

MAREK GIBIŃSKI

## CHARAKTERYSTYKA CHEMICZNA I ŻYWIENIOWA HYDROLIZATÓW OWSIANYCH O NISKIM STOPNIU SCUKRZENIA

### Streszczenie

Ziarno czterech odmian owsa poddano hydrolizie enzymatycznej, a uzyskane preparaty oceniono pod względem chemicznym, sensorycznym i żywieniowym. W celach porównawczych wykorzystano handlowy preparat hydrolizatu owsianego Oatrim 5, wyprodukowany przez Meyhall Chemical AG, w Kreuzlingen (Holandia). Oceniono również wpływ odmiany owsa na proces uzyskiwania hydrolizatu, a także na wydajność gotowego produktu.

Ocena sensoryczna nie wykazała istotnych różnic pomiędzy próbkami. W badanych preparatach, w porównaniu z preparatem Oatrim 5, wykazano natomiast większą zawartość związków mineralnych w postaci popiołu, związaną z pojawieniem się jonów chlorkowych, wyższą wartość wskaźnika DE oraz większą zawartość cukrów prostych. Wzrost wielkości tych wartości był spowodowany zastosowaniem odmiennego sposobu przeprowadzenia inaktywacji enzymu w procesie otrzymywania preparatu. Na szczególną uwagę zasługuje zdolność użytych w diecie preparatów do obniżania zawartości cholesterolu całkowitego, frakcji LDL, przy jednoczesnym wzroście poziomu frakcji HDL - (badania przeprowadzono na szczurach), potwierdzając tym samym szeroko opisywane właściwości hipocholesterolemiczne zawartych w owsie  $\beta$ -glukanów. Wykazano także, że ilość uzyskanego preparatu związana jest z obecnością tłuszczu w ziarnie owsa. Wzrost zawartości tego składnika w ziarnie przyczynia się do zmniejszenia wydajności procesu, a także utrudnia sam przebieg uzyskiwania preparatu na etapach sączenia i dekantacji.

**Słowa kluczowe:** owies, hydrolizat owsiany, właściwości hipocholesterolemiczne,  $\beta$ -glukany

### Wprowadzenie

Ziarno owsa charakteryzuje się bogactwem związków, na które składają się: białka, aminokwasy egzogenne, sacharydy, frakcja nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT), błonnik z rozpuszczalną frakcją  $\beta$ -glukanów, tokoferole i witaminy z grupy B oraz antyoksydanty, przy niskiej zawartości sodu. Szereg tych związków odgrywa istotną rolę żywieniową, w tym budulcową oraz wspomagającą i oczyszczającą, budzi więc duże zainteresowanie wśród żywieniowców, konsumentów i lekarzy [8]. Prowa-

dzony są liczne prace nad wykorzystaniem i zastosowaniem ziarna owsa jako surowca w technologii produktów spożywczych [3, 20, 32]. Zawartość skrobi (ok. 45 – 55 %) oraz szczególnie wysoka zawartość rozpuszczalnej frakcji błonnika –  $\beta$ -glukanów (3,5 – 5,5 %) umożliwiła uzyskanie hydrolizatu owsianego [6, 12, 13], stwarzającego możliwość substytucji tłuszczu, a także dostarczania do organizmu tych związków, których właściwości zdrowotne były szczegółowo opisane [3, 7, 8, 17, 20, 31, 32].

Wprowadzenie do żywności nowego składnika wymusza określenie jego podstawowych właściwości gwarantujących bezpieczne stosowanie. Wprawdzie zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia [30] hydrolizaty skrobiowe uzyskane na drodze enzymatycznej mogą być stosowane w produktach spożywczych bez ograniczeń, ale mimo tego postanowiono przebadać uzyskane preparaty, oceniając ich wyróżniki sensoryczne, wskaźniki fizykochemiczne a także walory żywieniowe.

Celem pracy było określenie przydatności polskich odmian owsa do otrzymywania hydrolizatów, mających zastosowanie w produkcji żywności, na podstawie określenia ich właściwości chemicznych, sensorycznych, i żywieniowych oraz porównania z analogicznymi właściwościami handlowego preparatu hydrolizatu owsianego OATRIM 5, jak również zbadanie wpływu użytego surowca zbożowego na przebieg procesu otrzymywania i właściwości uzyskanego hydrolizatu.

