

AGNIESZKA KOŚCIELNY, MAREK GIBIŃSKI

CHARAKTERYSTYKA SKROBI OWSIANYCH POCHODZĄCYCH Z RÓŻNYCH FORM OWSA

Streszczenie

Skrobię owsianą cechują specyficzne właściwości fizyczne, chemiczne i strukturalne, dzięki czemu różni się ona znacznie od skrobi innego pochodzenia, szczególnie rozmiarem ziarenek oraz zawartością lipidów.

Celem pracy było porównanie niektórych właściwości fizykochemicznych skrobi pochodzących z wybranych polskich odmian i rodów owsa. Materiał badawczy stanowiły odmiany owsa oplewionego Bohun i Cwał, owsa nagoziarnistego Akt i Polar oraz rody owsa czarnoziarnistego CHD 3047/03 i CHD 3076/03. W wyizolowanych skrobiach oznaczono zawartość tłuszczu, białka i amylozy oraz scharakteryzowano ich rozpuszczalność i zdolność wiązania wody w temperaturze: 75, 85 i 95 °C. Zbadano także przebieg charakterystyki kleikowania wodnych zawiesin skrobiowych w wiskografie Brabendera.

Przebadane skrobie owsiane wykazywały zróżnicowane zawartości tłuszczu i amylozy. Zawartość lipidów wahała się w granicach od 1,13 do 1,34 %, przy czym skrobie z odmian nagoziarnistych i rodów czarnoplewkowych charakteryzowały się większą zawartością tłuszczu w porównaniu ze skrobią z odmian oplewionych. Najwięcej amylozy zawierały skrobie wyosobnione z odmian owsa nagiego. Pod względem zawartości substancji białkowych stwierdzono brak istotnych różnic pomiędzy poszczególnymi skrobiami. Średnia zawartość tego składnika wynosiła 0,31 %. Rozpuszczalność i zdolność wiązania wody, które znacznie wzrosły wraz z podwyższeniem temperatury z 85 do 95 °C, okazały się ujemnie skorelowane z zawartością substancji tłuszczowych.

Słowa kluczowe: skrobia owsiana, właściwości fizykochemiczne, amyloza, charakterystyka kleikowania, zdolność wiązania wody

Wprowadzenie

Utrzymujące się wysokie zainteresowanie owsem związane jest z rosnącymi wymaganiami konsumentów poszukujących wyrobów zasobnych w składniki odżywcze [24]. Spośród wszystkich zbóż ziarno owsa cechuje największa zawartość: tłuszczu, białka, popiołu i błonnika, a frakcji rozpuszczalnej błonnika, β -glukanom, przypisuje się niezwykle ważną rolę w obniżaniu hipocholesterolemii, spłaszczaniu krzywej insu-

linowej, a także stymulacji układu immunologicznego [1, 9]. Zainteresowaniu owsem towarzyszą badania nad skrobią owsianą stanowiącą około 50 % masy ziarna, a będącą interesującym materiałem badawczym [6, 20].

Skrobia owsiana, w porównaniu ze skrobią innych zbóż, charakteryzuje się najmniejszym rozmiarem ziaren, największą zawartością substancji tłuszczowych, odmiennym charakterem reologicznym, niską skłonnością do retrogradacji oraz występowaniem tzw. frakcji pośredniej, czyli materiału o właściwościach łączących cechy zarówno amylozy, jak i amylopektyny [3, 6, 8, 21, 22, 23].

Tłuszcze w skrobi owsianej, w zależności od odmiany owsa, występują na poziomie od 1,1 do 2,5 %, ze średnią zawartością około 1,3 % [2]. Związki te są akumulowane podczas syntezy gałązki skrobiowej i tworzą z amylozą kompleksy wnikać do hydrofobowego wnętrza jej helis [19, 23]. Obecność lipidów w znaczący sposób wpływa na obniżenie zdolności pęcznienia ziaren i rozpuszczalności skrobi w wodzie, opóźnienie i utrudnienie kleikowania. Determinują one także lepkość kleików oraz ograniczają tworzenie żelu [24].

