

MAŁGORZATA MAGER, JAN KIRYLUK, ZUZANNA SZMYT,
ELŻBIETA KONIECZNA

OKREŚLENIE MOŻLIWOŚCI SZACOWANIA ZAWARTOŚCI β-GLUKANÓW W PRODUKTACH PRZEMIAŁU ZIARNA JĘCZMIENIA PRZEZ POMIAR LEPKOŚCI ICH EKSTRAKTÓW

Streszczenie

Celem badań było określenie możliwości szacowania zawartości β-glukanów w produktach przemiału ziarna jęczmienia na podstawie pomiaru lepkości ich wodnych i kwaśnych ekstraktów.

Określono wpływ sposobu ekstrakcji oraz przygotowania prób do ekstrakcji na lepkość dynamiczną uzyskanych ekstraktów. Lepkość ekstraktów mierzono przy użyciu lepkościomierza kapilarnego Ostwalda.

Wykazano, że lepkość dynamiczna kwaśnych ekstraktów z produktów przemiału ziarna jęczmienia jest lepszym wskaźnikiem zawartości β-glukanów w produktach jęczmiennych niż lepkość dynamiczna ich wodnych ekstraktów.

Stwierdzono, że do szacowania zawartości β-glukanów w produktach przemiału ziarna jęczmienia można zastosować metodę pomiaru lepkości kwaśnych ekstraktów przy zachowaniu następujących parametrów: wielkość cząstek w próbie kierowanej do oznaczenia zawartości β-glukanów ≤ 150 μm, stężenie kwaśnych ekstraktów z produktów jęczmiennych 1 g/10 ml, a pomiar lepkości dynamicznej kwaśnych ekstraktów powinien odbywać się bezpośrednio po ich otrzymaniu.

Słowa kluczowe: ziarno jęczmienia, lepkość dynamiczna, β-glukany.

Wstęp

Spośród ziarna zbóż, ziarno jęczmienia wyróżnia się wysoką zawartością błonnikową pokarmowego, a szczególnie jego frakcji rozpuszczalnej. Jednym ze składników tej frakcji są β-glukany [4, 5, 10]. Ze względu na swoje właściwości fizykochemiczne odgrywają one istotną rolę w żywieniu człowieka, wykazano bowiem skuteczność tych związków w profilaktyce wielu chorób [2, 6, 7, 8, 9, 14, 15].

Wysoka zawartość błonnika pokarmowego, w tym β -glukanów, w ziarnie jęczmienia sprawia, że podejmuje się próby uzyskania produktu charakteryzującego się wyższą niż w ziarnie wyjściowym zawartością tych związków na drodze przemiału ziarna jęczmienia [11, 12]. Do określenia i oceny sposobu przemiału, mającego na celu otrzymanie produktów wysokobłonnikowych, konieczna jest jednak bieżąca analiza zawartości w nich β -glukanów. Dotychczasowe chemiczne i enzymatyczne metody określania zawartości β -glukanów są długotrwałe i kosztowne, co skłoniło do podjęcia badań nad opracowaniem możliwie prostej, szybkiej i taniej metody laboratoryjnej pozwalającej na różnicowanie zawartości tych składników w produktach przemiału ziarna jęczmienia.

Celem pracy było określenie możliwości szacowania zawartości β -glukanów w produktach przemiału ziarna jęczmienia na podstawie pomiaru lepkości ich wodnych lub kwaśnych ekstraktów.

Materiał i metody badań

Materiał doświadczalny stanowiły cztery wysokobłonnikowe produkty przemiału ziarna jęczmienia (A, B, C, D) o zróżnicowanej zawartości β -glukanów. W produktach A, B, C i D zawartość β -glukanów wynosiła odpowiednio 0,99; 2,16; 5,74 i 9,50%. Produkty te różniły się również granulacją: produkty A i B zawierały cząstki wielkości $d < 30 \mu\text{m}$, produkt C: $30 < d < 150 \mu\text{m}$, natomiast produkt D stanowiły cząstki mieszczące się w przedziale $30 < d < 300 \mu\text{m}$. W badaniach użyto również próby uzyskane przez zmieszanie w odpowiednich proporcjach dwóch wybranych, spośród czterech wyjściowych produktów A, B, C lub D. Uzyskano w ten sposób próby: 1_{AB}, 2_{AC}, 3_{AC}, 4_{AD}, 5_{BD}, 6_{BD}, 7_{CD}, 8_{CD}, o obliczonej zawartości β -glukanów wynoszącej odpowiednio 1,50; 2,50; 3,50; 4,50; 5,50; 6,50; 7,50 i 8,50%.

