

Wpływ sylimaryny na efektywność tuczu kurcząt i indyków oraz produkcyjność kur stada reprodukcyjnego

ANDRZEJ GAWĘŁ, BOGUSŁAW KOTOŃSKI**, JANUSZ A. MADEJ*,
MICHAŁ MAZURKIEWICZ

Katedra Epizootologii i Administracji Weterynaryjnej z Kliniką Wydziału Medycyny Weterynaryjnej AR, Pl. Grunwaldzki 45, 50-375 Wrocław

*Katedra Anatomii Patologicznej, Patofizjologii, Mikrobiologii i Weterynarii Sądowej oraz

**Katedra Biochemii, Farmakologii i Toksykologii Wydziału Medycyny Weterynaryjnej AR, ul. Norwida 31, 50-375 Wrocław

Gawęł A., Kotoński B., Madej J. A., Mazurkiewicz M.

Effect of silimarin on chicken and turkey broilers' rearing and the production indices of reproduction hen flocks

Summary

The aim of our study was to evaluate the influence of silimarin on the effectiveness of chicken and turkey broilers' rearing, reproduction indices and adiposis prevention.

The birds, which were administered silimarin in Sylimwet preparation at the dose of 0.5 kg and 1.00 kg/ton of the feed, demonstrated a higher final body weight (broilers – 4.8-6.6%, turkey-hens – 2.5-3.00%, and turkey-cocks – 1.94-3.84%, respectively). An addition of silimarin to the feed increased hatchability in broiler breeders by 1-4% and the number of hatching eggs by 1-2%. It also prevented an excessive adiposis in birds. The hepatoprotective effect of silimarin was also evidenced in the results of biochemical and histopathological examination in broilers.

Keywords: silimarin, chicken and turkey broilers, layers, fatty liver and kidneys syndrome

Sylimaryna, stanowiąca mieszaninę flawonolignanów występuje w ilości do 2% w owocach ostropestu plamistego (*Sylibum marianum L.*). W jej skład wchodzi sylibina, sylidiamina i sylikrystyna o podobnej budowie i właściwościach fizykochemicznych oraz izosylimaryna, 2,3-dehydroylimaryna, 2,3-dehydro-sylikrystyna i tzw. sylibinomery, czyli oligomeryczne pochodne sylimaryny. Ponadto występuje toksyfolina, alkohol dehydrokoniferylowy, kwercetyna, tyramina, histamina, śluz, kwasy organiczne, witamina C i K, fitosterole, garbniki i tłuszcz z dużą ilością kwasu linolowego (4, 9). Narządami, w których obserwowano efekt działania flawonolignanów są przede wszystkim wątroba i nerki. Sylimaryna wywiera efekt metaboliczny na komórki, polegający na regulacji przepuszczalności błon komórkowych z udziałem przENOŚNIKÓW, hamowaniu szlaku 5-lipooksygenazy metabolizmu kwasu eikozatetraenowego (arachidonowego). Przymuszcza także na ekspresję DNA (6). W hodowli komórek nerki wykazano jej wpływ na szybkość proliferacji, biosyntezy białek i DNA oraz aktywność dehydrogenazy mleczanowej, którą to przyjęto za wskaźnik aktywności metabolicznej komórki (8). Stwierdzono wpływ sylimaryny na poziom cholesterolu całkowitego i zawartego w lipoproteinach osocza (3). W dużych dawkach (0,3 mM) sylimaryna obniża syntezę prostaglandyn, poziom cholesterolu LDL i VLDL w surowicy. Obserwowano również pod wpływem sylimaryny wzrost HDL i obniżenie zawartości cholesterolu w komórkach wątroby. Obok regulacyj-

nego wpływu na przepuszczalność błony komórkowej składniki sylimaryny stabilizują ją i hamują procesy peroksydacji lipidów błonowych (1).

Celem badań było określenie wpływu sylimaryny na efektywność tuczu kurcząt i indyków rzeźnych, wyniki reprodukcji kur typu mięsnego oraz na zapobieganie stanom otłuszczenia kur.

