

Dagmara Orzel, Monika Bronkowska, Małgorzata Kapelko<sup>1</sup>, Jadwiga Biernat

## WPŁYW SKROBI OPORNEJ RS4 W DIETACH O ZRÓŻNICOWANEJ ZAWARTOŚCI BIAŁKA NA WYBRANE WSKAŹNIKI BIOCHEMICZNE KRWI SZCZURÓW\*

Katedra Żywienia Człowieka Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu

Kierownik: prof. dr hab. J. Biernat

<sup>1</sup> Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa

Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu

Kierownik: dr hab. inż. J. Błażewicz prof. nadz.

*Celem pracy była ocena wpływu preparatu skrobi odpornej RS4 dodawanego do diet o zróżnicowanej zawartości białka i wapnia na wybrane wskaźniki biochemiczne krwi szczurów rasy Wistar. W surowicy krwi za pomocą testów biochemicznych firmy BioSystems oznaczono zawartość glukozy, cholesterolu całkowitego, cholesterolu HDL i LDL oraz triglicerydów. Stwierdzono istotny statystycznie wpływ podawania w paszy preparatu skrobi odpornej RS4 na obniżenie poziomu triglicerydów w surowicy krwi zwierząt. Największy spadek zawartości triglicerydów (o ok. 54%) stwierdzono w grupach III+RS4 i IV+RS4.*

Słowa kluczowe: białko, wskaźniki gospodarki lipidowej, wskaźniki gospodarki węglowodanowej, skrobia RS4, szczury rasy Wistar.

Key words: protein, biochemical blood parameters, RS4 resistant starch, Wistar rats.

Skrobia jest głównym materiałem zapasowym roślin oraz makroskładnikiem wielu środków spożywczych. Stanowi najważniejsze źródło energii w diecie człowieka, a jej udział w całkowitym spożyciu węglowodanów wynosi 50–70% (1, 2).

Skrobia jest polisacharydem złożonym z cząsteczek glukozy połączonych wiązaniami glikozydowymi. Zbudowana jest z dwóch frakcji: amylozy i amylopektyny. Amyloza to frakcja liniowa o średnim stopniu polimeryzacji, w której reszty glukozy połączone są wiązaniami  $\alpha$ -1,4 glikozydowymi. Amylopektyna stanowi frakcję o wysokim stopniu polimeryzacji. W jej strukturze w miejscu rozgałęzień występują boczne łańcuchy  $\alpha$ -1,6 glikozydowe. Łańcuchy amylozy zwinięte są w podwójną spiralę, a sześć takich spirali tworzy strukturę krystaliczną (2, 3).

W badaniach *in vivo* wykazano, że pewna ilość skrobi nie ulega trawieniu i w formie niezmienionej dociera do jelita grubego. Frakcję tę nazwano skrobią oporną (RS) (3, 4). Wraz z oligosacharydami oraz nieskrobiowymi polisacharydami została ona zakwalifikowana do grupy niestrawnych węglowodanów (4).

---

\* Praca finansowana ze środków na naukę w latach 2008–2011 jako projekt badawczy.

Skrobia oporna RS4 to chemicznie (np. przez oksydację lub estryfikację) oraz fizycznie (przez działanie termiczne) modyfikowana skrobia. Modyfikacja chemiczna polega na wprowadzeniu do łańcuchów skrobi różnych podstawników, które wiążą się z resztami glukozy, utrudniają działanie enzymów poprzez uniemożliwienie powstania kompleksu enzym – substrat; oporność skrobi na  $\alpha$ -amylazy w czasie modyfikacji chemicznej zwiększa się wraz ze wzrostem stopnia podstawienia i liczby przeprowadzonych modyfikacji, w czasie ogrzewania skrobi z dodatkiem lub bez zachodzi jej dekstrynizacja; oporność powstałych dekstryn wzrasta wraz ze stopniem procesu dekstrynizacji i czasem jej trwania (5). Skrobia oporna RS4 jest typem skrobi najczęściej używanym jako dodatek w przemyśle spożywczym w celu poprawy technologicznych właściwości żywności przetworzonej (1).

Spożywanie skrobi odpornej wywiera pozytywny wpływ na funkcjonowanie organizmu, m.in. ogranicza przyrost masy ciała, powoduje korzystne zmiany w gospodarce lipidowej i węglowodanowej, poprawia stan układu krążenia. RS ma podobne działanie jak rozpuszczalne frakcje błonnika pokarmowego, jest słabo trawiona w jelicie cienkim, a w jelicie grubym ulega fermentacji przy udziale bakterii *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*. W efekcie powstają produkty gazowe (wodór, metan) oraz krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe SCFA (propionowy, masłowy, octowy) (6, 7).