Przygotowanie wodnego ekstraktu badanych prób prowadzono zgodnie z metodą podaną przez Fenglera i Marquardta [3]. Metodę tę we wstępnej fazie doświadczeń zmodyfikowano, różnicując naważkę produktu poddawanego ekstrakcji. Przygotowanie ekstraktu kwaśnego przeprowadzono zgodnie z metodą podaną przez Bhaty'ego i wsp. [1].

Przy użyciu wiskozymetru Ostwalda [13] wyznaczono lepkość wodnych i kwaśnych ekstraktów badanych prób bezpośrednio po ekstrakcji oraz po upływie 6 godz. od chwili uzyskania ekstraktu.

W dalszym etapie doświadczeń przed procesem kwaśnej ekstrakcji wprowadzono zabieg ujednorodnienia granulacji badanych prób produktów jęczmiennych. Próbę rozdrabniano przy użyciu młynka udarowego w czasie 15 s następnie wydzielano cząstki nieprzesiewające się przez sito o wielkości oczek $150 \mu\text{m}$, które kierowano do

ponownego rozdrabniania. Zabiegi te powtarzano do momentu, gdy wszystkie cząstki próby zostały przesiane przez sito 150 μ m.

Wyniki i dyskusja

W pierwszym etapie pracy wyznaczono lepkość dynamiczną wodnych ekstraktów z produktów A, B, C i D o stężeniu 1 g/10 ml i 2 g/10 ml.

Lepkość ekstraktu o stężeniu 1 g/10 ml z produktu A o najniższej zawartości β -glukanów wynosiła 1,02 cP a lepkość ekstraktu o tym samym stężeniu z produktu D o najwyższej zawartości β -glukanów wynosiła 1,55 cP. Wzrost stężenia ekstraktów do 2 g/10 ml spowodował wzrost ich lepkości. Lepkość ekstraktu z próby D (9,5% β -glukanów) wyniosła 2,52 cP.

Mimo, że zawartość β -glukanów w próbce D była blisko 10-krotnie większa niż w próbce A, to lepkość ekstraktu z próby D w porównaniu z lepkością ekstraktu z próby A była tylko 2,5-krotnie większa. Uznano więc, że lepkość wodnych ekstraktów jest zbyt mało czułą miarą zawartości β -glukanów w produktach jęczmiennych. Dalszą część badań prowadzono stosując ekstrakcję kwaśną.

W tab. 1. przedstawiono wpływ zawartości β -glukanów w produktach jęczmiennych oraz sposobu pomiaru na lepkość kwaśnych ekstraktów uzyskanych z tych produktów.

Lepkość ekstraktów z badanych produktów jęczmiennych mierzona bezpośrednio po ich sporządzeniu była wyższa od lepkości mierzonej po 6 godz. od ich wykonania. Wskazuje to na niestabilność lepkości uzyskiwanych ekstraktów i konieczność zachowania tego samego czasu pomiędzy uzyskaniem ekstraktu a pomiarem jego lepkości.

Tabela 1

Wpływ zawartości β -glukanów w produktach jęczmiennych i czasu stabilizacji na lepkość dynamiczną ich kwaśnych ekstraktów.

The effect of β -Glucans contained in barley products, as well as of the stabilizing time on the absolute viscosity of their acidic extracts

Produkt Product	Zawartość β -glukanów [%] s.m. β -glucans content [%] d.m.	Lepkość [cP] Viscosity [cP]	
		0 [h]	6 [h]
A	0,99	1,71 \pm 0,005	1,58 \pm 0,007
B	2,16	3,90 \pm 0,032	2,57 \pm 0,035
C	5,74	5,50 \pm 0,016	3,35 \pm 0,017
D	9,5	4,94 \pm 0,085	3,05 \pm 0,078

*wartość średnia z pięciu prób \pm odchylenie standardowe;

* a mean value of five samples \pm standard deviations.

Niezależnie od chwili, w której dokonywano pomiaru lepkości, ze wzrostem zawartości β -glukanów w produktach jęczmiennych od 0,99% (produkt A) do 5,74% (produkt C) nastąpił wzrost lepkości dynamicznej ich kwaśnych ekstraktów. Lepkość ekstraktu z produktu D o 9,50% zawartości β -glukanów była niższa od lepkości ekstraktu z produktu C o zawartości 5,74%.

Produkt D o najwyższej zawartości β -glukanów zawierał cząstki o wielkości od 30 μm do 300 μm . W produktach A, B i C występowały cząstki mniejsze od 150 μm . Stosunkowo gruba granulacja produktu D wpłynęła na obniżenie skuteczności ekstrakcji β -glukanów.

