

EWA ŻARY-SIKORSKA, JERZY JUŚKIEWICZ

**WPLYW FRUKTOOLIGOSACHARYDÓW I POLIFENOLI  
Z CYKORII NA PROCESY FERMENTACYJNE ZACHODZĄCE  
W KOŃCOWYM ODCINKU PRZEWODU POKARMOWEGO  
U SZCZURÓW DOŚWIADCZALNYCH**

Streszczenie

W wykonanym doświadczeniu badano wpływ fruktanów i polifenoli, równocześnie występujących w diecie, na funkcjonowanie końcowego odcinka przewodu pokarmowego u szczurów doświadczalnych. Zastosowano trzy diety, w tym kontrolną zawierającą 7,5 % sacharozy oraz dwie doświadczalne zawierające: 1) 7,9 % komercyjnego preparatu fruktooligosacharydów (FOS) 2) 8,3 % koncentratu FOS uzyskiwanego z korzeni cykorii, który równocześnie wprowadzał do diety polifenole na poziomie 0,05% (FOS+PP). Młode samce rasy Wistar (8 osobników w grupie) otrzymywały paszę *ad libitum* przez 4 tygodnie. Określono indywidualne spożycie paszy oraz przyrost masy ciała. W treści jelita ślepego oznaczano pH, zawartość: suchej masy, amoniaku, białka, lotnych kwasów tłuszczowych (LKT) oraz aktywność enzymów bakteryjnych. Wazono również jelito ślepe z treścią i bez treści.

Nie stwierdzono statystycznie istotnej różnicy pomiędzy grupami pod względem wielkości spożycia paszy oraz przyrostu masy ciała. Spożycie pasz zawierających preparat FOS komercyjny i preparat FOS+PP z korzeni cykorii spowodowało znaczny wzrost masy ściany i treści jelita ślepego ( $P < 0,05$ ) w stosunku do grupy kontrolnej. Istotnie niższe ( $P < 0,05$ ) wartości pH i mniejsze stężenie amoniaku w treści jelita ślepego odnotowano u zwierząt żywionych paszami doświadczalnymi. Badane preparaty istotnie podwyższyły pulę LKT, zwłaszcza istotnie zwiększając zawartość kwasu propionowego i masłowego w przeliczeniu na 100 g masy ciała. W grupie FOS+PP odnotowano istotny wzrost koncentracji LKT w treści jelita ślepego ( $P < 0,05$  vs grupy FOS i K). Diety doświadczalne korzystnie modyfikowały aktywność bakteryjnej  $\beta$ -glukozydazy oraz  $\beta$ -glukuronidazy.

**Słowa kluczowe:** FOS, polifenole, LKT, enzymy bakteryjne, szczur, cykoria

---

*Dr inż. E. Żary-Sikorska, Katedra Technologii Żywności, Wydział Rolnictwa i Biotechnologii, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, ul. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz; dr hab. J. Juśkiewicz, Zakład Biologicznych Funkcji Żywności, Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN w Olsztynie, ul. Tuwima 10, 10-747 Olsztyn*

## Wprowadzenie

W ostatnim dwudziestolecu w społeczeństwach zamożnych obserwuje się coraz silniejszą tendencję do popularyzowania prozdrowotnego stylu życia, w tym związanego z prawidłowym odżywianiem. Tendencja ta wywiera silny wpływ na wzrost zainteresowania składnikami prozdrowotnymi żywności, które wywierają korzystny wpływ na jedną lub więcej funkcji w organizmie, dzięki czemu mogą obniżać ryzyko chorób, poprawiać zdrowie lub samopoczucie [18].

Korzenie cykorii (*Cichorium intybus* L.) stanowią bogate źródło fruktanów, w tym krótkołańcuchowych fruktooligosacharydów (FOS), a także polifenoli, zwłaszcza kwasów dikawoilochinowych oraz kwasu chlorogenowego [12]. Wymienione grupy związków mogą wykazywać wielowymiarowy wpływ na procesy fermentacyjne w końcowym odcinku przewodu pokarmowego, m.in. na aktywność glikolityczną czy zawartość wybranych kwasów tłuszczowych w treści jelita ślepego.