### **Material i metody badań**

Hydrolizaty owsiane otrzymywano wg metody Ingletta [12, 13], zmodyfikowanej przez Gibińskiego [6]. Materiałem wyjściowym było obłuszczone ziarno owsa odmian Chwat, Sam (SHR Strzelce k.Kutna), Cwał (SHR w Choryniu) oraz ziarno owsa nagi odmiany Akt (SHR Strzelce k/Kutna). Ześrutowane w młynku Tecator, firmy FOSS, ziarno owsa przesiewano przez sito o wielkości oczek 0,5 mm. Tak otrzymany z czterech odmian owsa materiał badawczy posłużył do otrzymania hydrolizatów owsianych [6]. Zastosowano hydrolizę enzymatyczną z udziałem termostabilnej  $\alpha$ -amylazy bakteryjnej (*Bacillus licheniformis*) NERVANAZE - T (firmy Ubichem) o optimum działania: temp. 95 – 105 °C, pH = 5,8 - 6,2, aktywności preparatu 800 - 850 jednostek/cm<sup>3</sup> oznaczonych wg SKB. Inaktywację enzymu prowadzono metodą kwasową. Eluat odsączano i zamrażano po czym suszono liofilizacyjnie w suszarce Ralpha 1-4 LSC firmy Christ. Po wysuszeniu określano wydajność hydrolizatu z każdej badanej odmiany owsa. W celu porównania właściwości uzyskanych preparatów hydrolizatów jako próbkę odniesienia użyto preparatu OATRIM 5, wyprodukowanego przez Meyhall Chemical AG (Kreuzlingen, Holandia).

Wykonywano następujące analizy:

a) w próbkach owsa oznaczano zawartość:

- białka ogółem (N×6,25) metodą Kjeldahla [26], Mineralizację i destylację prowadzono w aparatach Digestion Unit B-426 oraz Destillation Unit B-342 firmy Büchi;
  - tłuszczu surowego metodą Soxhleta [27],
  - skrobi metodą Clendenninga wg ICC Standard no. 122/1 [14],
  - cukrów redukujących metodą Luffa–Schoorla wg Kirk, Sawyer [19],
  - $\beta$ -glukanów wg ICC Standard no. 168 [15],
  - włókna pokarmowego wg AOAC Standard no. 985. 29 [2],
  - związków mineralnych w postaci popiołu ogółem wg PN ISO 2171:1994 [25],
- b) w hydrolizatach owsianych oznaczano:
- zawartość błonnika, białka, tłuszczu, skrobi,  $\beta$ -glukanów, popiołu, jak w podpunkcie a,
  - zawartość oligomerów glukozy w zakresie G<sub>1</sub>–G<sub>8</sub> metodą chromatografii HPLC (Brookes, Griffin 1987) [4],
  - zawartość metali ciężkich: (Hg, Cd, Cu) – [20], (Pb) [33],
  - zawartość chlorków – wg PN-90/A-75101/10 [11],
  - wartość równoważnika glukozowego – DE, zgodnie z PN-EN ISO 5377:2001 [28],
  - pH przy użyciu pehametru CPC 551, firmy Elmetron.

W gotowych hydrolizatach w sposób opisowy oceniano organoleptycznie: barwę, smak, zapach i konsystencję. Przeprowadzono także, zgodnie z wymaganiami etycznymi, laboratoryjne próby żywieniowe w celu stwierdzenia czy otrzymany hydrolizat wykazuje hipocholesterolemiczne oddziaływanie. Badania prowadzono na 16 albinotycznych samcach szczurów doświadczalnych odmiany Vistar, o średniej początkowej masie ciała 112 - 115 g, przez 18 dni. Skład diety dla poszczególnych grup był następujący:

grupa 1 - kontrolna - skrobia kukurydziana oraz dodatki wywołujące hipocholesterolemię: 0,5 % kwasu cholowego, 1 % cholesterolu, 7 % smalcu;

grupa 2 - badana - skrobia kukurydziana z 10 % dodatkiem badanego hydrolizatu oraz dieta wywołująca hipocholesterolemię w składzie jw.

Wodę podawano w ilościach nieograniczonych. Po zakończeniu doświadczenia szczury usypiano chloroformem, podawano tiopental rozkurczający mięśnie i pobierano krew bezpośrednio z serca. Próbki analizowano w Medycznym Centrum Diagnostycznym w Krakowie, w którym metodami enzymatycznymi, wg zestawów firmy Human [16], oznaczano: zawartość triacylogliceroli (TG), cholesterolu całkowitego oraz jego frakcji HDL i LDL.

Przedstawione we wszystkich umieszczonych w pracy tabelach dane, przeliczone zostały na suchą masę i stanowią średnie arytmetyczne z co najmniej dwóch równoległych, nie różniących się od siebie w sposób istotny powtórzeń. Metodą jednoczynni-

kowej analizy wariancji z zastosowaniem programu STAT Skierniewice 1998, obliczano współczynnik NIR przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

### Wyniki i analiza

Do badań użyto czterech odmian owsa, w tym trzech odmian owsa oplewionego (Cwał, Chwat, Sam) i jednej odmiany owsa nieoplewionego (nagiego) – Akt.

W tab. 1. przedstawiono skład chemiczny ziarna owsa, z którego otrzymano hydrolizaty.

Tabela 1

Skład chemiczny ziarna owsa przeznaczonego do otrzymywania hydrolizatu owsianego [% s.m.].  
Chemical composition of oat grain to be used in the production of oat hydrolysate [% d.m.]