Materiał i metody

Całość badań zrealizowano na kurczętach rzeźnych i indykach oraz kurach nioskach stada reprodukcyjnego. Badania na kurczętach rzeźnych przeprowadzono w fermie „R” zlokalizowanej na terenie województwa dolnośląskiego i składającej się z 3 kurników, każdy o obsadzie 20 000 kurcząt Cobb 500. Warunki utrzymania, żywienie oraz profilaktyka weterynaryjna były zbliżone w poszczególnych obiektach. Ptaki żywiono standardowymi mieszankami pełnoporcjowymi – DKA Starter, DKA Grower, DKA Finisz, przy czym ptakom w kurnikach I i II w okresie od 7 do 28 dnia tuczu podawano dodatkowo w paszy sylimarynę w postaci preparatu Sylimwet (80% sylimaryna, producent Poznańskie Zakłady Zielarskie „Herbapol” S.A.) w ilości 0,5 kg/1 tonę paszy (grupa I) i 1,0 kg/1 tonę paszy (grupa II). Ptaki w kurniku III stanowiły kontrolę doświadczenia.

Efektywność sylimaryny w tuczu indyków rzeźnych oceniano w fermie „G” zlokalizowanej na terenie Wielkopolski, składającej się z 5 obiektów produkcyjnych, każdy o obsadzie 15 000 indyków BUT 9 (powierzchnia produkcyjna każdego z obiektów wynosiła 3000 m²). Indyki żywiono paszami standardowymi (Indyk 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), pochodzącymi z tej samej mieszalni pasz. Badaniami objęto ptaki w 3 indycznikach. Ptaki w obiektach nr I i II otrzymywały w paszy Sylimwet w 14-28, 42-56 oraz 63-77 dniu tuczu w ilości: obiekt I –

0,5 kg/1 tonę paszy, obiekt II – 1 kg/1 tonę paszy. Indyki w tuczarni nr III stanowiły grupę kontrolną. Zakres badań obejmował: cotygodniową kontrolę przyrostów masy ciała ptaków, kontrolę spożycia paszy, analizę upadków ptaków oraz ich przyczyny.

W trakcie odchowu kurcząt w 2, 4 i 6 tyg. życia, od losowo wybranych z kurnika 10 ptaków, pobierano krew do badań enzymologicznych. W surowicy krwi oznaczano aktywność enzymów: aminotransferazy asparaginianowej (AST) i alaninowej (ALT), fosfatazy zasadowej (FA) oraz lipazy. Aktywność aminotransferazy asparaginianowej oznaczano kinetyczną metodą przy użyciu dehydrogenazy jabłczanowej i NADH+H⁺ a aktywność aminotransferazy alaninowej – metodą kinetyczną, w której enzymem wskaźnikowym była dehydrogenaza mleczanowa NADH+H⁺. Z kolei aktywność fosfatazy alkalicznej oznaczano metodą kinetyczną wobec p-nitrofenylofosforanu. Do oznaczeń aktywności w/w enzymów używano zestawów odczynników firmy Pointe Scienti-Scientific. Aktywność lipazy oznaczano w analizatorze Kodak Ectachem DT 60 przy użyciu membran testowych Vitros DT – slides. Aktywność badanych enzymów przedstawiono w jednostkach międzynarodowych (IU) na 1 dm³ surowicy.

Ponadto w 2, 4 i 6 tygodniu tuczu od 6 losowo wybranych ze stada kurcząt rzeźnych pobierano wycinki narządów wewnętrznych (wątroba, nerki i trzustka) do badań histopatologicznych. Wycinki narządów utrwalano w 7% zbuforowanej formalinie. Następnie wykonywano z nich skrawki parafinowe, które barwiono rutynowo hematoksyliną Delafielda i czynną wodną. W przypadku podejrzenia o stłuszczenie narządów sporządzano skrawki mrożeniowe i barwiono na lipid Sudanem III.