Skrobia oporna, jako aktywny biologicznie składnik żywności, posiada wiele korzystnych cech przyczyniających się do poprawy fizjologicznych funkcji organizmów zwierząt i ludzi. Podawanie jej wraz z dietą wpływa pozytywnie na profil lipidowy krwi oraz glikemiczną odpowiedź organizmu. Skrobia oporna wpływa także na wiele innych czynników odpowiedzialnych za prawidłowe funkcjonowanie przewodu pokarmowego (5, 6).

Celem badań była ocena wpływu preparatu skrobi odpornej typu RS4 dodanego do diet o zróżnicowanej zawartości białka i wapnia na wybrane wskaźniki biochemiczne krwi szczurów rasy Wistar.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na 64 samcach szczurów rasy Wistar o średniej początkowej masie ciała 250 g. Szczury pochodziły ze zwierzątami Zakładu Anatomii Patologicznej Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu i zostały losowo podzielone na 8 grup (po 8 szt./grupę), uwzględniając rodzaj spożywanych diet. Zwierzęta umieszczono w pomieszczeniu z naturalnym oświetleniem, temp. ok. 22°C i wilgotności ok. 60%. Na wykonanie badań uzyskano zgodę Lokalnej Komisji Etycznej ds. Doświadczeń na Zwierzętach przy Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu.

Każda grupa zwierząt otrzymywała inny rodzaj paszy. W tab. I przedstawiono skład poszczególnych diet. W trakcie eksperymentu grupy I i IA karmione były syntetycznymi dietami AIN-93M, zawierającymi 100% zalecanej ilości białka oraz wapnia. Pozostałym grupom podawano syntetyczną paszę (AIN – 93M), w której zmodyfikowano zawartość białka i wapnia:

- grupy II, II+RS – dieta o 100% zalecanej zawartości białka i 50% zalecanej zawartości wapnia,

- grupy III, III+RS – dieta o 50% zalecanej zawartości białka i 100% zalecanej zawartości wapnia,
- grupy IV, IV+RS – dieta o 50% zalecanej zawartości białka i 50% zalecanej zawartości wapnia.

W paszy zwierząt z grup I+RS, II+RS, III+RS, IV+RS część skrobi pszennej zastąpiono 10% dodatkiem preparatu skrobi odpornej typu RS4 (o oporności 45%), wyprodukowanym w Katedrze Technologii Rolnej i Przechowalnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Tab e l a I. Skład diet doświadczalnych

Tab l e I. Quantitative composition of the experimental diets

Składnik	Zawartość składników w dietach (g/kg diety)							
	I	II	III	IV	I+RS4	II+RS4	III+RS4	IV+RS4
Skrobia pszenna	620,7	620,7	690,7	690,7	520,7	520,7	590,7	590,7
Sacharoza	100	100	100	100	100	100	100	100
Kazeina	140	140	70	70	140	140	70	70
Olej sojowy	40	40	40	40	40	40	40	40
Celuloza	50	50	50	50	50	50	50	50
Mieszanka mineralna AIN-93M-MX o zawartości wapnia – 5000 mg/kg	35	–	35	–	35	–	35	–
Mieszanka mineralna AIN-93M-MX o zawartości wapnia – 2500 mg/kg	–	35	–	35	–	35	–	35
Mieszanka witaminowa stała	10	10	10	10	10	10	10	10
Mieszanka witaminowa płynna:								
Witamina A, $\mu\text{g}/\text{kg}$	1212	1212	1212	1212	1212	1212	1212	1212
Witamina D3, $\mu\text{g}/\text{kg}$	25	25	25	25	25	25	25	25
Witamina E, $\text{mg}/\text{kg}$	50	50	50	50	50	50	50	50
Cysteina	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Cholina	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Preparat skrobi odpornej typu RS4 o oporności 45%	–	–	–	–	100	100	100	100