Od niedawna na polskim rynku zbóż obecne są trzy formy owsa: oplewiona, naga i czarnoziałista. Zróżnicowanie ich jakości przejawia się w cechach handlowych, składzie chemicznym i walorach żywieniowych.

Celem pracy było porównanie wybranych właściwości fizykochemicznych skrobi owsianych pochodzących z wybranych form uprawianego w Polsce owsa.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiły skrobie wyosobnione z owsa oplewionego odmian Bohun i Cwał (traktowane jako wzorce w badaniach prowadzonych przez COBOR), owsa czarnoplewkowego rodów CHD 3047/03 i CHD 3076/03 pochodzących z Zakładu Hodowli Roślin „Danko” w Choryni (zgłoszone w COBOR do klasyfikacji odmianowej) oraz owsa nagoziarnistego odmian Akt i Polar (dwie z trzech odmian nagoziarnistych uprawianych w Polsce) pochodzących ze Stacji Hodowli Roślin w Strzelcach ze zbiorów w 2005 roku.

Ziarna owsa rozdrabniano w młynku laboratoryjnym Cyclotec 1093 firmy Foss Tecator, otrzymując w ten sposób śruty, z których laboratoryjnie, zgodnie z metodą Patona [14], ekstrahowano skrobie. Wyizolowane do analiz skrobie suszono, mielono, a następnie przesiewano przez sito o średnicy oczek 0,125 mm w urządzeniu Analysette 2 firmy Fritsch.

W badanym materiale oznaczano:

- zawartość tłuszczu metodą Soxhleta zgodnie z PN-EN ISO [16];
- zawartość białka metodą Kjeldahla zgodnie z PN-EN ISO [15], stosując przelicznik 6,25. Mineralizację i destylację prowadzono w aparatach Digestion Unit B-426 oraz Distillation Unit B-324 firmy Büchi;

- zawartość amylozy pozorną metodą spektrofotometryczną z jodem [10]. Pomiar absorpcji wykonywano przy długości fali $\lambda = 635$ nm, używając spektrofotometru Specord M42 firmy Carl Zeiss;
- zdolność wiązania wody i rozpuszczalność w wodzie zmodyfikowaną metodą Leacha [17] w temp. 75, 85 i 95 °C;
- charakterystykę kleikowania 7,5 % wodnych dyspersji skrobiowych w wiskografie Brabendera, według programu podstawowego [17]. Zastosowano puszkę pomiarową 250 cm³ oraz szybkość mieszania 75 obr./min. Wyznaczano następujące punkty charakterystyki kleikowania: temperaturę kleikowania (T_k) [°C], lepkość maksymalną (η_{max}) [jB], temperaturę przy maksymalnej lepkości (T_{max}) [°C], lepkość po 20 min ogrzewania w temp. 96 °C ($\eta_{96^\circ C/20}$) [jB], lepkość minimalną (η_{min}) [jB], temperaturę przy minimalnej lepkości (T_{min}) [°C] oraz lepkość po ochłodzeniu do temp. 25 °C ($\eta_{25^\circ C}$) [jB].

Otrzymane w wyniku przeprowadzonych analiz dane, stanowiące wartości średnie z co najmniej dwóch równoległych, nie różniących się od siebie w sposób istotny powtórzeń podano w przeliczeniu na suchą masę. Metodą jednoczynnikowej analizy wariancji obliczono współczynnik NIR (Najmniejszej Istotnej Różnicy) przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Wyniki oznaczenia zawartości tłuszczu w badanych skrobiach owsianych przedstawiono w tab. 1. Substancje lipidowe występowały w analizowanym materiale na poziomie od 1,13 % w skrobi z owsa odmiany Bohun do 1,34 % w skrobi z odmiany Akt. Uzyskane wyniki są zbliżone do danych podawanych w dostępnych źródłach literaturowych [5, 8, 18], a różnice w ich wartościach zależą od odmiany owsa, czynników środowiskowych, sposobu izolacji skrobi oraz użytej metody oznaczania [18, 20]. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic zawartości substancji tłuszczowych pomiędzy skrobiami wyodrębnionymi z odmian nagoziarnistych i rodów czarnoplewkowych. Natomiast skrobie te, w porównaniu ze skrobiami z odmian oplewionych, cechowała istotnie większa zawartość lipidów.