Tematem wielu publikacji naukowych jest badanie fizjologicznej reakcji organizmu w odpowiedzi na spożycie diety zawierającej pojedynczy czynnik doświadczalny, dla przykładu frakcję błonnika pokarmowego lub związki fenolowe [7, 10]. Jednocześnie niewiele prac opisuje skutki równoczesnego podawania wraz z dietą zarówno błonnika pokarmowego, jak i związków fenolowych [11].

Celem podjętych badań było określenie wpływu preparatu uzyskanego z korzeni cykorii, zawierającego zarówno FOS, jak i polifenole na wybrane parametry w końcowym odcinku przewodu pokarmowego u szczurów doświadczalnych.

## Materialy i metody badań

Doświadczenie przeprowadzono na 24 młodych samcach szczurów rasy Wistar (trzy grupy doświadczalne liczące po 8 osobników), przez 4 tygodnie, stosując półsyntetyczne diety: kontrolną (zawierającą 7,5 % sacharozy) (grupa K), doświadczalną z dodatkiem 7,9 % fruktooligosacharydów (grupa FOS, preparat komercyjny - WPCI, Tokio) oraz doświadczalną z dodatkiem 8,3 % koncentratu FOS uzyskiwanego z korzeni cykorii, który równocześnie wprowadzał do diety polifenole na poziomie 0,05 % (grupa FOS+PP). Ilości preparatów były tak dobrane, aby zawartość FOS w diecie wynosiła 7,5 % (tab. 1).

Szczury żywiono *ad libitum*. Zwierzęta przebywały w indywidualnych klatkach, w standardowych warunkach: w temp. 21 - 22 °C, wilgotności względnej powietrza 50 - 70 % oraz intensywnej wentylacji pomieszczeń ( $15 \times h^{-1}$ ). Cykl jasność/ciemność wynosił 12 h/12 h. Dobór zwierząt do doświadczenia oraz warunki ich utrzymania były zgodne z powszechnie obowiązującymi zasadami [16]. W czasie całego doświadczenia kontrolowano spożycie diety i przyrosty masy ciała. W końcowej fazie doświadczenia zwierzęta usypiano przy użyciu 20 % roztworu uretanu (Sigma) w soli fizjologicznej.

Tabela 1

Skład diet [%].

Composition of diets [%].

Składnik Compound	Dieta kontrolna Control diet	Dieta z udziałem FOS Diet containing FOS	Dieta z udziałem FOS+PP Diet containing FOS+PP
Kazeina / Casein	14,8	14,8	14,8
DL-metionina DL-methionine	0,2	0,2	0,2
Sacharoza / Sucrose	7,5	-	-
Celuloza / Cellulose	0,6	0,6	0,6
Olej sojowy / Soybean oil	5,0	5,0	5,0
Smalec / Lard	5,0	5,0	5,0
Cholesterol / Cholesterol	0,5	0,5	0,5
Skł. mineralne / Mineral comp.	3,5	3,5	3,5
Witaminy / Vitamins	2,0	2,0	2,0
Preparat FOS FOS preparation	-	7,9	-
Preparat FOS+PP FOS + PP preparation	-	-	8,3
Skrobia kukurydziana Maize starch	60,9	60,5	60,1

