi K. (1979). Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Anal. Biochem.*, 95: 351–358.
- Papageorgiou G., Botsoglou N., Govaris A., Giannenas I., Iliadis S., Botsoglou E. (2003). Effect of dietary oregano oil and α -tocopheryl acetate supplementation on iron-induced lipid oxidation of turkey breast, thigh, liver and heart tissues. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 87: 324–335.
- Rice-Evans C.A., Diplock A.T., Symons M.C.R. (1991). Techniques in free radicals research. In: *Laboratory techniques in biochemistry and molecular biology*, Burdon R.H., van Knippenberg P.H. (Eds), Elsevier, Amsterdam, London, New York, Tokyo.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 15 lutego 2010 r. w sprawie wymagań i sposobu postępowania przy utrzymywaniu gatunków zwierząt gospodarskich, dla których normy ochrony zostały określone w przepisach Unii Europejskiej, Dz.U. 2010 nr 56 poz. 344.
- Wereńska M. (2013). Naturalne antyutleniające stosowane do mięsa. *Nauki Inż. Technol. UE Wroc.*, 1, 8: 79–90.
- Yagi K. (1992). Lipid peroxides and exercise. *Med. Sci. Sport Sci.*, 21: 37–40.
- Yesilbag D., Eren M., Agel H., Kovanlikaya A., Balci C. (2011). Effects of dietary rosemary, rosemary volatile oil and vitamin E on broiler performance, meat quality and serum SOD activity. *Brit. Poultry Sci.*, 52: 472–482.
- Zdanowska-Sąsiadek Ż., Michalczuk M., Marcinkowska-Lesiak M., Damażiak K. (2013). Czynniki warunkujące przebieg utleniania lipidów w mięsie drobiowym. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.*, 574: 77–84.

IWONA SKOMORUCHA, EWA SOSNÓWKA-CZAJKA, RENATA MUCHACKA

Effect of adding herbal extracts to drinking water on activity of antioxidant enzymes, GSH and MDA levels, and fatty acid profile in broiler chicken muscles

SUMMARY

The aim of the study was to determine the effect of supplementing drinking water with extracts from lemon balm, sage and common nettle on the level of antioxidant enzymes (SOD, CAT, GPx), reduced glutathione (GSH), malondialdehyde (MDA) and fatty acid profile in frozen breast and leg muscles of broiler chickens. Ross 308 broiler chickens were assigned to four experimental groups: group I (control), and groups II, III and IV which received extracts from lemon balm, sage and common nettle, respectively, added to water in the drinking troughs (2 ml/l of water) from 22 to 42 days of rearing. At 42 days, 8 birds from each group were slaughtered, and the dissected muscles were frozen. After 4 months, the muscles were analysed for the activity of superoxide dismutase (SOD), glutathione peroxidase (GPx) and catalase (CAT), the level of GSH and MDA, and the fatty acid profile. The results show that lemon balm and sage extracts added to drinking water at 2 ml/l reduced lipid peroxidation in breast muscle, but had no positive effect on the antioxidant status of leg muscle. Dietary inclusion of common nettle in the form and concentration used in the experiment did not show antioxidant effect in broiler muscles, but contributed to changes in the fatty acid profile, mainly in leg muscles of the chickens.

Key words: herbal extracts, antioxidants, lipid peroxidation, fatty acid, muscles of broiler chickens