Wszystkie skrobie charakteryzowały się podobną zawartością białka (tab. 1), zbliżoną do danych uzyskanych przez Gibińskiego i wsp. [5] oraz Fortunę i wsp. [3]. Analizując otrzymane wyniki nie stwierdzono znaczących różnic odmianowych. Brak statystycznie istotnych różnic pomiędzy wartościami średnimi omawianego składnika między badanymi próbkami wskazuje, że zawartość białka w skrobi owsianej nie stanowi cechy odmianowej. Ponadto Hartunian-Sowa i wsp. [6] podają, że udział białka w ilości do 5 % w wyizolowanych skrobiach nie ma znaczącego wpływu na ich termiczne właściwości.

Tabela 1

Wybrane wskaźniki składu chemicznego badanych skrobi owsianych.
Selected chemical composition indicators of the oat starches studied.

Odmiana owsa Oats variety	Zawartość tłuszczu [%] Content of fat [%]	Zawartość białka [%] Content of protein [%]	Zawartość amylozy [%] Content of amylose [%]
Bohun	1,13 ^a	0,30 ^a	15,44 ^a
Cwał	1,18 ^{ab}	0,30 ^a	15,02 ^b
Akt	1,34 ^c	0,33 ^a	15,95 ^c
Polar	1,28 ^{bc}	0,33 ^a	17,11 ^d
CHD 3047/03	1,32 ^c	0,31 ^a	15,22 ^e
CHD 3076/03	1,33 ^c	0,31 ^a	14,05 ^f
NIR/LSD*	0,11	0,08	0,10

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* - Najmniejsza Istotna Różnica / The Least Significant Difference; Wartości średnie w kolumnach oznaczone tym samym indeksem literowym nie różnią się statystycznie istotnie na poziomie $\alpha = 0,05$. / Mean values in columns denoted by the same letter in superscript are not statistically significantly different at a level of $\alpha = 0.05$.

Zawartość amylozy pozornej jest ważnym wyróżnikiem, ponieważ wpływa na właściwości fizykochemiczne i funkcjonalne skrobi oraz na możliwość jej wykorzystania [22]. Najwięcej amylozy zawierały skrobie wyizolowane z odmian owsa nagiego, tj. Polar – 17,11 % i Akt – 15,95 % (tab. 1). Zawartość amylozy we wszystkich skrobiach różniła się statystycznie istotnie. Zróżnicowanie to może być spowodowane czynnikami genetycznymi, a zatem poziom omawianego składnika w skrobi owsianej może stanowić cechę odmianową. Znacznie wyższe niż w niniejszej pracy wyniki uzyskali Hartunian-Sowa i wsp. [6], Shamekh i wsp. [18] oraz Tester i wsp. [20]. Według Singha i wsp. [19], na zmienność zawartości amylozy pomiędzy skrobiami tego samego pochodzenia botanicznego ma wpływ sposób izolacji skrobi, choć wydaje się, że są one spowodowane odmiennymi właściwościami materiału roślinnego, jakim jest skrobia.

Rozpuszczalność skrobi w wodzie (tab. 2) w temp. 75 °C kształtowała się na poziomie od 1,61 % ('Bohun') do 1,81 % ('Akt'). Średnia wartość wyników, pomiędzy którymi nie było statystycznie istotnej różnicy, wyniosła 1,72 %. Temp. 85 °C powodowała nieznaczny wzrost rozpuszczalności skrobi, zawierającej się w zakresie od 2,10 % (skrobie z odmian oplewionych) do 2,72 % (skrobie z rodów czarnych). Gwałtowny wzrost rozpuszczalności wszystkich badanych polisacharydów nastąpił po przekroczeniu temp. 85 °C.

Tabela 2

Rozpuszczalność i zdolność wiązania wody przez badane skrobie owsiane.
Solubility and water binding capacity of the starches studied.