Składnik Compound	Odmiana owsa / Oat variety			
	Cwał	Chwat	Sam	Akt
Skrobia Starch	47,5 <sup>a</sup>	43,6 <sup>a</sup>	45,6 <sup>a</sup>	64,2 <sup>b</sup>
Błonnik Dietary fibre	26,1 <sup>a</sup>	30,4 <sup>a</sup>	28,8 <sup>a</sup>	11,4 <sup>b</sup>
Białko Protein	12,2 <sup>a</sup>	12,5 <sup>a</sup>	11,6 <sup>a</sup>	15,8 <sup>b</sup>
Tłuszcz Fat	4,8 <sup>a</sup>	5,1 <sup>a</sup>	7,2 <sup>b</sup>	9,9 <sup>c</sup>
$\beta$ -glukany $\beta$ -glucans	3,7 <sup>a</sup>	4,5 <sup>b</sup>	4,4 <sup>b</sup>	4,9 <sup>c</sup>
Popiół Ash	2,7 <sup>a</sup>	2,8 <sup>a</sup>	2,7 <sup>a</sup>	2,0 <sup>b</sup>

Objaśnienia: / Explanatory notes:

\* - Najmniejsza Istotna Różnica / The Least Significant Difference.

Wartości średnie w wierszach oznaczone tym samym indeksem literowym nie różnią się statystycznie istotnie na poziomie  $\alpha = 0,05$ . / Mean values in the lines, and denoted by the same superscript letter, are not statistically significantly different at  $\alpha = 0.05$ .

Brak okrywy nasiennej na ziarnie owsa odmiany Akt wpłynął na zdecydowanie mniejszą w nim zawartość błonnika (11,4 %) w stosunku do odmian oplewionych: Cwał (26,1 %), Sam (28,8 %) i Chwat (30,4 %), a także na, powiązaną z obecnością błonnika, zawartość związków mineralnych w postaci popiołu. Równocześnie w ziarnie odmiany Akt odnotowano większą zawartość pozostałych głównych składników chemicznych, a mianowicie skrobi (64,2 %), białka (15,8 %), tłuszczu (9,9 %) a także

$\beta$ -glukanów (4,9 %). Zależność ta była już sygnalizowana we wcześniejszej pracy Gi-  
bińskiego i Berskiego [9]. Skład chemiczny pozostałych badanych trzech odmian owsa  
oplewionego nie wykazał statystycznie istotnych różnic pod względem zawartości  
poszczególnych składników chemicznych, za wyjątkiem zawartości  $\beta$ -glukanów. Za-  
wartość tego składnika w odmianie Cwał była najmniejsza i wynosiła 3,7 % - o 0,7  
i 0,8 % mniej w stosunku do pozostałych form oplewionych Sam i Chwał, a także  
o 1,2 % mniej od nagoziarnistej odmiany Akt, co stanowi zmniejszenie jego ilości aż  
o 1/3. Zróżnicowanie to potwierdzono także wcześniej w badaniach nad zawartością  
 $\beta$ -glukanów w ziarnie oplewionych odmian i rodów owsa, w których wykazano, że  
ilość  $\beta$ -glukanów jest cechą odmianową, najczęściej mieszczącą się w przedziale od  
3,3 do 4,5 % [9].

Gotowe hydrolizaty poddano ocenie organoleptycznej, chemicznej oraz badaniom  
żywnościowym. Wyniki oceny organoleptycznej hydrolizatów przedstawiono w tab. 2.

Tabela 2

Ocena organoleptyczna hydrolizatów owsianych .

Organoleptic assessment of oat hydrolysates.

Cecha Feature	Hydrolizat / Hydrolysate				
	Oatrim 5	Sam	Chwał	Akt	Cwał
Konsystencja Consistency	Proszek, sypki, brak zbryleń	Proszek, sypki, brak zbryleń	Proszek, sypki, brak zbryleń	Proszek puszysty z delikatnie mieniącymi się małymi płatkami	Proszek, sypki, brak zbryleń
Barwa Colour	Biała z odcieniem kremowym	Kremowa	Jasnokremowa	Jasnokremowa o jaśniejszym od- cieniu	Jasnokremowa
Zapach Smell	Słabo wyczuwalny, zbożowy	Słabo wyczuwalny, słodkavo- zbożowy	Słabo wyczuwalny słodki	Słabo wyczuwalny, zbożowy	Słabo wyczuwalny, słodki
Smak Taste	Bez smaku	Bez smaku	Bez smaku	Bez smaku	Bez smaku

Przeprowadzona ocena organoleptyczna nie wykazała zróżnicowania pomiędzy  
preparatem Oatrim 5, a otrzymanymi w pracy hydrolizatami owsianymi. Wszystkie  
próbki były bez smaku, o jasno kremowej bądź kremowej barwie, na którą wpływ

prawdopodobnie wywierał stopień zaawansowania procesu technologicznego (Oatrim 5) czy też mniejsza o ponad połowę w stosunku do odmian Chwat, Cwał i Sam ilość błonnika w odmianie Akt, delikatnym słodkavo-zbożowym zapachu i proszkowej, pozbawionej zbryleń konsystencji.

Wyniki analiz chemicznych przedstawiono w tab. 3.

