

Vplyv hroznových výliskov v krmive na lipidy séra a pečene a na antioxidačný stav organizmu potkana

PAVEL BOBEK

SÚHRN. V 8 týždňovom pokuse na samcoch potkanov (kmeň Wistar), kŕmených cholesterovou (0,3 %) diétou bol hypocholesterolemický efekt prídavku hroznových výliskov do diéty dávkovo závislý: absentoval pri 5 %, ale pri 15 % poklesla hladina sérového cholesterolu zo 4,4 na 2,0 mmol.l⁻¹. Vyvinul sa výrazne antiaterogénny lipoproteínový profil: poklesla koncentrácia cholesterolu veľminízkodenzitných a nízkodenzitných lipoproteínov (o 49 a 73 %) a zvýšila sa o 26 % koncentrácia cholesterolu vysokodenzitných lipoproteínov. Ich podiel na transporte cholesterolu sa zvýšil takmer na trojnásobok. Pri 15 % obsahu hroznových výliskov v diéte sa signifikantne znížila koncentrácia cholesterolu v pečeni a triacylglycerolov v sére. Diéty s hroznovými výliskami znižovali obsah konjugovaných diénov v plazme a zvyšovali aktivitu glutatiónperoxidázy v pečeni.

KLÚČOVÉ SLOVÁ: hroznové výlisky, potkan, lipidy, konjugované diény

Významným opatrením, ktoré v diétnej prevencii aterosklerózy odporúča v dobrej zhode väčšina autorít, je zvýšenie konzumácie vlákniny [1]. Podľa rozsiahlej intervenčnej štúdie [2] zvyšovanie príjmu vlákniny vedie k zníženiu krvného cholesterolu i cholesterolu nízkodenzitných lipoproteínov. Rim a spol. [3] na základe rozsiahlej epidemiologickej štúdie odporúča zaradiť diétu s nízkym podielom vlákniny k nezávislým rizikovým faktorom koronárneho ochorenia. Vláknina môže priaznivo ovplyvňovať hladinu krvného cholesterolu zásahom do regulácie metabolizmu cholesterolu na úrovni jeho absorpcie, biosyntézy i katabolizmu [4,5]. Niektoré komponenty vlákniny (glukány, lignín) [6,7] majú schopnosť inaktivovať reaktívne kyslíkové produkty, čo je s prihliadnutím k významnej úlohe oxidačného stresu v patogenéze aterosklerózy [8] evidentne významné. Naš epidemiologický výskum (nepublikované údaje) zistil, že konzumácia vlákniny je významne nižšia ako odporúčaná, čo zrejme súvisí najmä so sezónnou ekonomickou náročnosťou tradičných zdrojov vlákniny (zelenina, ovocie). V horeuvedených súvislostiach nás zaujala myšlienka skúmať potenciálne možné dieteticky priaznivé

vlastnosti netradičných zdrojov vlákniny, ktorými sú nevyužívané odpady pri priemyselnej výrobe zeleninových a ovocných štiav. Z hľadiska množstva spracovanej suroviny patrí hrozno z tohto aspektu zrejme k jedným z najvýznamnejších plodín. V pokuse na potkanoch s alimentárne navodenou hypercholesterolémiou sme sledovali vplyv prídavku sušených mletých výliskov bieleho hrozna do diéty na vývoj cholesterolémie, peroxidáciu lipidov a aktivitu antioxidantných enzýmov v pečeni.