Następnie pobierano krew oraz narządy wewnętrzne. Wypreparowane jelita cienkie, ślepe i okrężnicę ważono i mierzono pH treści jelitowej. Następnie pobierano próbki treści jelita ślepego oraz okrężnicy do oznaczenia zawartości suchej masy treści oraz białka w treści. W treści jelita ślepego określano ponadto aktywność enzymów bakteryjnych oraz zawartość amoniaku i lotnych kwasów tłuszczowych. Amoniak oznaczano metodą Conway'a, polegającą na wyparciu amoniaku z treści jelitowej przez nasycony roztwór węglanu potasu i związanie go przez kwas borowy, a następnie miareczkowanie boranu amonowego kwasem siarkowym wobec wskaźnika Ma Zanzaga. Zawartość białka w próbach oznaczano wg Lowry i wsp. [8]. Aktywność enzymów bakteryjnych oznaczano zmodyfikowaną metodą Andrieux i wsp. [1]. Aktywność  $\beta$ -glukuronidazy,  $\alpha$ - i  $\beta$ -galaktozydazy,  $\alpha$ - i  $\beta$ -glukozydazy mierzono kolorymetrycznie ilością uwolnionego *p*- lub *o*-nitrofenolu z odpowiednich substratów. Zawartość lotnych kwasów tłuszczowych w treści jelita ślepego oznaczano metodą chromatografii gazowej. Próby rozcieńczano wodą dejonizowaną, wirowano przy 10 000 obr./min przez 5 min i supernatantu używano do nastrzykiwania na szczyt kolumny. Do analiz używano chromatografu Schimadzu GC-14A z kolumną szklaną 2,5 m  $\times$  2,6 mm za-

wierającą 10 % SP-1200/1 % H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> na 80/100 Chromosorb WAW. Temperatura kolumny wynosiła 110 °C, temp. detektora FID 180 °C i temp. w komorze nasytunku 195 °C.

Wyniki badań opracowano statystycznie z zastosowaniem jednoczynnikowej analizy wariancji ANOVA i testu Duncana wielokrotnego rozstępu przy  $P \leq 0,05$ .

### **Wyniki i dyskusja**

Zastosowanie w dietach dodatku komercyjnego preparatu FOS oraz koncentratu FOS uzyskiwanego z korzeni cykorii, wprowadzającego do diety frakcję fenolową, nie wywołało istotnych zmian wielkości spożycia pasz oraz przyrostów masy ciała szczurów doświadczalnych (tab. 2). Zbliżone wyniki uzyskano w badaniach, w których również stosowano łącznie w diecie doświadczalnej włókno pokarmowe oraz frakcję fenolową [17, 21]. Nie stwierdzono istotnego wpływu diet doświadczalnych na parametry analizowane w jelicie cienkim. Zawartość w dietach doświadczalnych komercyjnego preparatu błonnikowego i preparatu błonnikowo-fenolowego z cykorii wywołało efekt troficzny w postaci zwiększonej masy ściany oraz treści jelita ślepego (tab. 2), co potwierdziło tezę Zduńczyka i wsp. [21], że jednoczesne spożywanie frakcji fenolowej oraz włókna pokarmowego o właściwościach prebiotycznych optymalizuje przebieg procesów fermentacyjnych w jelicie grubym, które mogą być zaburzone przez frakcję fenolową obecną w diecie.

W grupach doświadczalnych (FOS) i (FOS+PP) odnotowano istotny ( $P < 0,05$ ) wzrost zawartości białka w treści jelita ślepego oraz istotne obniżenie pH oraz koncentracji amoniaku w treści jelita ślepego (tab. 2), który jest wypadkową procesów jego syntezy oraz absorpcji przez bakterie i komórki jelitowe. Równowaga pomiędzy tymi procesami jest szczególnie ważna, gdyż wysoka koncentracja amoniaku może powodować zmiany w metabolizmie i budowie morfologicznej komórek nabłonka jelitowego, prowadząc w efekcie do procesu kancerogenezy [9].

W grupie FOS+PP odnotowano najwyższą koncentracją lotnych kwasów tłuszczowych ogółem, a także kwasu octowego oraz propionowego w treści jelita ślepego ( $P < 0,05$  vs grupy FOS i K) (tab. 3).

Stężenie kwasu izo-masłowego oraz izo-walerianowego w treści jelita ślepego uległo istotnemu zmniejszeniu w obu grupach doświadczalnych, a koncentracja kwasu masłowego uległa istotnemu wzrostowi na skutek zastosowania w dietach komercyjnego preparatu błonnikowego oraz błonnikowo-fenolowego z cykorii (tab. 3). Kwas masłowy, propionowy i octowy mają znaczący wpływ stymulujący procesy proliferacji komórek nabłonka jelit, w tym kwas masłowy odznacza się największą skutecznością, a kwas propionowy najmniejszą [2, 14].