W chromatograficznej analizie rozkładu oligomerów glukozy w zakresie G1 – G8 w próbkach hydrolizatów laboratoryjnych, w porównaniu z próbką Oatrim 5, stwierdzono większą zawartość fruktozy (Chwat o 50 %, Cwał o 40 %, Sam o 25 %) przy tym samym poziomie w preparacie uzyskanym z odmiany Akt, i jednocześnie mniejszą maltotriozy, maltotetraozy, maltopentaozy, maltoheptozy i maltooktaozy [6]. Na występujące różnicowanie może zdaniem Ingleta [12, 13] wywierać wpływ rodzaj użytego do hydrolizy enzymu. Podwyższony, w stosunku do preparatu Oatrim 5, poziom fruktozy w preparatach laboratoryjnych wywołany został także sposobem przeprowadzenia inaktywacji enzymu. Użycie kwasu spowodowało krótkotrwałą hydrolizę, w wyniku której mogła nieznacznie wzrosnąć ilość cukrów prostych [6].

Zawartość białka w ziarnie jest cechą dziedziczną, charakterystyczną dla danej odmiany i w krajowych odmianach owsa mieści się w przedziale od 12,0 do 16 % [5]. W uzyskanych hydrolizatach stwierdzono 2,8 – 3,3 % białka, przy czym wiadomo, że zawartość białka jest wprost proporcjonalnie skorelowana z zawartością białka w ziarniaku. Dwukrotnie większa zawartość białka w preparacie Oatrim 5 sugeruje, że do jego produkcji użyto wysokobiałkowej odmiany owsa. Tego rodzaju odmiany są typowe na rynku amerykańskim i kanadyjskim, często uzyskując 18 – 24 % zawartość białka [5].

Większa o 0,3 – 0,8 % zawartość popiołu w hydrolizatach laboratoryjnych, w stosunku do preparatu Oatrim 5, związana jest ze zwiększoną w nich obecnością jonów chlorkowych, występujących jako efekt zobojętniania nadmiaru kwasu użytego do inaktywacji enzymu.

Mimo znacznych różnic zawartości błonnika i tłuszczu w ziarnie odmian owsa użytych do badań, ich obecność w gotowych preparatach była śladowa, na granicy czułości stosowanych metod, co świadczy o dobrze przeprowadzonym procesie oddzielenia frakcji stałej od hydrolizatu.

Wyniki analizy równoważnika glukozowego w hydrolizatach laboratoryjnych wahały się w przedziale (od 3,3 % – Akt do 5,9 % – Chwat) przy 2,8 % poziomie w preparacie handlowym Oatrim 5. Świadczy to o większej ilości powstałych cukrów redukujących w preparatach laboratoryjnych aniżeli w preparacie handlowym. Powodem tego mógł być zastosowany enzym, choć bardziej prawdopodobne wydaje się zastosowanie kwasu solnego jako czynnika inaktywującego enzym, ale równocześnie sprzyjającego dalszej, tym razem kwasowej hydrolizie blokowanej neutralizacją zasadową.

Tabela 3

Charakterystyka chemiczna hydrolizatów owsianych.

Chemical profile of oat hydrolysates.

Skład chemiczny / Cecha Chemical Profile / Feature	Badana próbka / Sample under investigation					
	Sam	Chwat	Cwał	Akt	Zakres wartości odmian Range of values for varieties	Oatrim 5
Oligomery glukozy <sup>x</sup> w zakresie G <sub>1</sub> – G <sub>8</sub> : Glucose oligomers in the range of G <sub>1</sub> – G <sub>8</sub> :						
fruktoza / fructose	1,4	1,7	1,6	1,1	1,1-1,7	1,1
glukoza / glucose	1,5	1,6	1,3	1,5	1,3-1,6	1,4
maltoza / maltose	-	-	-	-	-	-
maltotrioza / maltotriose	3,6	3,2	3,4	3,7	3,2-3,7	4,5
maltotetraoza / maltotetraose	4,6	4,6	4,1	4,5	4,1-4,6	5,4
maltopentaoza / maltopentose	3,8	3,4	3,7	3,2	3,2-3,8	4,1
maltoheptaosa / maltoheptose	4,2	3,9	4,0	4,4	3,9-4,4	4,8
maltoooktaosa / maltoooktose	5,4	5,1	5,6	5,3	5,1-5,6	6,1
cukry wyższe <sup>xx</sup> / higher	65,5	66,3	67,1	66,8	65,5-67,1	61,5
	2,7	2,5	2,6	2,2	2,2-2,7	2,7
	3,2	3,1	3,4	3,0	3,0-3,4	3,5
	4,2	3,8	4,1	4,2	3,8-4,2	4,9
Białko ogółem / Total protein [%]	3,0 <sup>a</sup>	2,8 <sup>a</sup>	2,6 <sup>a</sup>	3,3 <sup>b</sup>	2,8-3,3	5,3 <sup>c</sup>
Popiół / Ash [%]	2,1 <sup>b</sup>	2,6 <sup>b</sup>	2,5 <sup>b</sup>	2,1 <sup>b</sup>	2,1-2,6	1,8 <sup>a</sup>
Błonnik / Dietary fibre [%]	0,0 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	0,2 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	0,0-0,2	0,1 <sup>a</sup>
Tłuszcz / Fat [%]	0,1 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>
DE	3,8 <sup>b</sup>	5,9 <sup>c</sup>	4,7 <sup>c</sup>	3,3 <sup>b</sup>	3,3-5,9	2,8 <sup>a</sup>
β-glukany / β-glucans [%]	5,3 <sup>b</sup>	5,1 <sup>b</sup>	4,4 <sup>a</sup>	5,3 <sup>b</sup>	4,4-5,3	4,7 <sup>a</sup>
Metale ciężkie / Heavy ions Hg, Cd, Pb, Cu	Nie stwierdzono / Not found					
Chlorki / Chlorides [%]	0,7 <sup>b</sup>	0,7 <sup>b</sup>	0,9 <sup>b</sup>	0,8 <sup>b</sup>	0,7-0,9	0,0 <sup>a</sup>
pH	6,0 <sup>a</sup>	6,1 <sup>a</sup>	6,7 <sup>a</sup>	6,5 <sup>a</sup>	6,0-6,7	6,5 <sup>a</sup>
Rozpuszczalność / Solubility	Całkowita do 50 °C / Total to 50 °C					
Ilość hydrolizatu [g] uzyskanego z 75 g śruty / Amount of preparations obtained from 75 g of groat	23,0 <sup>a</sup>	26,0 <sup>b</sup>	27,0 <sup>b</sup>	22,0 <sup>a</sup>	22,0-27,0	Brak danych No data
Wydajność / Productivity [%]	30	34	36	29	29-36	