Badaniami objęto również 2 stada reprodukcyjne kur nieśnych ISA 215 w fermach „C” i „N” każda o liczebności 5500 ptaków (kur i kogutów). Ptaki żywiono standardowymi mieszankami DJ przy czym u kur w stadzie „C” okresowo, począwszy od 24 tyg. życia podawano przez 7 dni w paszy Sylimwet w ilości 0,5 kg/1 tonę paszy. Podawanie preparatu powtarzano co 4 tyg. Ptaki w stadzie „N” stanowiły grupę kontrolną. Efektywność preparatu określano na podstawie uzyskanych wskaźników produkcyjnych. Stopień otluszczenia ptaków oceniano na podstawie pomiarów ich masy ciała. Przydatność jaj do wylęgu oceniano na podstawie kryteriów podanych przez Świerczewską i wsp. (10).

Uzyskane wyniki badań biochemicznych krwi kurcząt rzeźnych poddano analizie statystycznej wykorzystując jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA oraz test RIR Tukeya (porównanie średnich post-hoc). Obliczenia wykonano przy użyciu programu STATISTICA for Windows (StatSoft, Inc. 1997).

Wyniki i omówienie

W badanych fermach kurcząt i indyków rzeźnych ptaki rozwijały się i opierały prawidłowo. Wyniki produkcyjne uzyskane w fermie kurcząt rzeźnych obrazuje tab. 1, a w fermie indyków rzeźnych tab. 2. Generalnie ptaki z obydwu kurników żywione paszą z dodatkiem sylimaryny osiągnęły korzystniejsze efekty

produkcyjne. Uzyskane końcowe masy ciała były wyższe w odniesieniu do kurcząt grupy kontrolnej w kurniku I o 11 dkg, a w kurniku II o 15 dkg, co stanowi odpowiednio wzrost o 4,8 i 6,6%.

W tab. 3 przedstawiono wyniki badań enzymologicznych. W drugim tygodniu eksperymentu aktywność badanych enzymów nie różniła się między grupami. Natomiast w czwartym i szóstym tygodniu statystycznie istotne różnice wykazano w zakresie aktywności aminotransferazy alaninowej i asparaginianowej.

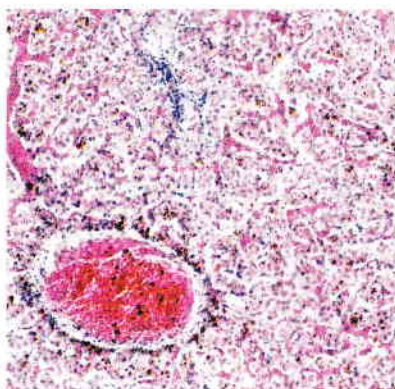
Aktywność aminotransferaz u ptaków otrzymujących w paszy dodatek sylimaryny w stosunku do ptaków z grupy kontrolnej była niższa. W zakresie ALT, w drugim i czwartym tygodniu, statystycznie istotne różnice wykazano pomiędzy ptakami otrzymującymi Sylimwet w dawce 1 kg na tonę paszy i grupą kontrolną. Natomiast poziom aktywności AST u ptaków otrzymujących Sylimwet, zarówno w dawce 0,5 kg jak i 1 kg na tonę paszy, był statystycznie istotnie niższy w stosunku do grupy kontrolnej. Aktywność alkalicznej fosfatazy oraz lipazy miała wyraźną tendencję spadkową wraz z wiekiem ptaków we wszystkich trzech grupach. Nie wykazano natomiast różnic międzygrupowych. Otrzymane wartości aktywności enzymów AST, ALT i FA zbliżone są do wyników otrzymanych przez Krasnodębską-Deptę i Koncickiego (2). Nieco niższe wartości wymienionych enzymów otrzymali Yersin i inni (11). Uzyskane wyniki badań enzymologicznych świadczą, iż dodatek Sylimwetu w paszy nie miał ujemnego wpływu na wątrobę i trzustkę. Natomiast niższe niż w grupie kontrolnej wartości AST i ALT mogą świadczyć o ochronnym wpływie tego preparatu na hepatocyty i właściwą przepuszczalność ich błony komórkowej.