Materiál a metódy

K pokusu sme použili samce potkanov (kmeň Wistar, Top-Velaz, Česká republika, $n = 40$) s počiatočnou hmotnosťou okolo 60 g, chované v štandardných podmienkach bez ovplyvňovania svetelného režimu. Zvieratá mali nepretržitý prístup k pitnej vode a strave nasledovného zloženia [9] (v %): škrob 61, kazeín 18, bravčová masť 10, celulóza 5, minerálna a vitamínová zmes 4 a 1, fel tauri (komerčná sušená volská žľč) 0,55, cholesterol 0,3 a cholíchlorid 0,15. Ak sme v časti uvedenej diéty nahradili 10 % škrobu celulózou, vznikli dve kontrolné diéty, s obsahom 5 a 15 % celulózy. U pokusných diét sme 5 alebo 15 % celulózy nahradili mletými sušenými hroznovými výliskami. Výlisky boli vedľajším produktom pri priemyselnom spracovaní viacerých zmiešaných druhov bieleho hrozna na víno. Sušili sme ich v laboratórnych podmienkach pri 60 - 70 °C. Vo výliskoch sme stanovili enzýmo-gravimetrickými metódami obsah nerozpustnej a rozpustnej vlákniny [10]. Po 8 týždňoch boli zvieratá usmrtené dekapitáciou v ľahkej éterovej narkóze po 18 h odstavenia od potravy. V sére, lipoproteínoch a chloroform-metanolovom extrakte (2:1) pečene sme stanovili obsah cholesterolu a triacylglycerolov (súpravami Oxochrom Chol 2150 E, TG 450 T resp. Bio-La-Test, Česká republika). V plazme a pečeni sme stanovili obsah konjugovaných diénov [11]. V pečeni sme stanovili aktivity superoxiddismutázy súpravou Randox Lab. Ltd., UK, katalázy [12] a glutatiónpoxidázy [13]. V pečeni sme stanovili obsah proteínov [14]. Výsledky sme štatisticky hodnotili Studentovým t-testom.

Výsledky

Hroznové výlisky obsahovali 67,0 g/100 g sušiny celkovej potravinovej vlákniny, z čoho 14,7 % pripadalo na rozpustné komponenty. Rôzny obsah celulózy ani obe kvantitatívne odlišné dávky hroznových výliskov v diéte sig-

TABUĽKA 1. Vplyv diéty s hroznovými výliskami na hladiny cholesterolu a triacylglycerolov v sére a pečeni potkanov.

TABLE 1. Effect of grape pomace-containing diet on cholesterol and triacylglycerol levels in rat serum and liver.

Parameter ¹		Diéta ²			
		kontrolná s celulórou ³		pokusná s hroznovými výliskami ⁴	
		5 %	15 %	5 %	15 %
Hmotnosť potkanov ⁵	[g]	322 ± 14	322 ± 9	314 ± 8	312 ± 12
Cholesterol ⁶					
sérum ⁷	[mmol.l ⁻¹]	4,16 ± 0,49	4,37 ± 0,37	3,88 ± 0,36	2,00 ± 0,12 ^e
VLDL	[mmol.l ⁻¹]	1,24 ± 0,20	0,72 ± 0,01 ^A	0,42 ± 0,08 ^e	0,37 ± 0,05 ^e
	[%]*	28,1 ± 2,5	14,9 ± 2,0 ^B	11,7 ± 1,1 ^e	17,0 ± 1,3
LDL	[mmol.l ⁻¹]	2,21 ± 0,22	3,20 ± 0,42	2,15 ± 0,36	0,88 ± 0,12 ^e
	[%]*	52,1 ± 2,1	68,7 ± 1,7 ^B	59,7 ± 3,9	40,7 ± 2,9 ^e
HDL	[mmol.l ⁻¹]	0,78 ± 0,06	0,68 ± 0,04	1,03 ± 0,07	0,86 ± 0,05 ^b
	[%]*	19,8 ± 2,5	16,2 ± 2,7	28,6 ± 4,3	42,3 ± 3,9 ^e
pečeň ⁸	[mmol.kg ⁻¹]	444 ± 11	482 ± 19	393 ± 16 ^a	413 ± 25 ^a
Triacylglyceroly ⁹					
sérum	[mmol.l ⁻¹]	0,45 ± 0,04	0,42 ± 0,01	0,35 ± 0,03	0,35 ± 0,01 ^e
pečeň	[mmol.kg ⁻¹]	41,4 ± 4,3	51,1 ± 5,6	36,0 ± 2,5	47,5 ± 3,4

Hodnoty sú priemery ±SEM pre 10 zvierat vo všetkých skupinách.

VLDL, LDL, HDL - veľmi nízkodenzitné, nízkodenzitné a vysokodenzitné lipoproteíny, separované sekvenčnou flotáciou pri $d < 1,006$, $d < 1,063$ a $d < 1,21$ g.ml⁻¹ na ultracentrifúge [24].

* - % z celkového sérového cholesterolu.

a, b, c, d, e - štatistická preukaznosť oproti príslušnej diéte s celulórou: a - $p < 0,05$, b - $p < 0,02$, c - $p < 0,01$, d - $p < 0,002$, e - $p < 0,001$.