Objasnienia: / Explanatory notes:

<sup>x</sup>/ - procentowa wielkość powierzchni pików każdego monomeru / percentage share of peak surface of each monomer;<sup>xx</sup>/ - podane wartości dotyczą niezidentyfikowanych pików cukrów wyższych / the given values refer to unidentified peaks of higher sugars;

\* - Najmniejsza Istotna Różnica / The Least Significant Difference;

Wartości średnie w wierszach oznaczone tym samym indeksem literowym nie różnią się statystycznie istotnie na poziomie  $\alpha = 0,05$  / Mean values in the line, and denoted by the same superscript letter are not statistically significantly different at  $\alpha = 0.05$ .

$\beta$ -glukany są rozpuszczalnymi frakcjami błonnika, tworząc w połączeniu z wodą żele. Nadają one pożądaną konsystencję produktom, wiarygodnie zastępując tłuszcz. Ich zawartość w ziarnie jest cechą odmianową. W uzyskanych hydrolizatach zawartość  $\beta$ -glukanów mieściła się w przedziale od 4,4 % (Cwał) do 5,3 % (Akt, Sam) i była większa od zawartości  $\beta$ -glukanów w wyjściowych próbkach owsa o około 0,7 %. Zawartość  $\beta$ -glukanów w preparacie Oatrim 5 oznaczono na poziomie 4,7 % i wśród badanych preparatów należał on do preparatów o małej ich zawartości. W żadnym z preparatów nie stwierdzono obecności metali ciężkich.

Obecność chlorków na poziomie 0,7 – 0,9 % wykazano tylko w preparatach laboratoryjnych, a zróżnicowanie to było statystycznie nieistotne. Ich obecność spowodowana była tylko przeprowadzoną reakcją zobojętniania kwasu użytego do inaktywacji enzymu. W preparacie Oatrim 5, w którym proces inaktywacji przebiega z wykorzystaniem pary przegrzanej [12, 13] nie stwierdzono ich obecności.

Odmiany owsa o dużej zawartości tłuszczu (Sam, Akt) charakteryzowały się mniejszą wydajnością otrzymanego preparatu, a w procedurze uzyskiwania z nich hydrolizatu napotkano na trudności. Największą było zbrylanie się śruty w trakcie jej przesiewania, a także zdecydowanie mniejsza sedymentacja osadu podczas wirowania, przez co tracono część eluatu, zmniejszając tym samym wydajność procesu otrzymywania hydrolizatu.

W przeprowadzonych żywieniowych badaniach laboratoryjnych wszystkie szczury wykazały stałą wzrostową tendencję przyrostu masy ciała, osiągając na końcu doświadczenia dwukrotny jej przyrost.

Największe stężenie cholesterolu oraz frakcji LDL, stwierdzono w grupie zwierząt kontrolnych karmionych mieszanką paszową bez dodatku hydrolizatów (tab. 4).