Tab. 1. Wpływ dodatku sylimaryny na wyniki tuczu kurcząt rzeźnych Cobb 500

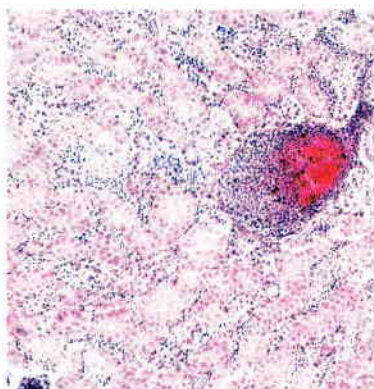
Grupa	Liczba ptaków	Okres tuczu (dni)	Końcowa masa ciała (kg)	Zużycie paszy (kg/kg)	Padnięcia i wybrakowania	
					szt.	(%)
I Sylimwet 0,5 kg/tonę	20 000	42	2,36	1,79	550	2,75
II Sylimwet 1 kg/tonę	20 000	42	2,40	1,78	520	2,6
III Kontrola	20 000	42	2,25	1,79	820	4,1

Tab. 2. Wpływ dodatku sylimaryny na wyniki tuczu indyków rzeźnych BUT 9

Grupa	Płeć	Liczba ptaków	Tucz (dni)	Średnia masa ciała (kg) w tyg.				Zużycie paszy (kg/kg)	Śmiertelność	
				4	8	16	24		szt.	%
I Sylimwet 0,5 kg/1 tonę	♀	8000	115	0,89	3,10	8,40	–	2,41	835	5,60
	♂	7000	161	0,99	3,80	11,65	18,30	2,99		
II Sylimwet 1 kg/1 tonę	♀	8000	115	0,89	3,13	8,45	–	2,41	847	5,65
	♂	7000	161	1,00	3,81	11,70	18,64	2,95		
III Kontrola	♀	8000	115	0,85	2,98	8,20	–	2,52	995	7,10
	♂	7000	161	0,95	3,70	11,05	17,95	3,10		



Ryc. 1. Przekrwienie sieci naczyniowej wątroby (pow. 200×)

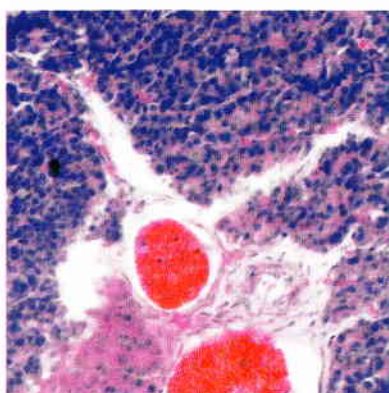


Ryc. 2. Przekrwienie naczyń krwionośnych i wynaczynienia retikulocytów w nerce (pow. 200×)

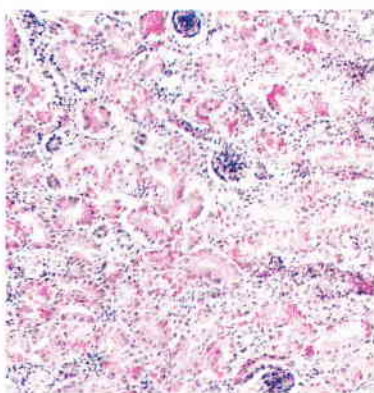
Tab. 3. Średnia aktywność wybranych enzymów (IU) w surowicy krwi kurcząt brojlerów (n = 10, $\bar{x} \pm s$)