Zwierzęta otrzymywały eksperymentalne diety przez 5 tygodni. Przyrosty masy ciała kontrolowano raz w tygodniu, a spożycie paszy i wody, co drugi dzień. Zwierzęta miały nieograniczony dostęp do paszy i wody. Po zakończeniu doświadczenia żywieniowego zwierzęta usypiano ketonalem, pobierano krew z serca. Oznaczenia wartości hematokrytu i stężenia hemoglobiny wykonane zostały w krwi pełnej za pomocą analizatora hematologicznego ADC Vet. Kontrolna surowica ludzka stanowiła odnośnik. Analizator wyposażony był w karty magnetyczne, dzięki czemu możliwe było odczytanie wartości referencyjnych dla poszczególnych szczurów. Zawartość glukozy, cholesterolu całkowitego i frakcji HDL-cholesterolu oraz triglicerydów oznaczano w surowicy krwi za pomocą testów firmy BioSystems.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie za pomocą programu komputerowego Statistica 9.0 PL. Wpływ preparatu skrobi odpornej typu RS4 w dietach o róż-

nicowanej zawartości białka i wapnia na wskaźniki biochemiczne krwi szczurów doświadczalnych oceniono metodą jednokierunkowej analizy wariancji ANOVA. Do testowania różnic między wartościami średnimi wykorzystano test Duncana, przyjmując poziom istotności  $p \leq 0,05$ . W tabelach i na rycinach małymi literami (a, b, c) oznaczono grupy jednorodnie statystycznie ze względu na testowane interakcje wskaźników biochemicznych z zastosowanym preparatem skrobi opornej w dietach o zróżnicowanej zawartości białka i wapnia.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W tab. II przedstawiono średnie spożycie paszy i przyrosty masy ciała. Średnie spożycie paszy w grupach karmionych dietami bez dodatku skrobi opornej mieściło się w zakresie 25,1–28,3 g/dobę. We wszystkich grupach zwierząt nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w spożyciu paszy. Nie wykazano istotnego wpływu skrobi opornej RS4 na zmniejszenie przyrostów masy ciała badanych zwierząt w czasie trwania eksperymentu. Średnie przyrosty masy ciała w grupach zwierząt I, II, I+RS4 i II+RS4 wahały się w zakresie 168,75–188,75 g/szczura. Podawanie szczurom diety niskobiałkowej bez dodatku lub z 10% dodatkiem preparatu skrobi opornej RS4 (grupy III, IV, III+RS4, IV+RS4) spowodowało niższy o ok. 25% średni przyrost masy ciała w porównaniu do grup zwierząt otrzymujących dietę o zbilansowanej zawartości białka (I, II).

Tab e l a II. Średnie spożycie paszy i przyrosty masy ciała w badanych grupach zwierząt

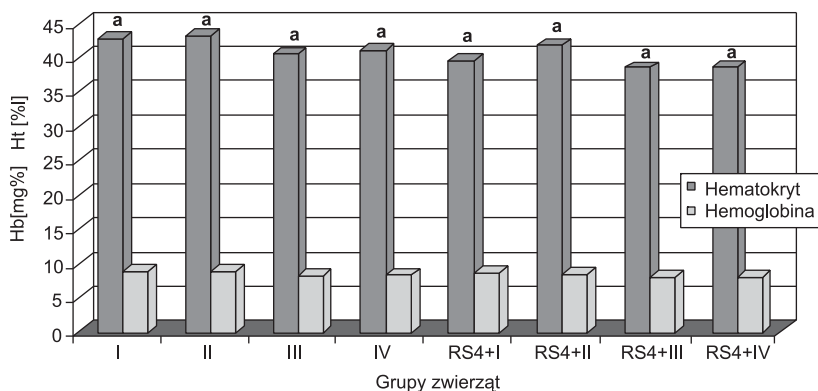
Table II. Mean feed intake and body weight gain in the study groups of animals

Grupy zwierząt	Spożycie paszy g/dzień/szczura	Przyrost masy ciała g/6 tygodni/szczura
	$\bar{x}_{sr} \pm SD$	$\bar{x}_{sr} \pm SD$
I (n=8)	27,7(a)	182,50 $\pm$ 22,52(a)
II (n=8)	28,1(a)	178,75 $\pm$ 23,57(a)
III (n=8)	25,9(a)	131,25 $\pm$ 16,42(b)
IV (n=8)	28,3(a)	147,50 $\pm$ 30,59(b)
I+RS4 (n=8)	25,1(a)	168,75 $\pm$ 19,59(a)
II+RS4 (n=8)	26,2(a)	188,75 $\pm$ 30,91(a)
III+RS4 (n=8)	26,4(a)	136,25 $\pm$ 24,46(b)
IV+RS4 (n=8)	25,8(a)	140,00 $\pm$ 22,91(b)

Wartości hematokrytu we wszystkich grupach zwierząt wahały się w zakresie 38,49–43,26%. Średnie stężenie hemoglobiny we wszystkich grupach zwierząt wynosiło od 8,06 mg/dl do 8,88 mg/dl. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w stężeniach Hb i Ht pomiędzy poszczególnymi grupami zwierząt (ryc. 1).