Odmiana owsa Oats variety	Rozpuszczalność w wodzie [%] Solubility in water [%]			Zdolność wiązania wody [g H ₂ O/g s.m.] Water binding capacity [g H ₂ O/g d.m.]		
	75°C	85°C	95°C	75°C	85°C	95°C
Bohun	1,61 ^a	2,10 ^a	27,69 ^a	4,57 ^a	5,57 ^{bc}	16,64 ^a
Cwał	1,74 ^a	2,10 ^a	26,17 ^{ab}	4,61 ^{ab}	5,89 ^d	16,38 ^{ab}
Akt	1,81 ^a	2,55 ^b	25,01 ^b	4,77 ^{bc}	5,31 ^{ab}	15,51 ^{ab}
Polar	1,71 ^a	2,50 ^b	24,21 ^b	4,64 ^{ab}	5,06 ^a	15,21 ^{ab}
CHD 3047/03	1,70 ^a	2,72 ^b	11,45 ^c	4,63 ^{ab}	5,48 ^{bc}	13,50 ^b
CHD 3076/03	1,73 ^a	2,72 ^b	12,51 ^c	4,82 ^c	5,70 ^{cd}	14,27 ^b
NIR/LSD*	0,2	0,3	1,9	0,2	0,3	2,2

Objaśnienia jak w tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

Skrobie z odmian owsa oplewionego, charakteryzujące się najmniejszą zawartością tłuszczu, wykazały największą rozpuszczalność w temp. 95 °C, która w stosunku do temperatury wyjściowej wzrosła ponad 17 razy w przypadku skrobi z owsa odmiany Bohun i ponad 15 razy w przypadku skrobi z owsa odmiany Cwał. Natomiast skrobie wyosobnione z rodów czarnoplewkowych osiągnęły najmniejsze wartości rozpuszczalności. Rozpuszczalność tych skrobi w temp. 95 °C była około 7 razy większa niż w 75 °C. Wyniki te mogą potwierdzać związek pomiędzy rozpuszczalnością a zawartością substancji lipidowych w ziarenkach skrobi owsianej [4]. Zdolność skrobi do formowania kompleksów amylozowo-lipidowych, które są nierozpuszczalne w wodzie i wymagają wyższej temperatury do dysocjacji ma wpływ na zmniejszenie jej rozpuszczalności [19, 24]. Zależności tej nie wykazały skrobie z odmian nagich, w których zawartość tłuszczu nie różniła się statystycznie istotnie w porównaniu ze skrobiami z rodów czarnych, natomiast ich rozpuszczalność w temp. 95 °C kształtowała się na znacznie wyższym poziomie.

Wyniki oznaczenia badanych skrobi, pochodzących z ziaren owsa odmian Bohun, Cwał, Akt i Polar, odpowiadają danym opublikowanym przez Patona [13], według którego rozpuszczalność skrobi owsianej w temp. 95 °C zawiera się w zakresie od 17 do 26 %. Otrzymane wartości są zbliżone także do wyników badań przeprowadzonych na trzech polskich odmianach owsa przez Gibińskiego i wsp. [5], którzy określili rozpuszczalność na poziomie 2,1–2,6 % w temp. 85°C oraz 23,4–32,4 % w temp. 95 °C. Wang i wsp. [23] podają znacznie wyższe wartości rozpuszczalności w temp. 85 i 95 °C. Różnice uzyskanych wyników mogą być spowodowane mniejszą zawartością

lipidów w badanych przez wyżej cytowanych autorów skrobiach owsianych w porównaniu ze skrobiami analizowanymi w niniejszej pracy.

Zdolność wiązania wody (tab. 2), wzrastająca wraz ze wzrostem temperatury, uzależniona jest od masy cząsteczkowej skrobi, która ulega zmniejszeniu w wyniku depolimeryzacji łańcuchów w trakcie procesu ogrzewania [18]. Podobnie jak dane odnoszące się do rozpuszczalności, również wyniki zdolności wiązania wody w temp. 75 i 85 °C przedstawiają stosunkowo niewielkie, lecz w niektórych przypadkach statystycznie istotne różnice pomiędzy poszczególnymi skrobiami. Skrobie badanych form owsa absorbowały wodę w ograniczonym zakresie, tzn. od 4,57 do 4,82 g H₂O/g s.m. w temp. 75 °C oraz od 5,06 do 5,89 g H₂O/g s.m. w temp. 85 °C. Po przekroczeniu tej temperatury nastąpił silny wzrost zdolności wiązania wody przez wszystkie skrobie. W temp. 95 °C największą zdolność wiązania wody stwierdzono w skrobiach oplewionych: 'Bohun' (16,64 g H₂O/g s.m.) i 'Cwał' (16,38 g H₂O/g s.m. natomiast najmniej wody zaadsorbowały skrobie z rodów czarnoplewkowych CHD 3047/03 (13,50 g H₂O/g s.m.) i CHD 3076/03 (14,27 g H₂O/g s.m.).