A, B - štatistická preukaznosť oproti diéte s 5 % celulórou: A - $p < 0,02$, B - $p < 0,001$.

Values are means ±SEM for 10 animals in each group.

VLDL, LDL, HDL - very-low-density, low-density and high-density lipoproteins, separated with sequential flotation at $d < 1.006$, $d < 1.063$ and $d < 1.21$ g.ml⁻¹, respectively on ultracentrifuge [24].

* - % of total serum cholesterol.

a, b, c, d, e - statistical significance compared to corresponding diet containing cellulose: a - $p < 0.05$, b - $p < 0.02$, c - $p < 0.01$, d - $p < 0.002$, e - $p < 0.001$.

A, B - statistical significance compared to corresponding diet containing 5 % of cellulose: A - $p < 0.02$, B - $p < 0.001$.

1 - parameter, 2 - diet, 3 - control with cellulose, 4 - experimental with grape pomace, 5 - body weight of rats, 6 - cholesterol, 7 - serum, 8 - liver, 9 - triacylglycerols.

nifikantne neovplyvnili finálne telesné hmotnosti zvierat. Zvýšenie obsahu celulózy z 5 na 15 % neovplyvnilo hladiny cholesterolu a triacylglycerolov v sére ani v pečeni. Došlo však k významnej redistribúcii cholesterolu v lipoproteínoch: o 40 % sa znížil obsah cholesterolu v lipoproteínoch s veľmi nízkou denzitou (VLDL) a takmer na polovicu sa znížila ich účasť na transporte sérového cholesterolu. Koncentrácia cholesterolu v nízkodenzitných (LDL) a vysokodenzitných lipoproteínoch (HDL) nebola ovplyvnená. Diéta s 5 % obsahom hroznových výliskov neovplyvnila výraznejšie hladiny cholesterolu a triacylglycerolov v sére a pečeni s výnimkou signifikantného poklesu obsahu cholesterolu v pečeni. Došlo k priaznivej redistribúcii cholesterolu v lipoproteínoch: na tretinu hodnôt kontrolných zvierat sa znížila koncentrácia VLDL-cholesterolu a podiel týchto lipoproteínov na transporte cholesterolu sa znížil takmer o 60 %. O viac ako 40 % (ale štatisticky nepreukazne) sa zvýšil podiel cholesterolu nachádzajúceho sa v HDL. Diéta s 15 % hroznových výliskov mala jednoznačne výrazný hypolipemický efekt: hladina sérového cholesterolu sa znížila o viac ako 50 % a signifikantne sa znížil obsah cholesterolu v pečeni a triacylglycerolov v sére. Zvýraznila sa antiaterogénna redistribúcia cholesterolu v lipoproteínoch: na úkor výrazného poklesu VLDL- a LDL-cholesterolu (o 50 a 70 %) sa takmer o 30 % zvýšila koncentrácia HDL-cholesterolu a takmer na trojnásobok sa zvýšila účasť týchto lipoproteínov na transporte cholesterolu (tab. 1).

Zvýšenie obsahu celulózy v diéte viedlo k poklesu obsahu konjugovaných diénov v plazme o 45 % bez výraznejšieho ovplyvnenia ich obsahu v pečeni. Hroznové výlisky v diéte, výraznejšie pri vyššom obsahu, znížili obsah konjugovaných diénov (o 20 a 40 %) v plazme a pri nižšom obsahu signifikantne i v pečeni. Obsah celulózy v diéte neovplyvnil aktivity superoxiddismutázy, katalázy ani glutatiónperoxidázy v pečeni. Hroznové výlisky pri nižšom obsahu v diéte zvýšili signifikantne (o 38 %) aktivitu glutatiónperoxidázy v pečeni a pri vyššej dávke nepreukazne i aktivitu superoxiddismutázy (tab. 2).

Diskusia

Hypocholesterolemický efekt hroznových výliskov je evidentne dávkovo závislý: nastupuje pri ich obsahu 5 až 15 % v diéte. Pri najvyššej dávke je veľmi výrazný a nastáva pri nej pokles cholesterolemie o viac ako 50 %. Už pri dávke 5 % došlo (z pohľadu extrapolácie výsledkov na patogenézu aterosklerózy) k priaznivej redistribúcii cholesterolu v lipoproteínoch [15,16]: znížila sa koncentrácia cholesterolu potenciálne proaterogénnych VLDL, ako aj ich podiel na transporte cholesterolu. Pri najvyššej, hypocholesterole-

TABUĽKA 2. Vplyv diéty s hroznovými výliskami na obsah konjugovaných diénov v plazme a pečeni a na aktivitu antioxidantných enzýmov v pečeni potkanov.