W celu ograniczenia wpływu wielkości cząstek na skuteczność ekstrakcji wprowadzono zabieg ujednorodnienia granulacji produktu D. Po przeprowadzeniu tego zabiegu lepkość ekstraktu z próby D mierzona bezpośrednio po jego uzyskaniu wyniosła 7,28 cP.

Tabela 2

Wpływ zawartości β -glukanów w produktach przemiału ziarna jęczmienia na lepkość dynamiczną ich kwaśnych ekstraktów.
The effect of β -Glucans contained in barley grain milling products on the absolute viscosity of their acidic extracts.

Produkt Product	Zawartość β -glukanów [%] β -glucans content [%]	Lepkość * [cP] Viscosity [cP]
Próba/ Sample 0	0	1,01 \pm 0,003
A	0,99	1,71 \pm 0,005
1 _{AB}	1,50	2,47 \pm 0,011
B	2,16	3,90 \pm 0,030
2 _{AC}	2,50	3,77 \pm 0,004
3 _{AC}	3,50	4,06 \pm 0,005
4 _{AD}	4,50	4,29 \pm 0,027
5 _{BD}	5,50	5,34 \pm 0,068
C	5,74	5,50 \pm 0,016
6 _{BD}	6,50	6,42 \pm 0,086
7 _{CD}	7,50	6,56 \pm 0,104
8 _{CD}	8,50	6,68 \pm 0,090
D	9,50	7,28 \pm 0,085

*wartość średnia z pięciu powtórzeń (\pm odchylenie standardowe)

*a mean value of five repetitions \pm standard deviations

W tab. 2. przedstawiono lepkość kwaśnych ekstraktów z produktów A, B, C i D oraz lepkość ekstraktów z prób 1–8. Pomiar lepkości wykonywano bezpośrednio po uzyskaniu ekstraktu. W produktach A, B, C i D zawartość β -glukanów oznaczono

chemicznie. Natomiast próby 1–8 uzyskane zostały przez zmieszanie w założonych proporcjach dwóch wybranych produktów o oznaczonej chemicznie zawartości β -glukanów.

Ze wzrostem zawartości β -glukanów w produktach jęczmiennych następował proporcjonalny wzrost lepkości ich kwaśnych ekstraktów.

W tab. 3. przedstawiono charakterystykę statystyczną równania regresji liniowej $Z_{\beta} = f(L)$ oraz wartości i charakterystykę statystyczną współczynników regresji B_0 i B_1 . Wyznaczone empirycznie równanie przyjęło postać:

$$Z_{\beta} = 1,47L - 2,18$$

gdzie:

Z_{β} – zawartość β -glukanów, [%],

L – lepkość dynamiczna ekstraktu, [cP].

Tabela 3

Charakterystyka równania regresji $Z_{\beta} = f(L)$.

The characteristic of the regression equation $Z_{\beta} = f(L)$.

Wskaźnik Jednostka Index Unit	Parametry liniowej regresji funkcji: $Z_{\beta} = f(L)$ Parameters of the linear regression of the function: $Z_{\beta} = f(L)$ $R = 0,971$; $R^2 = 0,942$; $F(1,63) = 1032,1$; $p < 0,00000$ Błąd standardowy estymacji: 0,70411 Standard error of the estimation: 0,70411					
	B	Błąd std. B ,B' standard error	β	Błąd std. β , β ' standard error	$t_{obl.} / t_{calculated}$	p
B_0 [-]	$B_0 = -2,1755$	0,225157	-	-	-9,66228	4,7E-14
L [cP]	$B_1 = 1,4688$	0,045721	0,97081	0,03022	32,12591	8,91E-41

Zmienność zawartości β -glukanów w produktach przemiału ziarna jęczmienia była wyjaśniona w około 94% lepkością ekstraktów z tych produktów ($R^2 = 0,942$). Zależność ta była statystycznie istotna ($F_{obl.} = 1032,1$; $F_{obl.} > F_{0,05}$) istotne były także współczynniki regresji ($t_{obl.} > t_{0,05}$).

Wnioski

1. Lepkość dynamiczna kwaśnych ekstraktów z produktów przemiału ziarna jęczmienia jest lepszym wskaźnikiem zawartości β -glukanów w tych produktach niż lepkość dynamiczna ich wodnych ekstraktów.
2. Na zmienność lepkości dynamicznej kwaśnych ekstraktów z produktów przemiału ziarna jęczmienia w ponad 94% wpływa zawartość β -glukanów.