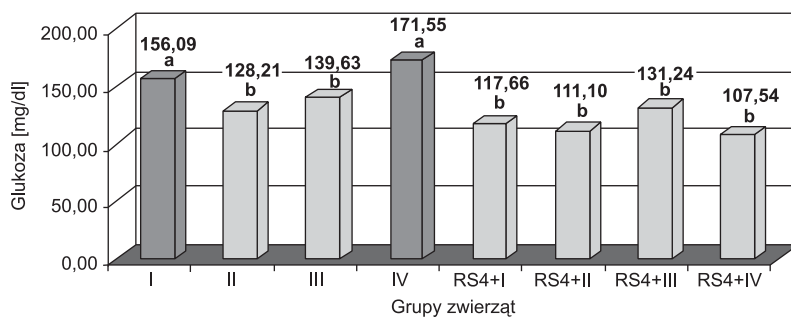
Średnie stężenia glukozy w surowicy zwierząt wahały się w zakresie 107,54–171,55 mg/dl. We wszystkich grupach szczurów, z wyjątkiem grupy otrzymującej paszę o obniżonej zawartości białka i wapnia (IV), stwierdzono istotne sta-

tystycznie obniżenie poziomu glukozy w surowicy krwi. Grupy zwierząt, którym podawano preparat skrobi opornej RS4 miały niższe o ok. 25% stężenie glukozy w surowicy krwi w stosunku do grupy kontrolnej (I). W grupie zwierząt karmionych paszą o 100% zalecanej ilości białka i o obniżonej zawartości wapnia (II) stwierdzono spadek o ok. 18% poziomu glukozy w surowicy krwi zwierząt w porównaniu do grupy kontrolnej (I). Najmniejszy spadek stężenia glukozy w surowicy krwi (o ok. 10% w porównaniu do grupy kontrolnej) stwierdzono w grupie szczurów karmionych dietą niskobiałkową (III) (ryc. 2).



Ryc. 1. Średnie wartości hematokrytu (Ht) i hemoglobiny (Hb) w krwi badanych szczurów.

Fig. 1. Mean values of hematocrit (Ht) and hemoglobin (Hb) in the blood of rats.

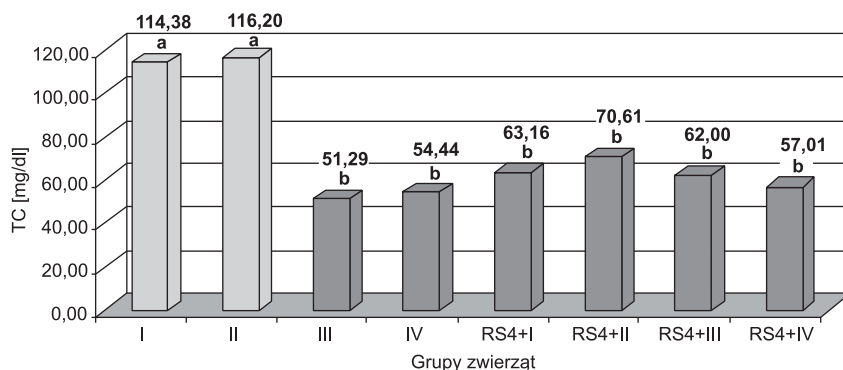


Ryc. 2. Średnie zawartości glukozy w surowicy krwi badanych szczurów.

Fig. 2. Mean values of glucose in the blood serum of rats.

Na ryc. 3 przedstawiono średnie zawartości cholesterolu całkowitego w surowicy krwi badanych grup szczurów, które wahały się w zakresie 51,29–116,20 mg/dl. Dodatek preparatu skrobi opornej RS4 do diet zwierząt doświadczalnych spowodował obniżenie poziomu cholesterolu w surowicy krwi o ok. 45% w stosunku do grupy kontrolnej (I). W surowicy krwi zwierząt III i IV, karmionych dietami niskobiałkowymi bez dodatku preparatu skrobi opornej, stwierdzono największy spadek

