

## WSTĘPNA OCENA WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH I SKŁADU CHEMICZNEGO ZIARNA ŻYTA *SECALE MONTANUM*

Jan Matras<sup>1</sup>, Bogusław Szot<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut Żywnienia Zwierząt, Uniwersytet Przyrodniczy  
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

<sup>2</sup>Institut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin  
e-mail: jwmatras@poczta.onet.pl

**Streszczenie.** Przeprowadzono badania ziarna żyta górskiego (*Secale montanum*) pod kątem oceny podstawowych właściwości fizycznych i składu chemicznego. Wyjściowy materiał badawczy pochodził z Turcji i został rozmnożony w Polsce przez autorów. W obszarze oceny właściwości fizycznych określono porowatość masy ziarna, gęstość w stanie usypnym, masę 1000 ziaren, kąty zsypu i usypu, a pojedyncze ziarna po zmierzeniu grubości i długości poddano testom wytrzymałościowym. Określono zawartość podstawowych składników pokarmowych, frakcji włókna, aminokwasów, kwasów tłuszczowych i składników mineralnych. Stwierdzono, że wartości charakteryzujące masę ziarna są wyższe dla tego gatunku w porównaniu z żytem uprawnym. Podobnie wyższe wskaźniki uzyskano dla większości parametrów wytrzymałościowych pojedynczych ziarniaków. Analiza chemiczna wykazała, że ziarno żyta *Secale montanum* ma typową zawartość składników pokarmowych, podawanych dla żyta *Secale cereale* w normach żywieniowych, przy nieco niższej zawartości frakcji włókna surowego i lizyny, a wyższej zawartości metioniny, nienasyconych kwasów tłuszczowych (linolowego i linolenowego) oraz cynku.

Słowa kluczowe: żyto górskie, ziarno, właściwości fizyczne, skład chemiczny

### WSTĘP

Żyto jako jedno z podstawowych zbóż ogrywa bardzo istotną rolę gospodarczą na terenach o słabszych glebach i ostrzejszym klimacie, a więc tam, gdzie nie ma możliwości uprawy pszenicy. Jak podaje Bushuk (2004) Polska jest trzecim na świecie producentem żyta (po Rosji i Niemczech), co stawia nasz kraj w gronie liczących się producentów, który z ok. 5 mln ton ziarna rocznie zapewnia ok. 25% produkcji globalnej. Według Budzyńskiego i Szemplińskiego (1999) pod względem składu chemicznego ziarno żyta jest zbliżone do ziarna pszenicy, a wyjątek stanowi białko,

którego zawartość bywa zwykle niższa i może ulegać znacznym wahaniom (8-16%). Białko żyta zawiera jednakże więcej albumin i globulin, a mniej białek zapasowych – prolamin. Jednak pod względem odżywczym białko żyta zawiera więcej lizyny, a zawartość aminokwasów egzogennych jest lepiej zbilansowana niż w białku pszenicy. Według tych autorów żyto przewyższa pszenicę o 25% pod względem zawartości błonnika pokarmowego ogółem i frakcji rozpuszczalnej, szczególnie pożądaney w produktach spożywczych. Wiele tych danych potwierdza Gąsiorowski (1994). Z badań Simmondsa i Campbella (1976) wynika, że ziarno żyta zawiera więcej wapnia, żelaza, miedzi i magnezu niż ziarno pszenicy.

W Europie Środkowej, w tym również w Polsce uprawia się żyto *Secale cereale*, najbardziej rozpowszechnione na świecie. Według Budzyńskiego i Szemplińskiego (1999) najczęściej uważa się, że żyto uprawne może wywodzić się bezpośrednio od *Secale montanum*. Badania morfologiczne, ekologiczne i cytologiczne sugerują natomiast, że jest wynikiem krzyżowania *Secale vavilovi* z *Secale montanum*. Ten drugi gatunek jest jeszcze uprawiany w krajach śródziemnomorskich. *Secale montanum* (żyto górskie) ma niewielkie wymagania glebowe i wodne oraz toleruje znaczne zakwaszenie gleby. W czystej formie w Polsce nie jest uprawiane. Dlatego autorzy podjęli się przetestowania ziarna tego gatunku pod kątem oceny właściwości fizycznych i składu chemicznego.

#### MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Wyjściowy materiał badawczy pochodził z Turcji i po rozmnożeniu we własnym zakresie, założono poletka doświadczalne 4x4 m<sup>2</sup> (z odpowiednim obsiewem) na polu przy Instytucie Agrofizyki PAN w Lublinie. Zachowując odpowiednią agrotechnikę i nawożenie dla ozimych roślin zbożowych, ziarna *Secale montanum* wysiano ręcznie co 15 cm, wyznaczając 20-centymetrowe międzyrzędzia, co w efekcie dało wysiew 30 szt. na 1m<sup>2</sup>. Tak rzadki wysiew został podyktowany wcześniejszymi obserwacjami dotyczącymi bardzo obfitej krzewistości tego gatunku żyta i średnim plonie ziarna z jednej rośliny 39,3 g (Geodecki, Szot 2008).