Wiek ptaków	Kurnik	AST	ALT	AP	Lipaza
2 tyg.	0,5 kg/tonę	139,8 ± 24,4	33,2 ± 11,4	4945 ± 2282,1	207,5 ± 80,2
	1 kg/tonę	144,3 ± 21,8	26,2 ± 7,8	5305 ± 2454,9	179,4 ± 64,9
	Kontrola	147,3 ± 18,4	29,1 ± 10,6	5110 ± 2251,0	241,7 ± 96,6
4 tyg.	0,5 kg/tonę	127,1 ± 14,2 ^A	28,7 ± 5,1	2196 ± 1076,7	183,9 ± 63,1
	1 kg/tonę	136,5 ± 12,6 ^A	26,3 ± 2,7 ^b	2367 ± 1488,4	205,9 ± 59,6
	Kontrola	162,7 ± 17,9	32,7 ± 5,9	2443 ± 1270,0	194,2 ± 72,2
6 tyg.	0,5 kg/tonę	140,3 ± 10,6 ^b	27,3 ± 6,5	1232 ± 362,2	119,2 ± 35,3
	1 kg/tonę	134,7 ± 12,4 ^A	26,9 ± 4,9 ^b	983 ± 340,4	103,0 ± 43,4
	Kontrola	162,4 ± 28,7	34,4 ± 8,2	1173 ± 378,0	105,6 ± 38,7

Objaśnienia: wartości średnie istotnie różniące się od grupy kontrolnej oznaczono literami: A – p ≤ 0,01; b – p ≤ 0,05



Ryc. 3. Wypełnienie krwią naczyń krwionośnych trzustki (pow. 400×)



Ryc. 4. Rozpoczynające się nacieczenie tłuszczowe komórek nabłonka kanalikowego nerki (pow. 200×)

Tab. 4. Średnia masa ciała (g) kur ISA 215 w fermie C i N w okresie produkcji nieśnej

Ferma	Wiek ptaków (tyg.)											
	23	24	26	28	30	32	36	40	44	48	52	55
C	2080	2100	2250	2400	2450	2500	2540	2600	2650	2700	2700	2800
Sylimwet												
N	2075	2100	2300	2490	2550	2600	2650	2710	2770	2820	2850	2950
Kontrola												

W analogicznych badaniach nad zachowaniem się aminotransferaz alaninowej i asparaginianowej w surowicy ludzi, u których stosowano Sylimarol, stwier-

Tab. 5. Produkcja nieśna kur ISA 215 w fermie C (ptaki żywione paszą z dodatkiem sylimarny) i N (kontrola)

Wiek (tyg.)	Ferma C		Ferma N	
	nieśność (%)	jaja wylęgowe (%)	nieśność (%)	jaja wylęgowe (%)
24	1,5	0,0	1,0	0,0
25	14	26	13,5	28
26	38	48	38	50
27	59	74	58	74
28	81	82	80	81
29	83	84	82	82
30	84	87	82	86
31	83	89	80	88
32	82	93	79	91
33	81	95	78	94
34	80	97	79	95
35	78	98	76	96
36	76	98	73	96
37	75	98	71	96
38	73	98	70	96
39	72	98	69	96
40	71	98	67	96
41	69	98	66	97
42	69	98	66	96
43	68	98	64	96
44	67	98	63	96
45	66	98	63	96
46	65	98	61	96
47	65	98	60	96
48	64	98	60	96
49	62	98	58	96
50	61	97	57	96
51	60	97	56	96
52	60	97	56	96
53	58	97	55	96
54	57	97	54	96
55	56	97	53	96

dzono wyraźną tendencję do ustabilizowania tych parametrów w grupie otrzymującej ten preparat, w odniesieniu do grupy kontrolnej (7). Nie stwierdzono też istotnych różnic w aktywności fosfatazy alkalicznej (7). W badaniach nad efektem ochronnym flawonolignanów na komórki wątroby szczurów w indukowanym uszkodzeniu hepatocytów przez aflatoksynę B1 wykazano, że w homogenatach komórek wątrobowych wystąpił wzrost aktywności glutamylotransferazy i 5 nukleotydazy – enzymów będących markerami stanu błon i transportu przez błony, jak też kwaśnej fosfata-