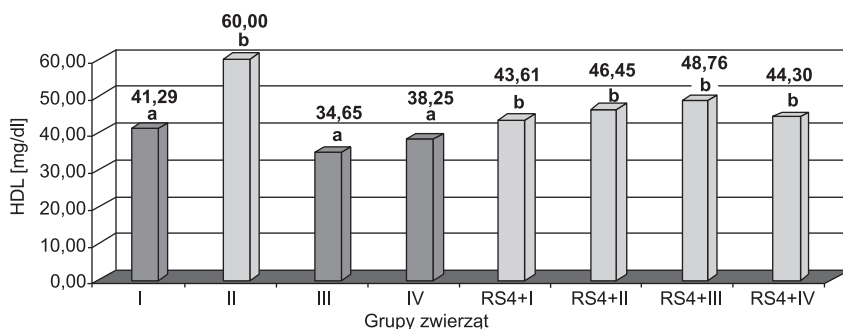
zawartości cholesterolu całkowitego (o 54%). Nie stwierdzono statystycznie istotnych zmian stężenia cholesterolu w surowicy krwi szczurów, otrzymującej paszę o obniżonej zawartości wapnia i 100% zalecanej ilości białka (grupa II) w porównaniu do grupy I.



Ryc. 3. Średnie zawartości cholesterolu całkowitego (TC) w surowicy krwi badanych szczurów.

Fig. 3. Mean values of total cholesterol (TC) in the blood serum of rats.

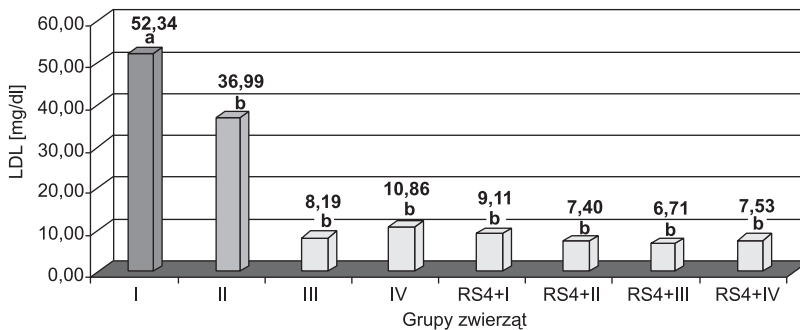
Na ryc. 4 przedstawiono średnie zawartości cholesterolu HDL w surowicy krwi badanych zwierząt, które wahały się w zakresie 34,65–60,00 mg/dl. W grupach szczurów karmionych dietami z dodatkiem preparatu skrobi opornej RS4 średnie stężenie cholesterolu HDL wynosiło 45,78 mg/dl i było o ok. 11% większe w porównaniu z grupą kontrolną. W grupie zwierząt (II), otrzymującej paszę o 100% zalecanej ilości białka oraz o obniżonej zawartości wapnia zaobserwowano zwiększenie o ok. 50% stężenia cholesterolu HDL w surowicy krwi w porównaniu do grupy I. Nie stwierdzono statystycznie istotnych zmian w zawartości cholesterolu HDL w surowicy krwi zwierząt, którym podawano diety niskobiałkowe (z grup III i IV).



Ryc. 4. Średnie zawartości cholesterolu HDL w surowicy krwi badanych szczurów

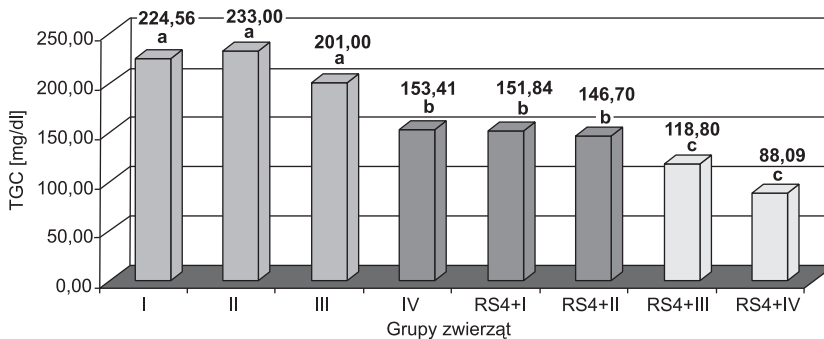
Fig. 4. Mean values of cholesterol HDL in the blood serum of rats