Tabela 2

Parametry fizjologicznego oddziaływania fruktanów.  
Parameters of physiological effect by fructans.

Parametr fizjologiczny Physiological parameter	Dieta kontrolna Control diet	FOS	FOS+PP	SEM
Masa ciała początkowa / Initial body weight [g]	103,2	102,9	103,1	0,85
Masa ciała końcowa / Final body weight [g]	273,1	261,6	276,4	3,40
Przyrost masy ciała / Body weight gain [g]	169,8	158,7	173,3	2,96
Spożycie diety / Consumption of diet [g]	444,3	432,8	457,5	5,87
FCR [g/g]	2,62	2,74	2,65	0,03
pH żołądka / pH of stomach	3,66	3,77	3,56	0,08
pH jelita cienkiego / pH of small intestine	6,02	6,17	6,27	0,09
pH jelita ślepego / pH of caecum	7,15 <sup>a</sup>	6,44 <sup>b</sup>	6,46 <sup>b</sup>	0,11
pH okrężnicy / pH of colon	6,85 <sup>a</sup>	6,48 <sup>b</sup>	6,60 <sup>ab</sup>	0,07
Jelito cienkie: / Small intestine [g/100 g mc]:				
- masa tkanki / weight of tissue	1,688	1,636	1,633	0,07
- masa treści / weight of contents	0,803	1,040	0,898	0,06
Jelito ślepe: / Caecum:				
- masa tkanki / weight of tissue [g/100 g mc]	0,277 <sup>c</sup>	0,542 <sup>a</sup>	0,443 <sup>b</sup>	0,03
- masa treści / weight of contents [g/100 g mc]	1,171 <sup>b</sup>	1,684 <sup>a</sup>	1,738 <sup>a</sup>	0,10
- zawartość suchej masy w treści / content of dry mass in the contents [%]	16,78 <sup>b</sup>	18,79 <sup>a</sup>	17,73 <sup>ab</sup>	0,42
- zawartość amoniaku w treści / content of ammonia in the contents [mg/100 g]	36,97 <sup>a</sup>	29,28 <sup>b</sup>	28,13 <sup>b</sup>	1,22
- zawartość białka w treści / content of protein in the contents [mg/100 g]	0,138 <sup>b</sup>	0,218 <sup>a</sup>	0,254 <sup>a</sup>	0,01
Okrężnica: / Colon				
- masa tkanki / weight of tissue [g/100 g mc]	0,396 <sup>b</sup>	0,519 <sup>a</sup>	0,456 <sup>ab</sup>	0,01
- zawartość suchej masy w treści / content of dry mass in the contents [%]	16,02	16,82	16,58	0,38
- zawartość białka w treści / content of protein in the contents [mg/g]	0,244 <sup>b</sup>	0,349 <sup>a</sup>	0,344 <sup>a</sup>	0,01

Tabela 3

Zawartość kwasów tłuszczowych w treści jelita ślepego [ $\mu\text{mol/g}$  treści] oraz w przeliczeniu na 100 g masy ciała [ $\mu\text{mol}/100$  g mc].

Content of fatty acids in the caecal contents [ $\mu\text{mol/g}$  contents] and converted per 100 g of body weight [ $\mu\text{mol}/100$  g of bw]