Tabela 3

Charakterystyka kleikowania badanych skrobi owsianych.
Pasting profile of the oat starches studied.

Odmiana owsa Oats variety	T _k [°C]	η _{max} [jB] / [BU]	T _{max} [°C]	η _{96°C/20} [jB] / [BU]	η _{min} [jB] / [BU]	T _{min} [°C]	η _{25°C} [jB] / [BU]
Bohun	83,5 ^a	1365 ^{ab}	96,0 ^a	875 ^{ab}	840 ^{ab}	90,0 ^a	4020 ^{ab}
Cwał	84,0 ^a	1365 ^{ab}	96,0 ^a	935 ^{ab}	900 ^{ab}	90,5 ^a	4565 ^c
Akt	84,0 ^a	1310 ^{ab}	96,0 ^a	870 ^{ab}	850 ^{ab}	91,5 ^a	5665 ^d
Polar	85,0 ^a	1060 ^c	96,0 ^a	765 ^a	740 ^a	90,5 ^a	5860 ^d
CHD 3047/03	82,0 ^a	1230 ^a	96,0 ^a	825 ^{ab}	785 ^{ab}	90,0 ^a	4360 ^{bc}
CHD 3076/03	84,0 ^a	1435 ^b	96,0 ^a	1000 ^b	950 ^b	90,0 ^a	3785 ^a
NIR/LSD*	5,5	157,2	0	173,5	188,5	8,5	475,4

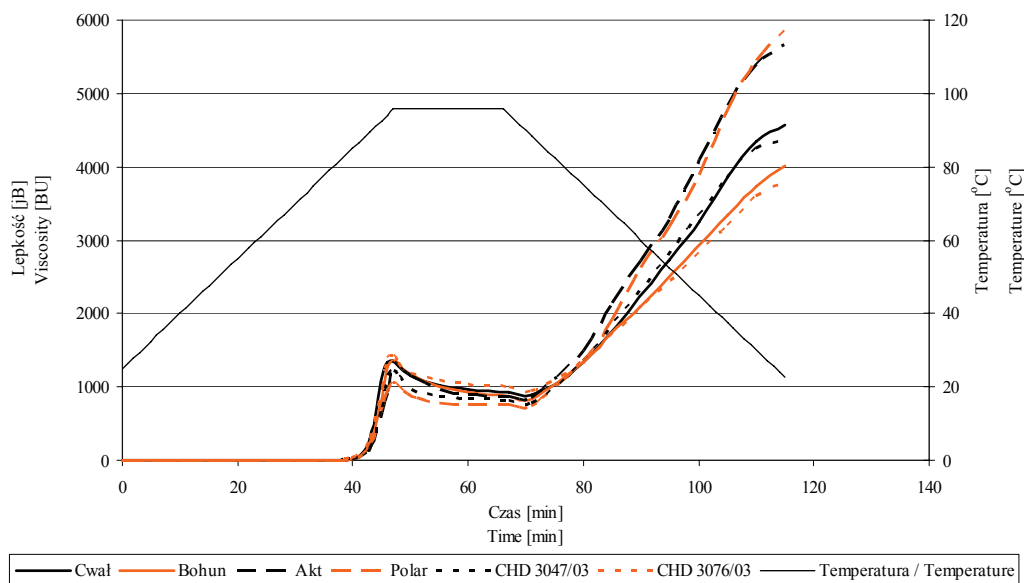
Objaśnienia: / Explanatory notes:

T_k -temperatura kleikowania / temperature of pasting; η_{max} - lepkość maksymalna / maximum viscosity; T_{max} - temperatura przy maksymalnej lepkości / temperature at a maximum viscosity; η_{96°C/20} - lepkość po 20 min ogrzewania w temp. 96 °C / viscosity after 20 min of heating at 96 °C; η_{min} - lepkość minimalna / minimum viscosity; T_{min} - temperatura przy minimalnej lepkości / temperature at a minimum viscosity; η_{25°C} - lepkość po ochłodzeniu do temp. 25 °C / viscosity after cooling to 25 °C.