Na ryc. 5 przedstawiono średnie zawartości cholesterolu LDL w surowicy krwi szczurów doświadczalnych, które wahały się w zakresie 6,71–52,34 mg/dl. Podawanie zwierzętom doświadczalnym wraz z dietą preparatu skrobi opornej RS4 obniżyło o ok. 85% poziom cholesterolu LDL w surowicy krwi szczurów w porównaniu z grupą kontrolną. Średnie zawartości cholesterolu LDL w tych grupach wynosiły od 6,71 do 9,11 mg/dl. W grupach zwierząt karmionych dietą niskobiałkową (III i IV) średnia zawartość cholesterolu LDL wynosiła 9,52 mg/dl i była o ok. 82% niższa w stosunku do grupy kontrolnej. Zwierzęta, otrzymujące paszę o obniżonej zawartości wapnia oraz o 100% zalecanej ilości białka (grupa II) miały o 29% niższe stężenie cholesterolu LDL w surowicy krwi w porównaniu do grupy I.



Ryc. 5. Średnie zawartości cholesterolu LDL w surowicy krwi badanych szczurów.

Fig. 5. Mean values of cholesterol LDL in the blood serum of rats.



Ryc. 6. Średnie zawartości tri glicerydów (TGC) w surowicy krwi badanych szczurów.

Fig. 6. Mean values of triglycerides in the blood serum of rats.

Na ryc. 6 przedstawiono średnie zawartości triglicerydów (TGC) w surowicy krwi badanych grup szczurów, które wahały się w zakresie od 88,09 do 224,56 mg/dl. Stwierdzono istotny statystycznie wpływ podawania w paszy preparatu skrobi opornej RS4 na obniżenie poziomu triglicerydów w surowicy krwi zwierząt. Największy spadek zawartości triglicerydów (o ok. 54%) stwierdzono w grupach III+RS4 i IV+RS4, karmionych dietą niskobiałkową z dodatkiem preparatu skrobi opornej.

nej. O ok. 43% stwierdzono obniżenie zawartości TGC w surowicy krwi zwierząt, otrzymujących w paszy preparat skrobi opornej, 100% zalecanej ilości białka oraz zróżnicowaną zawartość wapnia (z grup I+RS4 i II+RS4). U zwierząt, karmionych dietą o niskiej zawartości białka i wapnia (grupa IV) stwierdzono o ok. 32% niższy poziom TGC w surowicy krwi w porównaniu z grupą kontrolną (I). W pozostałych grupach zwierząt (II i III) nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic w zawartości TGC w surowicy krwi.

W niniejszej pracy dokonano oceny wpływu preparatu skrobi opornej RS4 dodawanego do diet o zróżnicowanej zawartości białka i wapnia na wybrane wskaźniki biochemiczne krwi szczurów doświadczalnych. Spożycie badanej skrobi opornej typu RS4 pozytywnie korelowało z poprawą profilu lipidowego organizmu, powodując istotne obniżenie stężenia triglicerydów oraz wzrost stężenia cholesterolu frakcji HDL w surowicy krwi. Wyniki uzyskane w niniejszej pracy są zbliżone do danych z innych badań, potwierdzających korzystny wpływ RS na metabolizm tłuszczów, w tym cholesterolu całkowitego, LDL, HDL, VLDL i triglicerydów u zwierząt doświadczalnych (8, 9, 10).

Wyniki uzyskane w niniejszej pracy, dotyczące stężenia hematokrytu i hemoglobiny są zbliżone do danych z innych badań. W badaniach innych autorów również nie wykazano istotnego wpływu dodatku skrobi opornych do diet zwierząt na poziom hemoglobiny i hematokrytu w krwi zwierząt. Nie wykazano istotnego wpływu 5% dodatku skrobi opornych RS4 (chemicznie i fizycznie modyfikowanych skrobi ziemniaczanych) do paszy na poziom hemoglobiny i hematokrytu w krwi szczurów Wistar. Średnie wartości hematokrytu wynosiły 38,43% u samców i 36,3% u samic, a hemoglobiny odpowiednio 13,56 mg% oraz 12,96 mg% (9).

Podobny wpływ skrobi opornej na poziom glukozy uzyskano w badaniach z udziałem rosnących szczurów Wistar karmionych dietą z 12% dodatkiem pszenicznej skrobi opornej (RS1). Zaobserwowano ok. 21% spadek poposiłkowego poziomu glukozy w surowicy krwi zwierząt w porównaniu do grupy kontrolnej (10). Wpływ skrobi opornej na obniżenie zawartości glukozy w surowicy krwi wykazano w badaniach z udziałem ludzi. Wykazano, że 4,3% dodatek skrobi opornej RS3 z tapioki do całodzienniej racji pokarmowej 20 osób spowodował zmniejszenie o 26% stężenie glukozy w surowicy krwi w porównaniu do grupy kontrolnej (11). Spożywanie wraz z całodzienną racją pokarmową ziemniaczanej skrobi opornej w ilości 5,2 g/100 g diety obniżyło o 21% zawartość glukozy w surowicy krwi badanych osób (n = 13) (12).