TABLE 2. Effect of the grape pomace-containing diet on the content of conjugated dienes in plasma and liver and on activity of antioxidant enzymes in liver of rats.

Parameter ¹		Diéta ²			
		kontrolná s celulórou ³		pokusná s hroznovými výliskami ⁴	
		5 %	15 %	5 %	15 %
Konjugované diény ⁵					
plazma ⁶	[d.ml ⁻¹]	0,83 ± 0,04	0,46 ± 0,06	0,67 ± 0,05 ^a	0,24 ± 0,02 ^c
pečeň ⁷	[d.g ⁻¹]	24,1 ± 1,6	26,1 ± 0,8	15,1 ± 1,8 ^d	23,9 ± 0,7
SOD*	[U.mg ⁻¹]	15,7 ± 1,4	15,9 ± 1,4	14,1 ± 1,5	22,1 ± 2,7
KAT*	[U.mg ⁻¹]	25,8 ± 0,9	24,2 ± 0,8	23,8 ± 1,72	24,9 ± 0,9
GSH-PX*	[U.mg ⁻¹]	1,11 ± 0,08	1,16 ± 0,04	1,53 ± 0,11 ^c	1,24 ± 0,08

Hodnoty sú priemery ±SEM pre 10 zvierat vo všetkých skupinách.

* - hodnoty enzýmov sú vyjadrené na mg bielkoviny v pečeni (GSH-PX.10⁻¹).

a, c, d - štatistická významnosť ako v tab. 1.

SOD - superoxiddismutáza, KAT - kataláza, GSH-PX - glutatiónpoxidáza.

Values are means ±SEM for 10 animals in each group.

* - values of enzyme activity are expressed per mg of liver protein (GSH-PX.10⁻¹).

a, d, e - statistical significance (see Table 1).

SOD - superoxiddismutase, KAT - catalase, GSH-PX - glutathionperoxidase, 1 - parameter, 2 - diet, 3 - control with cellulose, 4 - experimental with grape pomace, 5 - conjugated dienes, 6 - plasma, 7 - liver.

micky efektívnej dávke, je antiaterogénna redistribúcia cholesterolu v lipoproteínoch ešte výraznejšia. Okrem spomenutých zmien VLDL-cholesterolu sa u kontrolných zvierat na štvrtinu hodnôt znížila koncentrácia LDL-cholesterolu a poklesol jeho podiel na transporte cholesterolu, zatiaľ čo podiel HDL výrazne stúpol. Na hypocholesterolemickom efekte vlákniny sa podieľa aj jej schopnosť urýchľovať frakčnú katabolickú rýchlosť apo B VLDL i LDL [16]. Obdobná dávková závislosť hypocholesterolemického efektu jablkových výliskov sa zistila u pavianov [17] - až dávka 20 % bola účinná.

Bolo možné predpokladať, že skúmané výlisky z hľadiska vplyvu na hladinu sérového cholesterolu sa môžu uplatniť predovšetkým ako zdroje vlákniny. Je zaujímavé, že k poklesu VLDL-cholesterolu v lipoproteínoch došlo i pri zvýšení podielu celulózy v diéte, hoci hypocholesterolemický efekt a antiaterogénna redistribúcia cholesterolu v lipoproteínoch bývajú pripisované predovšetkým rozpustným formám vlákniny [18]. Nazdávame sa, že

rozhodujúcim krokom v mechanizme hypocholesterolemického efektu hroznových výliskov je prostredníctvom vlákniny viazať žľčové kyseliny, čo obmedzuje tvorbu micel, a tým absorpciu cholesterolu [5]. Vázba na vlákninu zvyšuje exkréciu žľčových kyselín, obmedzuje ich návrat do pečene, čo spätnou väzbou vedie k urýchleniu jeho katabolizmu na úkor syntézy [4,5]. Zatiaľ nie je jasné, či sa na hypocholesterolemickom efekte hroznových výliskov podieľajú (a keď, tak akým mechanizmom) aj nerozpustné komponenty vlákniny. Na ich priaznivý efekt poukázali viaceré epidemiologické [2,3] i experimentálne štúdie - napr. zemiakové šupky, obsahujúce predovšetkým nerozpustnú vlákninu, znižovali u potkana hladinu cholesterolu v sére i v pečeni [19].