Pozostałe objaśnienia jak w tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

W tab. 3. przedstawiono wyniki charakterystyki kleikowania 7,5% kleików badanych skrobi, oznaczonych za pomocą wiskografu Brabendera, a jej przebieg przedstawiono na rys. 1. Skrobie owsiane nie różniły się między sobą statystycznie istotnie, biorąc pod uwagę ich temperaturę kleikowania (T_k), która była mało zróżnicowana i wahała się w granicach od 82 do 85 °C. Średnia temperatura kleikowania badanych

skrobi była niższa w porównaniu z wartościami podanymi w innych pracach. Pałasiński [12] odnotował początek kleikowania skrobi owsianej w temp. 87 °C, Gibiński i wsp. [4] określili ten parametr na poziomie 89 °C, Hoover i wsp. [7] na poziomie 95 °C, co zdaniem Fortuny i wsp. [3] jest związane z większą zawartością substancji tłuszczowych. Fakt ten potwierdzają wyniki oznaczenia zawartości lipidów przez wyżej wymienionych badaczy, kształtujące się na wyższym poziomie w porównaniu z wynikami zamieszczonymi w niniejszej pracy.



Rys. 1. Charakterystyka kleikowania badanych skrobi.

Fig. 1. Pasting Profile of the starches studied.

W miarę wzrostu temperatury ziarenka skrobiowe pęczniały i zwiększały lepkość kleiku skrobiowego aż do osiągnięcia maksimum lepkości. Temp. 96 °C, w której wszystkie próbki osiągnęły lepkość maksymalną odpowiada danym literaturowym [3, 4], a otrzymane wartości maksimum zawierały się w zakresie od 1060 jB ('Polar') do 1435 jB (CHD 3076/03). W ciągu dalszego przetrzymywania kleików w temp. 96°C przez 20 min obserwowano spadek lepkości, co świadczy o ich małej stabilności w podwyższonej temperaturze. Lepkość po 20 min. w temp. 96 °C kształtowała się w granicach od 765 jB w przypadku skrobi z odmiany Polar do 1000 jB w przypadku skrobi z owsa czarnoplewkowego CHD 3076/03. Badane próbki osiągnęły lepkość minimalną w średniej temp. 90,5 °C, wynoszącą od 740 jB ('Polar') do 950 jB (CHD 3076/03). Wyniki oznaczenia temperatury przy minimum lepkości nie różniły się pomiędzy sobą w sposób statystycznie istotny i były zbliżone do wyników polskich odmian owsa [4]. Najbardziej znaczące zmiany lepkości stwierdzono podczas chłodzenia

gorących kleików z temp. 96 do 25 °C, co znajduje potwierdzenie w źródłach literaturowych [24]. Kleiki skrobiowe najwyższą lepkość z całego przebiegu charakterystyki kleikowania wykazały po ochłodzeniu do temp. 25 °C. Podobną prawidłowość dotyczącą kleików ze skrobi owsianej zaobserwował Gibiński i wsp. [4].

Kształt krzywej charakterystyki kleikowania zależy między innymi od stosunku amylozy do amylopektyny. Na wzrost lepkości kleików wpływa amylopektyna, co jest konsekwencją właściwości, że frakcja ta odpowiada za pęcznienie ziarenek skrobiowych [11]. Z kolei amyloza wzmacniając wewnętrzną strukturę ziarenek, wpływa na obniżenie zdolności pęcznienia skrobi. Tłumaczy to największe wartości lepkości maksymalnej, lepkości po okresie przetrzymywania w temp. 96 °C oraz lepkości minimalnej uzyskane przez kleik skrobi z ziaren rodu CHD 3076/03, w której zawartość amylozy jest najmniejsza spośród wszystkich próbek (w związku z tym zawartość amylopektyny kształtuje się na poziomie najwyższym). Skrobia z owsa odmiany Polar, cechująca się największą zawartością amylozy, wykazała najmniejsze wartości lepkości w tych samych punktach charakterystyki kleikowania.