Podobny wpływ skrobi opornej, jak uzyskany w niniejszej pracy, na wskaźniki lipidowe w surowicy krwi szczurów doświadczalnych odnotowano w badaniach innych autorów. Wykazano istotny statystycznie wzrost poziomu cholesterolu HDL (o 20%) oraz spadek poziomu cholesterolu całkowitego i jego frakcji VLDL+IDL+LDL (odpowiednio o 22% i 24%) w surowicy krwi szczurów karmionych paszą z 5% dodatkiem skrobi opornej z fasoli Kintoki (13). W badaniach prowadzonych na chomikach, którym podawano dietę zawierającą skrobię manioku ekstrudowaną z 9,7% dodatkiem skrobi opornej RS4 stwierdzono spadek poziomu cholesterolu całkowitego o ok. 18%, frakcji cholesterolu LDL+VLDL o ok. 63% oraz triglicerydów o ok. 9% w surowicy krwi zwierząt w porównaniu z grupą kontrolną (14). Dodawanie do paszy szczurów skrobi opornej z dwóch rodzajów fasoli – Adzuki i Tebou w ilości



25 g/100 g diety spowodowało zmniejszenie zawartości cholesterolu całkowitego o ok. 30%, frakcji VLDL+IDL+LDL o ok. 49,5% oraz triglicerydów o ok. 53% w surowicy krwi zwierząt w stosunku do grupy kontrolnej (15).

Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono, że skrobia oporna jako składnik prozdrowotny żywności wpływa korzystnie na poprawę gospodarki lipidowej i węglowodanowej organizmów. Spożycie skrobi odpornej zmniejszyło stężenie glukozy w surowicy krwi badanych zwierząt. Zawartość skrobi odpornej RS4 w diecie poprzez zmniejszenie poziomu cholesterolu całkowitego, cholesterolu LDL, triglicerydów oraz zwiększenie zawartości cholesterolu HDL w surowicy krwi, wpłynęła na poprawę profilu lipidowego szczurów.

### PODSUMOWANIE

1. We wszystkich badanych grupach zwierząt nie wykazano istotnego wpływu dodatku preparatu skrobi odpornej RS4 do diet o zróżnicowanej zawartości białka i wapnia na wartości hematokrytu oraz stężenia hemoglobiny we krwi.

2. U zwierząt karmionych dietami z dodatkiem preparatu skrobi odpornej RS4 stwierdzono statystycznie istotnie niższe średnie zawartości glukozy (o ok. 25%), cholesterolu całkowitego (o ok. 45%) i cholesterolu LDL (o ok. 85%) w surowicy krwi w stosunku do grupy kontrolnej. W grupach szczurów, karmionych dietami z dodatkiem preparatu skrobi odpornej RS4 średnie stężenie cholesterolu HDL było o około 11% większe w porównaniu z grupą kontrolną.

3. Dodatek preparatu skrobi odpornej RS4 do diet, zawierających 100% zalecanej ilości białka spowodował statystycznie istotne zmniejszenie o 43% zawartości triglicerydów w surowicy krwi zwierząt doświadczalnych w stosunku do grupy kontrolnej. Dodatek preparatu skrobi odpornej RS4 do diet niskobiałkowych spowodował statystycznie istotne zmniejszenie o 54% zawartości triglicerydów w surowicy krwi zwierząt doświadczalnych w stosunku do grupy kontrolnej.

D. Orzeł, M. Bronkowska, M. Kapelko, J. Biernat

#### EFFECT OF RS4 RESISTANT STARCH IN DIFFERENT PROTEIN CONTENT DIETS ON SELECTED BIOCHEMICAL BLOOD PARAMETERS IN WISTAR RATS

#### Summary

The aim of this study was to assess the impact of resistant starch RS4 preparation added to diets with different protein and calcium on selected biochemical indices of blood of experimental rats. The study used 64 male Wistar rats were divided into 8 groups. Group I received a synthetic feed for laboratory rodents (AIN – 93M). Groups II, III, IV were fed a synthetic diet (AIN – 93M) of the modified protein and calcium contents. The other four groups were administered with the diet containing 10% of resistant starch RS4 formulation (with a resistance of 45%), with suitably modified protein and calcium contents, such as in groups I – IV.