zy i rybonukleazy – enzymów będących markerami trwałości lizosomów. Stwierdzono również obniżenie aktywności dehydrogenazy bursztynianowej i glukozo-6-fosfatazy – enzymów wskazujących na uszkodzenie mitochondriów i mikrosomów. W surowicy krwi szczurów poddanych działaniu aflatoksyny B1 zaobserwowano zmiany aktywności niektórych enzymów. Wzrosła aktywność aminotransferaz: alaninowej i asparaginianowej, dehydrogenaz: glutaminianowej i sorbitolowej oraz alkalicznej i kwaśnej fosfatazy. Równoczesne podanie z toksyną sylimaryny lub pikroliwu (Picroliv) wywoływało efekt osłaniający, w wyniku czego aktywności badanych enzymów u tych zwierząt były zbliżone do wartości uzyskanych w grupie kontrolnej (5). Ten model doświadczalny potwierdza możliwość działania ochronnego flawonolignanów zawartych w sylimarnie i pikroliwie na komórki wątrobowe (5).

Badaniem histopatologicznym u 2 i 4-tygodniowych kurcząt nie obserwowano zmian patologicznych w ocenianych narządach wewnętrznych w żadnej z grup doświadczalnych. Natomiast u 6 tygodniowych ptaków grupy kontrolnej obserwowano nieznaczne zaburzenia hemodynamiczne manifestujące się zastojem krwi, drobnymi wynaczynieniami (ryc. 1, 2 i 3), jak również rozpoczynające się zmiany wsteczne, pod postacią nacieczenia tłuszczowego przechodzącego w zwyrodnienie tłuszczowe zarówno w obrębie wątroby, jak i nerek (ryc. 4). Zmian o podobnym charakterze nie obserwowano u kurcząt obydwu grup doświadczalnych.

Korzystne warunki produkcyjne uzyskano również po dodaniu sylimaryny w paszy dla indyków rzeźnych (tab. 2). W indyczniku I i II gdzie dodawano do paszy Sylimwet odpowiednio w ilości 0,5 i 1 kg/1 tonę paszy uzyskano efekty produkcyjne znacznie korzystniejsze aniżeli w grupie ptaków kontrolnych. Masa ciała 16 tyg. indyczek wyniosła: 8,40; 8,45 i 8,20 kg przy wskaźniku wykorzystania paszy wynoszącym odpowiednio: 2,41; 2,41 i 2,52 kg. Z kolei indory osiągnęły w 24 tyg. odchowu masę ciała wynoszącą odpowiednio 18,3; 18,64 i 17,95 kg przy wskaźniku wykorzystania paszy: 2,99; 2,95 i 3,10 kg. Śmiertelność indyków za cały okres odchowu wyniosła 5,60; 5,65 i 7,10%. Wg British United Turkey, Ltd. indyczki BUT 9 winny osiągnąć w 16 tyg. masę ciała 8,41 kg przy wskaźniku wykorzystania paszy – 2,50 kg, zaś indory w wieku 24 tyg. masę ciała 19,01 kg przy wskaźniku wykorzystania paszy 2,95. Indyczki żywione paszą z dodatkiem Sylimwetu cechowały się wyższą masą ciała w stosunku do kontroli o 2,5 do 3,0% oraz niższym o 4,4% wskaźnikiem wykorzystania paszy. Podobnie indory żywione paszą z sylimarną uzyskały wyższą o 1,94 i 3,84% masę ciała przy niższym wskaźniku śmiertelności (1,5 i 1,45%). Przy tym lepsze wskaźniki produkcyjne były skorelowane z wyższą zawartością sylimaryny w paszy.

Okresowe podawanie Sylimwetu w paszy dla kur nieśnych stad reprodukcyjnych w ilości 0,5 kg/1 tonę

paszy począwszy od 24 tyg. przez 7 dni co 4 tyg. wpłynęło korzystnie na uzyskiwane efekty produkcyjne (nieśność) oraz zapobiegało nadmiernemu otluszczeniu się ptaków. Uzyskane masy ciała ptaków zestawiono w tab. 4, zaś wyniki produkcji nieśnej w tab. 5.