Wnioski

1. Wśród badanych skrobi najwięcej substancji tłuszczowych zawierały skrobie wyizolowane z odmian owsa nagiego i rodów owsa czarnego. Znacznie mniejszą zawartością lipidów charakteryzowały się skrobie pochodzące z odmian owsa oplewionego.
2. Wszystkie skrobie cechowały się podobną zawartością substancji białkowych, co świadczy o tym, że jego zawartość w skrobi owsianej nie stanowi cechy odmianowej, a prawdopodobnie jest wynikiem doboru metody wyosobniania skrobi, wpływającej na czystość chemiczną końcowego preparatu. Sugeruje się, że obecność białka w skrobi w przeważającej mierze jest wynikiem zanieczyszczenia skrobi białkiem (niedostatecznym strąceniem go, bądź wymyciem).
3. Stwierdzono statystycznie istotne różnice zawartości amylozy pomiędzy poszczególnymi skrobiami, które mogą sugerować, że zawartość amylozy jest cechą dziedziczną, charakterystyczną dla danej formy owsa, jednak może się zmieniać w zależności od czynników środowiskowych, a w szczególności od warunków meteorologicznych, nawożenia i rejonu uprawy.
4. Najwyższą rozpuszczalność i zdolność wiązania wody, szczególnie w temperaturze 95 °C, uzyskały skrobie o małej zawartości lipidów ('Bohun' i 'Cwał').
5. Badane skrobie wykazały podobny przebieg charakterystyki kleikowania aż do osiągnięcia minimum lepkości, po którym nastąpił jej gwałtowny wzrost. Najwyższymi wartościami lepkości po ochłodzeniu do temp. 25 °C charakteryzowała się skrobia wyodrębniona z odmiany owsa nagiego Polar. Najniższą wartość lepkości

w tym punkcie charakterystyki kleikowania uzyskano w przypadku kleiku skrobi pochodzącej z rodu czarnoplewkowego CHD 3076/03.