Kwas tłuszczowy / Fatty acid	Dieta kontrolna Control diet	FOS	FOS+PP	SEM
[ $\mu\text{mol/g}$ treści / contents]				
Octowy / Acetic	60,05 <sup>ab</sup>	57,06 <sup>b</sup>	65,99 <sup>a</sup>	1,71
Propionowy / Propionic	17,13 <sup>b</sup>	18,34 <sup>b</sup>	25,50 <sup>a</sup>	1,23
Izo-masłowy / Isobutyric	0,81 <sup>a</sup>	0,32 <sup>b</sup>	0,37 <sup>b</sup>	0,07
Masłowy / Butyric	8,16 <sup>b</sup>	13,27 <sup>a</sup>	12,18 <sup>a</sup>	0,64
Izo-walerianowy / Isovaleric	1,47 <sup>a</sup>	0,88 <sup>b</sup>	0,79 <sup>b</sup>	0,09
Walerianowy / Valeric	1,49	1,32	1,27	0,09
Ogółem / Total	89,12 <sup>b</sup>	91,19 <sup>b</sup>	106,08 <sup>a</sup>	2,69
[ $\mu\text{mol}/100$ g mc / bw]				
Octowy / Acetic	69,36 <sup>b</sup>	98,05 <sup>ab</sup>	112,24 <sup>a</sup>	6,70
Propionowy / Propionic	19,50 <sup>b</sup>	31,73 <sup>a</sup>	44,58 <sup>a</sup>	3,39
Izo-masłowy / Isobutyric	0,88	0,49	0,63	0,08
Masłowy / Butyric	9,95 <sup>b</sup>	22,39 <sup>a</sup>	21,04 <sup>a</sup>	1,68
Izo-walerianowy / Isovaleric	1,74	1,41	1,36	0,14
Walerianowy / Valeric	1,69	2,39	2,24	0,25
Ogółem / Total	103,12 <sup>b</sup>	156,45 <sup>a</sup>	182,10 <sup>a</sup>	11,39

Zastosowanie preparatu FOS oraz FOS+PP w dietach istotnie ( $P < 0,05$ ) zwiększyło produkcję (pulę) LKT w jelicie ślepy, w tym kwasu propionowego oraz masłowego w przeliczeniu na 100 g masy ciała ( $\mu\text{mol}/100$  g mc) (tab. 3). W przypadku niestrawnych oligo- i polisacharydów wskazuje się, że pula LKT, która uwzględnia ilość treści w jelicie, bardziej precyzyjnie i lepiej opisuje procesy fermentacyjne w jelitach [4, 22]. Zmniejszenie stężenia amoniaku w treści jelita ślepego, a także stwierdzony wzrost koncentracji oraz puli LKT w jelicie ślepy świadczą o korzystnym wpływie zastosowanego preparatu FOS+PP z cykorii na procesy fermentacyjne prowadzone przez mikroflorę jelitową. Jednym ze skutków wzrostu koncentracji LKT jest odnotowane w przeprowadzonym doświadczeniu zakwaszenie treści jelitowej w końcowych odcinkach przewodu pokarmowego w grupach doświadczalnych, co stanowi czynnik ochronny przed niepożądanymi zmianami w biodostępności toksycznych produktów

przemian metabolicznych, a także jest czynnikiem limitującym rozwój niekorzystnej mikroflory jelit [5, 19].

Diety doświadczalne wpłynęły na istotne ( $P < 0,05$  vs K) obniżenie aktywności bakteryjnej  $\beta$ -glukozydazy oraz  $\beta$ -glukuronidazy w treści jelita ślepego (tab. 4). Poziom aktywności drugiego z wymienionych enzymów jest ważnym biomarkerem podwyższonego ryzyka wystąpienia chorób nowotworowych [15].

Tabela 4

Aktywność glikolityczna w treści jelita ślepego [U/g treści].  
Glycolytic activity in the caecal contents [U/g contents].

Enzymy jelita ślepego Enzymes in caecum	Dieta kontrolna Control diet	FOS	FOS+PP	SEM
$\alpha$ -glukozydaza / $\alpha$ -glycosidase	0,81	1,12	0,96	0,08
$\beta$ -glukozydaza / $\beta$ - glycosidase	0,25 <sup>a</sup>	0,11 <sup>b</sup>	0,16 <sup>b</sup>	0,02
$\alpha$ -galaktozydaza / $\alpha$ -galactosidase	0,35	0,35	0,38	0,04
$\beta$ -galaktozydaza / $\beta$ - galactosidase	2,24	3,99	3,05	0,42
$\beta$ -glukuronidaza / $\beta$ -glucuronidase	0,97 <sup>a</sup>	0,67 <sup>b</sup>	0,77 <sup>b</sup>	0,08

Jednocześnie zastosowane preparaty doświadczalne nie wywołały istotnych zmian aktywności pozostałych oznaczonych enzymów ( $\alpha$ -glukozydazy,  $\alpha$ -galaktozydazy,  $\beta$ -galaktozydazy) (tab. 4). Oddziaływanie polifenoli na aktywność glikolityczną mikroflory jelitowej może być silnie zróżnicowane, od hamującego [3], poprzez neutralny, do silnie promującego [6] przy jednocześnie dobrze udokumentowanym, pozytywnym oddziaływaniu prebiotycznych fruktanów na aparat enzymatyczny mikroflory jelitowej [13, 20].