Z przedstawionych danych wynika, że kury noski otrzymujące okresowo Sylimwet w paszy (Ferma „C”) ulegały w mniejszym stopniu otluszczeniu i przez cały czas eksperymentu aż do 55 tyg. życia cechowały się masą ciała zbliżoną do zalecanej przez firmę ISA. Natomiast kury żywione paszą standardową (Ferma „N”) charakteryzowały się wyższą masą ciała w stosunku do ptaków z fermy „C”, począwszy od 26 tyg. o 50 do 150 g przy czym wraz z wiekiem dysproporcje te ulegały zwiększeniu. Sylimwet wpłynął również korzystnie na produkcję nieśną, zarówno co do ilości znoszonych jaj, jak też ich przydatności do lęgów. Ptaki w obydwu fermach prawidłowo weszły w nieśność. Począwszy od 27 tyg. życia obserwujemy wyższą nieśność u kur żywionych paszą z dodatkiem Sylimwetu. Początkowo była ona wyższa zaledwie o 1%, a począwszy od 31 tyg. wartość ta wzrosła do 3-4% i utrzymywała się do końca obserwacji tj. 55 tyg. życia kur. Przy tym należy podkreślić, że większej ilości znoszonych jaj towarzyszył wyższy odsetek pozyskiwanych jaj wylęgowych, a różnica między fermami „C” i „N” wyniosła 1-2% na korzyść fermy „C”.

Reasumując, uzyskane wyniki badań dowodzą korzystnego wpływu sylimaryny zarówno na wyniki tuczu drobiu rzeźnego, wskaźniki reprodukcji kur typu mięsnego oraz w zapobieganiu otluszczenia się ptaków.

Piśmiennictwo

1. *Bosiso E., Benelli C., Pirolo O.*: Effects of the flavonolignans of *Silybum marianum* L. on lipid peroxidation in rat liver microsomes and freshly isolated hepatocytes. *Pharm. Res.* 1992, 25, 147-154.
2. *Krasnodębska-Depta A., Koncicki A.*: Fizjologiczne wartości wybranych wskaźników biochemicznych w surowicy kurcząt brojlerów. *Medycyna Wet.* 2000, 56, 456-460.
3. *Krecman V., Scottova N., Walterova D., Ulrichova J., Simanek V.*: Silymarin inhibits the development of diet-induced hypercholesterolemia in rats. *Planta Med.* 1998, 64, 138-142.
4. *Ożarowski A., Jaroniewski W.*: Rośliny lecznicze i ich praktyczne zastosowanie. Instytut Wydawniczy Związków Zawodowych, Warszawa 1987, 280.
5. *Rastogi R., Srivastava A. K., Srivastava M., Rastogi A. K.*: Hepatocurative effect of picroliv and silymarin against aflatoxin B1 induced hepatotoxicity I rats. *Planta Med.* 2000, 66, 709-713.
6. *Saller R., Meier R., Brignoli R.*: The use silymarin in the treatment of liver diseases. *Drugs* 2001, 61, 2035-2063.
7. *Salmi H. A., Sarna S.*: Effect of silymarin on chemical, functional, and morphological alterations of the liver. *Scand. J. Gastroenterol.* 1982, 17, 517-521.
8. *Sonnenbichler J., Scalera F., Sonnenbichler I., Weyhenmeyer R.*: Stimulatory effects of silibinin and silicristin from the milk thistle *Silybum marianum* on kidney cells. *J. Pharmacol. Exp. Ther.* 1999, 290, 1375-1383.
9. *Strzelecka H., Kowalski J.* (red.): Encyklopedia zielarstwa i ziołolecznictwa. PWN 2000, 523-533.
10. *Świerczewska E., Stepińska M., Niemiec J.*: Chów kur. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa 1995.
11. *Yersin A. G., Huff W. E., Kubena L. F., Elssalde M. H., Harvey R. B., Witzel D. A., Giroir L. E.*: Changes in hematological, blood gas, and serum biochemical variables in broilers during exposure to simulated high altitude. *Avian Dis.* 1992, 36, 189-196.