Nižšia hladina konjugovaných diénov (primárnych produktov lipoperoxidácie) v plazme pod vplyvom hroznových výliskov môže byť zapríčinená vyššou aktivitou glutatiónperoxidázy v pečeni. Tento enzým je schopný rozkladať organické peroxidy, teda aj lipoperoxidy a pôsobí tak inhibične v iniciačnej fáze peroxidácie lipidov. Na vysvetlenie mechanizmu antioxidačných vlastností vlákniny je zatiaľ nedostatok údajov. Zistilo sa, že lignín (komponent nerozpustnej vlákniny), podobne ako glukány ovocia, zeleniny a húb, môžu pôsobiť ako inaktivatory reaktívnych kyslíkových produktov [6,7].

Vláknina evidentne môže pôsobiť antioxidačne aj iným mechanizmom, neenzýmovo, ako médium pre transport bioaktívnych fytochemikálií (polyfenoly, vitamíny, flavonoidy, karotenoidy a pod.) [20]. Viacerí autori uviedli, že hroznové výlisky sú bohatým zdrojom polyfenolov a vlákniny [21,22] a poukázali na ich vazodilatačné a antioxidačné vlastnosti [23]. Získané výsledky naznačili, že sortiment zdrojov potravinovej vlákniny, doteraz predstavovaný prevažne obilninami, je potenciálne možné rozšíriť o ďalšie zdroje so zaujímavým biologickým efektom. Viacerí autori prichádzajú s návrhmi na obdobné využitie odpadu pri spracovaní tropického ovocia (mango, ananás, grapefruit a i.) [20].

Literatúra

1. LABARTHE, D. R.: Dietary fiber. Further epidemiological support for a high-intake diet dietary pattern. *Circulation*, 94, 1996, s. 2696-2698.
2. TILLOTSON, J. L. - GRANDITS, G. A. - BARTSCH, G. E.: Chapter 11. Relation of dietary fiber to blood lipids in the special intervention and usual groups in the multiple risk factor intervention trial. *American Journal of Clinical Nutrition*, 65 (suppl.), 1997, s. 3275-3376.
3. RIMM, E. B. - ASCHERIO, A. - GIOVANNUCCI, E. - SPIEGELMAN, D. - STAMPFER, M. J. - WILLETT, W. C.: Vegetable, fruit and cereal fiber intake and risk of coronary heart disease among men. *Journal of American Medical Association*, 275, 1996, s. 447-451.