### Wnioski

1. Zastosowany dodatek preparatu błonnikowo-fenolowego z cykorii do diety nie spowodował ograniczenia pozytywnego wpływu FOS na ekosystem przewodu pokarmowego szczurów doświadczalnych.
2. Istotny wzrost stężenia oraz puli lotnych kwasów tłuszczowych w jelicie ślepym, przy jednoczesnym spadku koncentracji amoniaku w treści jelita ślepego, świadczy o korzystnym wpływie stosowanego preparatu błonnikowo-fenolowego uzyskiwanego z korzeni cykorii na procesy fermentacyjne prowadzone przez mikroflorę jelitową.
3. Diety doświadczalne korzystnie modyfikowały aktywność bakteryjnej  $\beta$ -glukozydazy oraz  $\beta$ -glukuronidazy.

*Praca została wykonana w ramach grantu P06T00730.*

### Literatura

- [1] Andrieux C., Pacheco E.D., Bouchet B., Gallan D., Szylił O.: Contribution of the digestive tract microflora to amyloamylase starch degradation in the rat. *Br. J. Nutr.*, 1992, **67**, 489-499.
- [2] Blottière H.M., Buecher B., Galmiche J.P., Cherbut Ch.: Molecular analysis of the effect of short-chain fatty acids on intestinal cell proliferation. *Proc. Nutr. Society*, 2003, **62**, 101-106.
- [3] Bravo L., Saura-Calixto F., Goni I.: Effects of dietary fibre and tannins from apple pulp on the composition of faeces in rats. *Br. J. Nutr.*, 1992, **67**, 463-473.
- [4] Campbell J.M., Fahey Jr. G.C., Wolf B.W.: Selected indigestible oligosaccharides affect large bowel mass, cecal and fecal short-chain fatty acids, pH and microflora in rats. *J. Nutr.*, 1997, **127**, 130-136.
- [5] Galisteo M., Duarte J., Zarzuelo A.: Effects of dietary fibers on disturbances clustered in the metabolic syndrome. *J. Nutr. Biochem.*, 2008, **19**, 71-84.
- [6] Goñi I., Jimenez-Escrig A., Gudiel M., Saura-Calixto F.: Artichoke (*Cynara scolymus* L.) modifies bacterial enzymatic activities and antioxidant status in rat cecum. *Nutr. Res.*, 2005, **25**, 607-615.
- [7] Li D., Kim J., Jin Z., Zhou J.: Prebiotic effectiveness of inulin extracted from edible burdock. *Anaerobe.*, 2008, **14**, 29-34.
- [8] Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J.: Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 1951, **193**, 265-275.
- [9] Lynch M.B., Sweeney T., Callan J.J., O'Doherty J.V.: The effect of dietary crude protein concentration and inulin supplementation on nitrogen excretion and intestinal microflora from finisher pigs. *Livestock Science*, 2007, **109**, 204-207.
- [10] Manach C., Mazur A., Scalbert A.: Polyphenols and prevention of cardiovascular diseases. *Current Opinions in Lipidology*, 2005, **16**, 77-84.
- [11] Martin-Carrón N., Saura-Calixto F., Goñi I.: Effect of dietary fibre- and polyphenol-rich grape products on lipidaemia and nutritional parameters in rats. *J. Sci. Food Agric.*, 2000, **80**, 1183-1188.
- [12] Mulinacci N., Prucher D., Peruzzi M., Romani A., Pinelli P., Giaccherini C., Vincieri F.F.: Commercial and laboratory extracts from artichoke leaves: estimation of caffeoyl esters and flavonoidic compounds. *J. Pharm. Biomed. Analysis*, 2004, **34**, 349-357.
- [13] Mussatto S.I., Mancilha I.M.: Non-digestible oligosaccharides: a review. *Carbohydrate Polymers*, 2007, **68**, 587-597.
- [14] Pellikaan W.F., Verdonk J.M.A.J., Shim S.B., Verstegen M.W.A.: Adaptive capacity of faecal microbiota from piglets receiving diets with different types of inulin-type fructans. *Livestock Science*, 2007, **108**, 178-181.
- [15] Pool-Zobel B., Van Loo J., Rowland I., Roberfroid M.B.: Experimental evidences on the potential of prebiotic fructans to reduce the risk of colon cancer. *Br. J. Nutr.*, 2002, **87**, 273-281.
- [16] Rakowska M., Szkiłładziowa W., Kunachowicz H.: Wartość biologiczna białka żywności. WNT, Warszawa 1978.
- [17] Schmidt B., Nebojsa, Poulev A., Raskin I.: Toxicological evaluation of a chicory root extract. *Food Chem. Toxicol.*, 2007, **45**, 1131-1139.
- [18] Sibbel A.: The sustainability of functional foods. *Social Sci. Med.*, 2007, **64**, 554-561.
- [19] Topping D.L., Clifton P.M.: Short-chain fatty acids and human colonic function: roles of resistant starch and nonstarch polysaccharides. *Physiological Reviews*, 2001, **81**, 1031-1064.
- [20] Tuohy K.M., Rouzaud G.C.M., Brück W.M., Gibson G.R.: Modulation of the human gut microflora towards improved health using prebiotics – assessment of efficacy. *Current Pharmaceutical Design*, 2005, **11**, 75-90.