3. Empiryczna zależność pomiędzy zawartością β -glukanów w produktach przemiału ziarna jęczmienia a lepkością uzyskanych z tych produktów kwaśnych ekstraktów ma postać statystycznie istotnej zależności liniowej. Współczynnik determinacji tej zależności wynosi 0,94.
4. Do oszacowania zawartości β -glukanów w produktach przemiału ziarna jęczmienia można zastosować opracowaną metodę kwaśnej ekstrakcji przy zachowaniu następujących zasad postępowania:
 - wielkość cząstek w próbie kierowanej do oznaczenia zawartości β -glukanów powinna być $< 150 \mu\text{m}$,
 - stosunek produktu do kwaśnego roztworu ekstrahującego powinien wynosić 1 g/10 ml,
 - pomiar lepkości ekstraktów powinien odbywać się bezpośrednio po ich otrzymaniu.
5. Konieczna jest dalsza kontynuacja badań w celu określenia przydatności przedstawionej metody szacowania zawartości β -glukanów w produktach jęczmiennych pochodzących ze zróżnicowanych odmian ziarna jęczmienia.

Literatura

- [1] Bhatti R.S., Mac Gregor A.W., Rossnagel B.G.: Total and acid-soluble β -glukan content of hullless barley and its relationship to acid-extract viscosity. *Cereal Chem.*, 1997, **68** (3), 221.
- [2] Elkner K.: Błonnik pokarmowy a nasze zdrowie. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 1994, **38** (4), 20.
- [3] Fengler A.J., Marquardt R.R.: Water soluble pentosans from rye: Isolation, partial purification, and characterization. *Cereal Chem.*, 1988, **65** (4), 291.
- [4] Gąsiorowski H. (pod red.): Jęczmień – chemia i technologia. PWRiL, Poznań 1997.
- [5] Gąsiorowski H.: Skład chemiczny i wartość odżywcza jęczmienia. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 1998, **42** (11), 2.
- [6] Gąsiorowski H.: Aspekty profilaktyczne jęczmienia i jego produktów (cz. 1). *Przegl. Zboż. Młyn.*, 1997, **41** (11), 2.
- [7] Gąsiorowski H.: Aspekty profilaktyczne jęczmienia i jego produktów (cz. 2). *Przegl. Zboż. Młyn.*, 1997, **41** (12), 7.
- [8] Gąsiorowski H., Górecka D.: Błonnik – balast cenny w żywieniu. *Przegl. Piek. Cuk.*, 1991, **39** (4), 3.
- [9] Hasik J., Dobrzańska A., Bartnikowska E.: Rola włókna roślinnego w żywieniu człowieka. Wyd. SGGW, Warszawa 1997.
- [10] Kawka A., Gąsiorowski H.: Jęczmień w żywieniu człowieka. *Przegl. Piek. Cuk.*, 1993, **41** (2), 6.
- [11] Kiryluk J., Kawka A., Gąsiorowski H., Anioła J.: Milling of barley to obtain β -glukan enriched products. *Nahrung*. 2000, **44** (2), 238-241.
- [12] Knuckles B.E., Chin M.M., Betschart A.A.: β -glukan – enriched fraction from laboratory – scale dry milling and sewing of barley and oats. *Cereal Chem.*, 1992, **69** (2), 198.
- [13] Kołodziejczyk L., Rubik M., Mańkowski S.: Pomiary w inżynierii sanitarnej. WNT, Warszawa 1974.
- [14] Łoś-Kuczera M.: Błonnik – balast cenny w żywieniu człowieka. *Przem. Spoż.*, 1990, **44** (1), 7.
- [15] Michniewicz J., Gąsiorowski H.: β -glukany zbóż – ich rola w przemyśle i żywieniu człowieka. *Postępy Nauk Roln.*, 1994, **41** (1), 41.

METHODS TO ESTIMATE A CONTENT OF β -GLUCANS IN THE PRODUCTS OF BARLEY GRAIN MILLING BY MEASURING THE VISCOSITY OF THEIR EXTRACTS

S u m m a r y

The study aimed at defining methods of estimating the content of β -Glucans in the products of barley grain milling by measuring the viscosity of their hydrous and acidic extracts.

It was identified the effect of some selected methods of extraction and of sample preparation to extraction on the absolute viscosity of obtained extracts. The viscosity of extracts was measured using an Ostwald viscometer.

It was proved that the absolute viscosity of acidic extracts of the barley grain milling products constituted a better index of β -Glucans content in barley products than the absolute viscosity of their hydrous extracts.

It was also stated that this method of measuring the viscosity of acidic extracts can be used to estimate a content of β -Glucans in the barley grain milling products provided that the following procedure principles are kept: the size of particles in a sample for which the β -Glucans content is to be determined should be = 150 μm ; the concentration of acidic extracts of barley products should equal 1g/10ml; the absolute viscosity of acidic extracts should be measured directly after the extracts have been obtained.

Key words: barley grain, absolute viscosity, β -Glucans. ☒