Literatura

- [1] Behall K. M., Schofield J. D., Hakkfish J.: Effect of β -glucan level in oat fiber extracts on blood lipids in men and women. *J. Am. College Nutr.*, 1997, **16**, 46-51.
- [2] Berski W., Ptaszek A., Ptaszek P., Achremowicz B.: Porównanie wybranych właściwości natywnej i częściowo odtłuszczonej skrobi owsa odmiany Akt. *Biul. Inst. Hod. i Aklim. Roślin*, 2006, **239**, 225-235.
- [3] Fortuna T., Juszcak L.: Wybrane właściwości skrobi różnego pochodzenia. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*, 2000, **367**, 39-50.
- [4] Gibiński M., Berski W.: Właściwości skrobi z wybranych polskich odmian owsa. *Biul. Inst. Hod. i Aklim. Roślin*, 2006, **239**, 213-223.
- [5] Gibiński M., Pałasiński M., Tomasik P.: Physicochemical properties of defatted oat starch. *Starch/Stärke*, 1993, **45 (10)**, 354-357.
- [6] Hartunian-Sowa S. M., White P. J.: Characterization of starch isolated from oat groats with different amounts of lipid. *Cereal Chem.*, 1992, **69 (5)**, 521-527.
- [7] Hoover R., Senanayake S. P.: Composition and physicochemical properties of oat starches. *Food Res. Int.*, 1996, **29 (1)**, 15-26.
- [8] Hoover R., Smith C., Zhou Y., Ratnayake R. M. W. S.: Physicochemical properties of Canadian oat starches. *Carboh. Polym.*, 2003, **52**, 253-261.
- [9] Mälkki Y., Autio K., Hänninen O.: Oat bran concentrates: physical properties of β -glucan and hypocholesterolemic effect in rats. *Cereal Chem.*, 1992, **69 (5)**, 647-653.
- [10] Morrison W. R., Laignelet B.: An improved colorimetric procedure for determining apparent and total amylose in cereal and other starches. *J. Cereal Sci.*, 1983, **1**, 9-20.
- [11] Nowotna A.: Wpływ sposobu przygotowania skrobi pszenżytniej na właściwości oraz charakterystykę frakcji rozpuszczalnej kleików skrobiowych. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*, 1996, **214**, 5-77.
- [12] Pałasiński M.: Właściwości skrobi różnego pochodzenia. *Postępy Nauk Rolniczych*, 1994, **3**, 47-60.
- [13] Paton D.: Oat starch: some recent developments. *Starch/Stärke*, 1979, **31 (6)**, 184-187.
- [14] Paton D.: Oat starch. Extraction, purification and pasting properties. *Starch/Stärke*, 1977, **29 (5)**, 149-153.
- [15] PN-EN ISO 3188:2000. Skrobia i produkty pochodne. Oznaczanie zawartości azotu metodą Kjeldahla. Metoda miareczkowa.
- [16] PN-EN ISO 3947:2001. Skrobie naturalne i zmodyfikowane. Oznaczanie całkowitej zawartości tłuszczu.
- [17] Richter M., Augustat S., Schierbaum F.: *Ausgewählte Methoden der Stärkechemie*. VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1968.
- [18] Shamekh S., Forssell P., Poutanen K.: Solubility pattern and recrystallization behavior of oat starch. *Starch/Stärke*, 1994, **46 (4)**, 129-133.
- [19] Singh N., Singh J., Kaur L.: Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. *Food Chem.*, 2003, **81**, 219-231.
- [20] Tester R. F., Karkalas J.: Swelling and gelatinization of oat starches. *Cereal Chem.*, 1996, **73 (2)**, 271-277.

- [21] Tester R. F., Karkalas J., Qi X.: Starch – composition, fine structure and architecture. *J. Cereal Sci.*, 2004, **39**, 151-165.
- [22] Wang L. Z., White P. J.: Structure and properties of amylose, amylopectin and intermediate materials of oat starches. *Cereal Chem.*, 1994, **71 (3)**, 263-268.
- [23] Wang L. Z., White P. J.: Structure and physicochemical properties of starches from oats with different lipid contents. *Cereal Chem.*, 1994, **71 (5)**, 443-450.
- [24] Zhou M., Robards K., Glennie-Holmes M., Helliwell S.: Structure and pasting properties of oat starch. *Cereal Chem.*, 1998, **75 (3)**, 273-281.

THE PROFILE OF OAT STARCHES ISOLATED FROM VARIOUS FORMS OF OATS

S u m m a r y

Oat starch has unique physical, chemical, and structural properties causing this starch to significantly differ from starches isolated from other sources, in particular, in the size of granules and in the content of lipids.

The objective of this paper was to analyze and compare some selected physicochemical properties of starches derived from the selected Polish cultivars and strains of oats. The material analyzed consisted of the covered (glumiferous) oats of the Bohun and Cwał cultivars, naked oats of the Akt and Polar cultivars, and the black-grain strains of CHD 3047/03 and CHD 3076/03 oats. In the isolated starches, the contents of lipids, proteins, and amylose were determined, and the solubility and water binding capacity of those starches were characterised at a temperature of 75, 85, and 95 °C. Moreover, the pasting profile of water-starch suspensions was analyzed using a Brabender viscoamylograph.

The starches studied showed considerable differences in their contents of fat and amylose. The content of lipids varied from 1.13 to 1.34 %, and the starches from naked grains of oats and black glumelle strains were characterized by a higher content of fat compared to the starch from the covered (glumiferous) varieties. The highest content of amylose was found in the starches isolated from naked oats cultivars. With regard to the content of proteins, no significant differences among individual starches were found. The average content of this component was 0.31 %. The solubility and water binding capacity, which essentially increased with the temperature rising from 85 °C to 95 °C, were negatively correlated with the content of fatty substances.

Key words: oat starch, physicochemical properties, amylose, pasting profile, water binding capacity 