Zawartość cholesterolu całkowitego w grupie kontrolnej mieściła się w przedziale od 9,40 do 12,96 mmol/dm<sup>3</sup> przy średniej 11,19 mmol/dm<sup>3</sup>. Podobnie był wysoki poziom cholesterolu frakcji LDL – od 8,65 do 12,52 mmol/dm<sup>3</sup>, przy średniej 10,53 mmol/dm<sup>3</sup>. W grupie szczurów karmionych karmą z dodatkiem preparatu hydrolizatu owsianego zawartość cholesterolu całkowitego mieściła się w przedziale od 2,04 do 1,51 mmol/dm<sup>3</sup> przy średniej 1,68 mmol/dm<sup>3</sup>, a jego frakcji LDL od 0,36 do 0,56 mmol/dm<sup>3</sup> przy średniej 0,46 mmol/dm<sup>3</sup>, co odpowiada ponad 6- i 23-krotnemu obniżeniu zawartości cholesterolu (wartości średnie z poszczególnych grup badawczych). Jednocześnie zauważono prawie dwukrotny wzrost poziomu cholesterolu frakcji HDL (średnio z poziomu 0,65 do 1,22 mmol/dm<sup>3</sup>). Uzyskane wyniki wyraźnie wskazują na wysoce efektywny wpływ dodatku preparatu hydrolizatu owsianego do spożywanej diety, wywołujący obniżenie poziomu cholesterolu całkowitego i jego frakcji LDL we krwi szczurów. Wielkość tych zmian spowodowana była niewątpliwie obecnością w składzie hydrolizatu  $\beta$ -glukanów, których szczególne właściwości hipokholesterolemiczne zostały wielokrotnie udowodnione m.in. przez Hallfrischa i wsp.



[11] Kahlona i Chow [18], Malkkiego i Virtanena [24], Maki i wsp. [22, 23]. Jednocześnie we wszystkich przypadkach zmniejszenie (średnio o połowę) zawartości triacylogliceroli wynikało ze stosowania diety, do której wprowadzono preparat hydrolizatu owsianego, przy czym zakres tych zmian był dość znacznie zróżnicowany.

Tabela 4

Zawartość cholesterolu i triacylogliceroli w surowicy krwi szczurów grupy kontrolnej i testowanej.  
Contents of cholesterol and triglycerides in blood serum of rats in the control and test groups.

Grupa / Group	Cholesterol całkowity Total cholesterol [mmol/dm <sup>3</sup> ]	Cholesterol HDL/HDL Cholesterol (fraction) [mmol/dm <sup>3</sup> ]	Cholesterol LDL/LDL Cholesterol (fraction) [mmol/dm <sup>3</sup> ]	Triacyloglicerole Triacylglycerol [mmol/dm <sup>3</sup> ]
Grupa kontrolna pasza bez dodatku preparatu hydrolizatu Control group (fed with no hydrolysate added)	12,32	0,36	11,96	1,01
	10,44	0,87	9,57	0,95
	12,50	0,59	11,91	1,00
	11,21	0,63	10,58	0,53
	12,96	0,44	12,52	0,86
	9,40	0,75	8,65	0,75
	10,12	0,82	9,30	1,14
	10,59	0,73	9,86	0,93
Wartość średnia Mean value	11,19	0,65	10,53	0,89
Grupa testowana pasza z dodatkiem preparatu hydrolizatu / test group fed with hydrolysate added	1,66	1,28	0,38	0,24
	1,56	1,05	0,51	0,59
	1,51	1,13	0,38	0,31
	1,60	1,15	0,45	0,31
	1,87	1,40	0,47	0,49
	2,04	1,47	0,7	0,37
	1,73	1,17	0,56	0,45
	1,53	1,17	0,36	0,51
Wartość średnia Mean value	1,68	1,22	0,46	0,40

Przeprowadzone z zastosowaniem ziarna owsa, jęczmienia i szarłatu podobne badania wskazały [10, 18, 22, 23, 30, 31] na korzystny wpływ rozpuszczalnej frakcji błonnika pokarmowego, obecnej w tych roślinach, na obniżenie zawartości cholesterolu w surowicy krwi, jak i w wątrobie szczurów. W przypadku ziarna owsa i jęczmienia za tę właściwość odpowiedzialne są w głównej mierze  $\beta$ -glukany [18, 22, 23, 30, 31]. Ich obecność w hydrolizacie może wywoływać podobne zjawisko.

Właściwości otrzymanego na drodze hydrolizy enzymatycznej preparatu hydrolyzatu owsianego wskazują, że na rynku żywności funkcjonalnej mogą pojawić się nowe produkty żywnościowe zawierające w swym składzie  $\beta$ -glukany. Ich obecność w produktach spożywczych będzie cennym składnikiem przyczyniającym się do obniżenia poziomu cholesterolu. Ponadto niska wartość równoważnika glukozowego (DE) uzyskanego preparatu, wskazującego na właściwości typowe dla maltodekstryn o niskim stopniu scukrzenia stwarza możliwości zastosowania go jako zamiennika tłuszczu w produktach o obniżonej kaloryczności.