4. JENKINS, D. J. - WOLEVER, T. M. - RAO, A. V.: Effect of blood lipids of very high intake of fiber in diets low in saturated fat and cholesterol. *New England Journal of Medicine*, 329, 1993, s. 21-26.
5. VAHOUNY, G. V. - TOMBES, R. - CASSIDY, M. M.: Dietary fibers. V. Binding of bile salts, phospholipids and cholesterol from mixed micells by bile acid sequestrants and dietary fibers. *Lipids*, 15, 1980, s. 1012-1018.
6. FILIPEK, J.: The effect of mushroom *Pleurotus ostreatus* on the lipid peroxidation of phosphatidylcholine liposomes. *Pharmazie*, 47, 1992, s. 393.
7. LU, F. J. - CHU, L. H. - GAU, R. J.: Free radical scavenging properties of lignin. *Nutrition and Cancer*, 30, 1998, s. 31-38.
8. STEINBERG, D. - PARTHASARATHI, S. - CAREW, T. E.: Mechanism of disease. Beyond cholesterol. (Modifications of low-density lipoprotein that induces atherogenicity). *New England Journal of Medicine*, 320, 1989, s. 915-924.
9. YAMASHITA, S. - YAMASHITA, K. - YASUDA, H.: High-fibre diet in the control of diabetes in rats. *Endocrinology of Japan*, 27, 1980, s. 169-173.
10. LEE, S. C. - PROSKY, L. - DE VRIES, J. W.: Determination of total, soluble, and insoluble dietary fiber in foods - enzymatic-gravimetric method. MES-Tris buffer collaborative study. *Journal of AOAC International*, 75, 1992, s. 395-416.
11. RECKNAGEL, R., - GLENDE, E. A.: Spectrophotometric detection of lipid conjugated dienes. In: *Methods in enzymology*. Ed. Colowick, S. R. - Kaplan, N. O. San Diego, Academic Press 1984, s. 331-337.
12. CAVAROCHI, N. C. - ENGLAND, N. D. - O'BRIEN, J. F.: Superoxide generation during cardiopulmonary bypass - is there a role for vitamin E. *Journal of Surgery Research*, 40, 1986, s. 519-527.
13. PAGLIA, D. E. - VALENTINE, W. N.: Studies on the quantitative and qualitative characterisation of erythrocyte glutathione peroxidase. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, 70, 1978, s. 158-169.
14. BRADFORD, N. N.: A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 1976, s. 248-254.
15. HAVEL, R.: McCollum Award Lecture, 1993: Triglyceride rich lipoproteins and atherosclerosis - new perspectives. *American Journal of Clinical Nutrition*, 59, 1994, s. 795-799.
16. HASSEL, C. A.: Animal models: new cholesterol raising and lowering nutrients. *Current Opinion*, 9, 1998, s. 7-10.
17. SLY, M. R. - ROBBINS, D. J. - WALT, VAN DER: Evaluation of apple pomace as a hypocholesterolemic agent in baboons given a high-fat diet. *Nutrition Report International*, 40, 1989, s. 465-476.
18. ANDERSON, T. P. M.: Ten different dietary fibers have significantly different effect on serum liver lipids of cholesterol fed rats. *Journal of Nutrition*, 124, 1991, s. 78-83.
19. LAZAROV, K. - WERMAN, M. J.: Hypocholesterolemic effect of potato peels as a dietary fibre source. *Medical Science Research*, 24, 1996, s. 581-582.
20. LARAURI, J. L. - RUPÉREZ, P. - SAURA-CALIXTO, F.: Mango peel fibres with antioxidant activity. *Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung*, 205, 1997, s. 39-42.
21. LARRAURI, J. A. - RUPÉREZ, P. - CALIXTO, F. S.: Antioxidant activity of wine pomace. *American Journal of Enology and Viticulture*, 47, 1996, s. 369-372.
22. MARTINCARRON, N. - GARCIAALONSO, A. - GONI, I. - SARACALIXTO, F.: Nutritional and physiological properties of grape pomace as a potential food ingredient. *American Journal of Enology and Viticulture*, 48, 1997, s. 328-332.
23. KANNER, J. - FRANKEL, E. - GRANET, R. - GERMAN, B. - KINSELLA, J. E.: Natural antioxidants in grapes and wines. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 42, 1994, s. 64-69.

24. HAVEL, R. J. - EDER, H. A. - BRAGDON, J. H.: The distribution of ultracentrifugally separated lipoproteins in human serum. *Journal of Clinical Investigation*, 34, 1955, s. 1345-1355.

Do redakcie došlo 24.6.1998.

**Effect of grape pomace-containing diet on serum and liver lipids
and on antioxidation status of rats**

BOBEK, P.: *Bull. potrav. Výsk.*, 37, 1998, p. 189-196.

SUMMARY. A dose-dependent hypocholesterolemic effect of grape pomace added to a diet containing 0.3 % cholesterol was observed in male Wistar rats during a 8-week experiment. The effect was absent when 5 % of grape pomace was added to the diet while the dose of 15 % reduced the serum cholesterol level from 4.4 to 2.0 mmol.l⁻¹. The higher dose of pomace resulted in a significant antiatherogenic lipoprotein profile: cholesterol concentration in very-low-density and low-density lipoproteins decreased by 49 and 73 %, respectively, and cholesterol concentration in high-density lipoprotein increased by 26 %. The contribution of the latter lipoprotein class to the total cholesterol transport increased almost threefold. The content of 15 % grape pomace in the diet significantly reduced cholesterol concentration in liver and triacylglycerol levels in serum. Both types of the grape pomace diets reduced the content of conjugated dienes in plasma and increased the activity of glutathione peroxidase in liver.

KEYWORDS: grape pomace, rat, lipids, conjugated dienes