In all groups of animals, there was no significant effect of resistant starch RS4 preparation added to diets with different protein and calcium in feed intake and the level of hematocrit and hemoglobin in the blood. A statistically significant effect of feed in the feed preparation RS4 resistant starch to lower triglyceride levels in the blood serum of animals. The largest decrease in triglyceride content (approximately 54%) were found in groups III and IV-RS4 RS4 fed a low-protein diet supplemented with resistant starch

product. The groups of rats (I-RS4, II-RS4, RS4 III-IV-RS4) fed diets containing resistant starch product RS4 average HDL cholesterol was 45.78 mg/dl and was about 11% higher compared with the control group.

## PIŚMIENNICTWO

1. *Rahman S., Bird A., Regina A., Li Z., Ral J.P., McMaugh S., Topping D., Morell M.*: Resistant starch in cereals: Exploiting genetic engineering and genetic variation. *Journal of Cereal Science*, 2007; 46: 251-260.
2. *Copeland L., Blazek J., Salman H., Tang M.C.*: Form and functionality of starch. *Food Hydrocolloids*, 2009; 23: 1527-1534.
3. *Nugent A. P.*: Health properties of resistant starch. *Brit. Nutr. Foundat. Bull.*, 2005; 30: 27-54.
4. *Wronkowska M., Soral-Śmietana M.*: Skrobia oporna (RS) – struktura, właściwości, funkcje fizjologiczne. *Postępy Nauk Rolniczych*, 2006; 6: 103-118.
5. *Soral-Śmietana M., Wronkowska M.*: Resistant starch – nutritional and biological activity. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2004; 54(13), 1: 51-64.
6. *Topping D. L., Clifton P. M.*: Short-Chain Fatty Acids and Human Colonic Function: Roles of Resistant Starch and Nonstarch Polysaccharides, *Physiol. Rev.*, 2001; 81(3), 7: 1031-1064.
7. *Leszczyński W.*: Resistant starch – classification, structure, production. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2004; 54(13), 1: 37-50.
8. *Chezem J., Furumoto E, Story J.*: Effects of resistant potato starch on cholesterol and bile acid metabolism in the rat. *Nutr. Res.*, 1997; 17(11/12): 1671-1682.
9. *Bobboi A.A., Yefon J.L., Gidado A.A.*: Comparative studies of non-digestible polysaccharides: Wheat and potato resistant starch and pectin on glycemic, lipemic, blood urea and intestinal parameters in growing rats. *The American Journal of Medical Sciences*, 2004; 4(4): 331-339.
10. *Younes H., Levrat M. A., Demigné Ch., Rémésy Ch.*: Resistant starch is more effective than cholestyramine as a lipid-lowering agent in the rat. *Lipids*, 1995; 30 (9): 847-853.
11. *Marchini J.S., Faisant N., Champ M., Ranganathan S., Azoulay C., Kergueris M.F., Piloquet H., Krempf M.*: Effects of an acute raw resistant starch potato starch supplement on postprandial glycemia, insulinemia, lipemia in healthy adults. *Nutrition Research*, 1998; 18(7): 1135-1145.
12. *Jenkins D.J.A., Vuksan V., Kendall C.W.C., Würsch P., Jeffcoat R., Waring S., Mehling C.C., Vidgen E., Augustin L.S.A., Wong E.*: Physiological effects of resistant starch on fecal bulk, short chain fatty acids, blood lipids and glycemic index. *Journal of the American College of Nutrition*, 1998; 17(6): 609-616.
13. *Han K.-H., Sekikawa M., Shimada K.-I., Sasaki K., Ohba K., Fukushima M.*: Resistant starch fraction prepared from Kintoki bean affects gene expression of genes associated with cholesterol metabolism in rats. *Experimental Biology and Medicine*, 2004; 229: 787-792.
14. *Martinez-Flores H.E., Chang Y.K., Martinez-Bustos F., Sgarbieri V.*: Effect of high fiber products on blood lipids and lipoproteins in hamsters. *Nutrition Research*, 2004; 24: 85-93.
15. *Kishida T., Nogami H., Himeo S., Ebihara K.*: Heat moisture treatment of high amylose cornstarch increases its resistant starch content but not its physiological effect in rats. *The Journal of Nutrition*, 2001; 131: 2716-2721.

Adres: 51-630 Wrocław, Chelmońskiego 37/41.