## Wnioski

1. Ocena organoleptyczna nie wykazała istotnych różnic między preparatami hydrolyzatów otrzymanych na bazie polskich odmian owsa oraz handlowego preparatu Oatrim 5.
2. Badanie składu chemicznego i wydajności hydrolyzatu wykazało niewielkie zróżnicowanie ilości uzyskanego materiału. Zauważono, że więcej preparatu uzyskuje się w przypadku użycia odmian o niższej zawartości tłuszczu.
3. Rozkład oligomerów glukozy w preparacie handlowym Oatrim 5 wykazał niższe zawartości cukrów prostych – szczególnie fruktozy, a także wskaźnika DE, w stosunku do preparatów własnych (efekt hydrolizy kwasowej).
4. Nie stwierdzono istotnego wpływu pozostałych składników ziarna owsa na różnice właściwości hydrolyzatów. Podwyższona zawartość chlorków w laboratoryjnych preparatach hydrolyzatów (i jednocześnie wyższa zawartość popiołu) była spowodowana sposobem ich otrzymywania (inaktywacja kwasowa połączona ze zobojętnieniem użytego kwasu).
5. Dobór odmian ziarna owsa jako surowca do otrzymywania preparatu hydrolyzatu istotnie nie wpływa na skład końcowy produktu i jego właściwości, jednak odgrywa rolę w procesie uzyskiwania preparatu. Wysoka zawartość tłuszczu w ziarniakach niektórych odmian owsa utrudnia procesy sączenia, i dekantacji zwalniając przebieg otrzymywania preparatu, a także zmniejszając wydajność produktu końcowego.
6. W przeprowadzonym doświadczeniu żywieniowym stwierdzono korzystne oddziaływanie hydrolyzatu owsianego, zawierającego  $\beta$ -glukany, na niektóre wybrane wskaźniki surowicy krwi. Zdecydowanemu, wielokrotnemu obniżeniu uległa zawartość cholesterolu całkowitego i jego frakcji LDL, przy dwukrotnym wzroście frakcji HDL.
7. Potwierdzono przydatność ziarna polskich odmian owsa do produkcji preparatu hydrolyzatu owsianego o niskim stopniu scukrzenia, szczególnie w kontekście jego znacznych właściwości hipocholesterolemicznych.

### Literatura

- [1] Anderson JW, Spencer D.B., Hamilton C.C., Smith C.F., Tietzen J., Bryant C.A., Oeltgen P.: Oat-bran cereal lowers serum total and LDL cholesterol in hypercholesterolemic. *Am. J.Clin. Nutr.*, 1990, **3** (52), 495-499.
- [2] AOAC Standard No.985. 29. Total Dietary Fiber in Foods. *Official Methods of Analysis*, 1990, pp. 1105-1106.
- [3] Brennan C.H.S., Cleary L.J. : The potential use of cereal (1-3, 1-4)-beta-D-glucans as functional food ingredients. *J. Cereal Sci.*, 2005, **42**, 1-13.
- [4] Brooks J.R., Griffin V.K.: Saccharide analysis of corn syrup solids and maltodextrins using high performance liquid chromatography. *Cereal Chem.*, 1987, **64**, 253-262.
- [5] Gąsiorowski H.: Owies – chemia i technologia. PWRiL. Poznań 1995.
- [6] Gibiński M.: Production of oat hydrolysates with a low degree of starch saccharification. *Pol. J Food Nutr. Sci.*, 2008, **3** (58), 295-300.
- [7] Gibiński M.:  $\beta$ -glukany owsa jako składnik żywności funkcjonalnej. *Żywność, Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **2** (57), 15-29.
- [8] Gibiński M., Gumul D., Korus J.: Prozdrowotne właściwości owsa i produktów owsianych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **4** (45), 49-60.
- [9] Gibiński M., Berski W.: Skład chemiczny ziarna owsa z uprawy 1999-2001. *Mat. Konf. Nauk. „Żywność regionalna na tle współczesnych trendów produkcji żywności w Polsce i w Europie”*, Kraków, 16-17 czerwca 2003, s. 36.
- [10] Grajeta H.: Hipolipemiczne działanie ekspandowanych nasion szkarłatu (*Amaranthus cruentus*) u szczurów doświadczalnych. *Bromat.Chem. Toksykol.*, 2000, **XXXIII/ 1**, 7-13.
- [11] Hallfrisch J., Schofield D.J., Behall K.M.: Physiological responses of men and women to barley and oat extracts (Nutrim X). II. Comparison of glucose and insulin responses. *Cereal Chem.*, 2003, **80**, 80-83.
- [12] Inglett G.E.: Amylodextrins containing beta-glucan from oat flours and bran. *Food Chem.*, 1993, **47**, 133-136.
- [13] Inglett G.E., Newman R.K. : Oat  $\beta$ -glucan-amylodextrins: Preliminary preparations and biological properties. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 1994, **45**, 53-61.
- [14] ICC Standard No. 122/1. Determination of starch content by calcium chloride dissolution.
- [15] ICC Standard No. 168 Mixed Linkage Beta-Glucan Assay Procedure.
- [16] Instructions for the determination of cholesterol, HDL-cholesterol and triglycerides in blood serum. Human Gesellschaft für Biochemica und Diagnostica GmbH, Germany, 1998.
- [17] Jenkins A.L., Jenkins D.J.A., Zdravkovic U., Wursch P., Vuksasn V.: Depression of the glycemic index by high levels of beta-glucan fiber in two functional foods tested in type 2 diabetes. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2002, **7** (56), 622-628.
- [18] Kahlon T.S., Chow F.L.: Hypocholesterolemic effects of oat, rice and barley dietary fibers and fractions. *Cereal Food World*, 1997, **2** (49), 86-92.
- [19] Kirk RS, Savyer R.: *Pearson's Composition and Analysis of Foods*. Longman Scientific, 1991, IX ed., pp. 198-206.
- [20] Lazaridou A., Billiaderis C.G.: Molecular aspects of cereal  $\beta$ -glucan functionality: Physical properties, technological applications and physiological effects. *J. Cereal Sci.*, 2007, **2** (46), 101-118.
- [21] Ludwicki J.K.: Oznaczanie zawartości rtęci całkowitej w żywności metodą bezplomieniowej spektrofotometrii atomowo-absorpcyjnej. *Wyd. Metodyczne PZH*, Warszawa 1990.
- [22] Maki K.C., Shinnick F., Seeley M.A., Veith P.E., Quinn L.C., Hallissey P.J., Temer A., Davidson M.H.: Foods products containing free tall oil-based phytosterols and oat beta-glucan lower serum total and LDL cholesterol in hypercholesterolemic adults. *J. Nutr.*, 2003, **3**, 808-813.