- [21] Zduńczyk Z., Juśkiewicz J., Estrella I.: Cecal parameters of rats fed diets containing grapefruit polyphenols and inulin as single supplements or in a combination. *J. Nutr.*, 2006, **22**, 898-904.
- [22] Zduńczyk Z., Juśkiewicz J., Wróblewska M., Król B.: Physiological effects of lactulose and inulin in the caecum of rats. *Arch. Anim. Nutr.*, 2004, **58**, 89-98.

**EFFECT OF FRUCTOOLIGOSACCHARIDES AND PHENOLS FROM CHICORY ON  
FERMENTATION PROCESSES ONGOING IN FINAL SECTION OF ALIMENTARY TRACT  
IN EXPERIMENTAL RATS**

S u m m a r y

In the experiment accomplished, the effect was studied of fructans and polyphenols, concurrently occurring in a diet, on the functioning of the final section of alimentary tract in experimental rats. Three diets were applied: one control diet (K) with 7.5 % of sucrose and two experimental diets containing: 1) 7.9 % of commercial fructooligosacharride preparation (FOS) and 2) 8.3 % of FOS concentrate made from chicory roots that also enriched the diet with 0.05 % of polyphenols (FOS+PP). Young male Wistar rats (8 rats per group) were *ad libitum* fed for 4 weeks. The individual feed consumption level and body weight gains of rats were determined. In the caecal contents, the following parameters were measured: pH, dry matter, ammonia, Lowry's protein, volatile fatty acids (VFA), and activity of bacterial enzymes. Also, the caecum with and without contents was weighed.

No statistically significant differences were found between the groups as regards the feed consumption level and body weight gains in rats. The consumption level of feed products containing commercial FOS and the FOS+PP preparation made from chicory roots caused the weight of caecum wall and of its contents to significantly increase ( $P < 0.05$ ) compared to the control group. Significantly lower ( $P < 0.05$ ) pH values and a lower ammonia concentration in the caecal contents were found in the animals fed with experimental diets. The preparations analysed significantly increased the SCFA quota, especially, they significantly increased the content of propanoic acid and butyric acid when converted to 100 g of body weight. In the FOS+PP group, a significant increase in the concentration of VFA was found in the caecal contents ( $P < 0.05$  vs FOS and K). The experimental diets beneficially modified the activity of bacterial  $\beta$ -glucosidase and  $\beta$ -glucuronidase.

**Key words:** FOS, polyphenols, SCFA, bacterial enzymes, rat, chicory ☒