- [23] Maki K.C., Davidson M.H. Ingram K.A., Veith P.E., Bell M., Gugger E.: Lipid responses to consumption of a beta-glucan containing ready-to-eat cereal in children and adolescents with mild to-moderate primary hypercholesterolemia. *Nutr. Res.*, 2003, **11** (23), 1527-1535.
- [24] Malkki Y., Virtanen E.: Gastrointestinal effects of oat bran and oat gum: a review. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 2001, **6** (34), 337-347.
- [25] PN ISO 2171. Ziarno zbóż: przetory zbożowe. Oznaczenie popiołu całkowitego.
- [26] PN-EN ISO 3188:2000. Skrobia i produkty pochodne. Oznaczenie zawartości azotu metodą Kjeldahla. Metoda miareczkowa.
- [27] PN-EN ISO 3947:2001. Skrobie naturalne i zmodyfikowane. Oznaczenie całkowitej zawartości tłuszczu.
- [28] PN-EN-ISO-5377:2001. Produkty hydrolizy skrobi. Oznaczenie siły redukującej i równowaznika glukozowego. Metoda stałego miana Lane'a i Eynona.
- [29] PN-A-75101-10:1990/Az 1:2002. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizyko chemicznych. Oznaczenie zawartości chlorków.
- [30] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17.03.2003, w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych, substancji pomagających w przetwarzaniu i warunków ich stosowania. Dz. U. 2003 r. Nr 87, poz 805.
- [31] Wood P.J. : Relationships between solution properties of cereal B-glucans and physiological effects – a review. *Trends in Food Science & Technology* 2004, **6** (15), 313-320.
- [32] Wood P.: Cereals  $\beta$ -glucans in diet and health. *J. Cereal Sci.*, 2007, **3** (46), 230-238.
- [33] Zawadzka T., Wojciechowska-Mazurek M.: Oznaczenie ołowiu i kadmu w środkach spożywczych metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej. Wyd. Metodyczne PZH, Warszawa 1984.

#### CHEMICAL AND NUTRITIONAL PROFILES OF OAT HYDROLYSATES WITH LOW CRYSTALLIZATION LEVEL

##### Summary

Grains of four oat varieties were enzymatically hydrolyzed, and the preparations produced thereof were chemically, sensory, and nutritionally assessed. Those preparations were also compared with 'Oatrim 5', a commercial preparation of hydrolysate, manufactured by a Meyhall Chemical AG Company in Kreuzlingen (The Netherlands). Furthermore, the effect of oat variety on the process of producing hydrolysate was assessed, as was its effect on the final product productivity.

The organoleptic assessment did not prove significant differences to exist among the samples. However, it was found that the content of mineral compounds in the form of ash was higher in the preparations investigated compared to the 'Qatrim 5' preparation. This fact was attributed to the occurrence of chloride ions, higher DE value, and to a higher content of simple sugars (monosaccharides). The increase in the values of those indicators was caused by a method, different than the original one, of enzyme inactivation applied to manufacturing a commercial preparation. Particularly worth highlighting was the ability of preparations, used in the diet, to lower the total cholesterol and LDL fraction levels, and to simultaneously increase the HDL fraction level (the investigations were carried out on rats). This confirmed a well known fact of beta-glucans in oats to have high hypocholesterolemic abilities. It was also proved that amounts of the preparation produced were connected with the presence of lipids in the oat grain. The increase in the amount level of this compound contributed to the decrease in the process productivity, and, also, obstructed the production process of preparation during the filtration and decantation phases.

**Key words:** oats, oat hydrolysate, hypocholesterolemic properties,  $\beta$ -glucans ☒