Uzyskany plon o wilgotności ziarna 9%±0,3% poddano badaniom właściwości fizycznych i składu chemicznego. W obszarze oceny właściwości fizycznych określono porowatość warstwy ziarna (w 5 powtórzeniach), gęstość w stanie usypanym, masę 1000 ziarn (MTZ), kąty zsypu i usypu (po 3 powtórzenia). Zmierzono grubość i długość ziarniaków (po 100 powtórzeń), a następnie pojedyncze ziarna poddano testom na aparaturze wytrzymałościowej Instron (model 6022) w 50 powtórzeniach. Zastosowane metody pomiarowe zostały wcześniej sprawdzone i opublikowane (Grundas i in. 1978, Szot i in. 1973, 1991, Styk i Szot 1987).

Dzięki testom wytrzymałościowym uzyskano następujące parametry mechaniczne dla pojedynczych ziarniaków *Secale montanum*:

$F_{max}$  – siła maksymalna powodująca zniszczenie struktury ziarna,

$F_{spr}$  – siła w granicy sprężystości ziarna,

$\varepsilon_{max}$  – odkształcenie odpowiadające sile maksymalnej,

$\varepsilon_{spr}$  – odkształcenie odpowiadające sile w granicy sprężystości,

$E$  – energia powodująca zniszczenie struktury ziarna,

$M_{spr}$  – pozorny moduł sprężystości.

Próbkę żyta, po rozdrobieniu na młynku laboratoryjnym, poddano podstawowej analizie pasz oraz analizom szczegółowym. Zawartość podstawowych składników pokarmowych (sucha masa, popiół surowy, białko ogólne, włókno surowe, tłuszcz surowy) określono według AOAC (2000). Frakcje włókna – obojętne włókno detergentowe (NDF), kwaśne włókno detergentowe (ADF) oraz ligninę (ADL) oznaczono wg Van Soesta i Wine'a (1967), przy użyciu aparatu ANKOM<sup>220</sup> Fiber Analyser. Do określenia zawartości aminokwasów wykorzystano analizator aminokwasów AAA 400 (INGOS, Republika Czech), po uprzedniej hydrolizie w stężonym kwasie siarkowym. Profil kwasów tłuszczowych (% sumy kwasów) określono na chromatografii gazowej Varian CP-3800. W celu określenia zawartości wybranych składników mineralnych w życie, jego próbki mineralizowano na sucho w piecu (temp. 550 - 620°C), a następnie rozpuszczono w 6N HCl. Zawartość sodu, potasu, wapnia, magnezu, cynku, miedzi, żelaza i manganu oznaczono metodą spektrofotometrii absorpcji atomowej (ASA) z zastosowaniem aparatu UNICAM 939/959.

## WYNIKI BADAŃ

Uzyskane wyniki badań właściwości fizycznych ziarna żyta zamieszczono w tabeli 1. Porowatość masy ziarna żyta *Secale montanum* przekracza 50%, co odpowiada górnej granicy wartości dla żyta uprawnego. Natomiast nieco wyższe wartości stwierdzono dla gęstości (737,5 kg·m<sup>-3</sup>) i masy 1000 ziarn (42,4 g). Ta ostatnia wartość jest godna szczególnej uwagi, gdyż znacznie przekracza dane dla *Secale cereale*. Kąty zsypania i usypu masy ziarna są identyczne (31,5°) i nieco przewyższają wartości dla innych gatunków roślin zbożowych. Średnia grubość (2,78 mm) i długość ziarna (9,67 mm) wskazują na ich wyjątkową dorodność, co ma odzwierciedlenie w wartości masy 1000 ziarn, a współczynniki zmienności (odpowiednio 21,2% i 10,3%) nie są zbyt wysokie jak dla tego typu materiału biologicznego. Parametry mechaniczne (odporność na obciążenia) pojedynczych ziarniaków są wysokie szczególnie dla siły maksymalnej powodującej zniszczenie struktury ziarna (88,2 N) oraz energii (pracy), powodującej tę destrukcję (12,1 mJ). Średnie odkształcenie ziarna odpowiadające sile maksymalnej (0,37 mm) stanowi 13,3% grubości ziarna, zaś

odkształcenie odpowiadające sile w granicy sprężystości (0,16 mm) wynosi zaledwie 5,7% grubości ziarna, co można wiązać z jego stanem krucho-sprężystym przy niskiej wilgotności. Wartość pozornego modułu sprężystości (401,7 MPa) należy uznać za wysoką. Wartości współczynników zmienności dla parametrów mechanicznych pojedynczych ziarn (28,2-42,1%) są porównywalne do tego typu oceny cech fizycznych nasion innych roślin uprawnych.

**Tabela 1.** Średnie wartości podstawowych właściwości fizycznych ziarna żyta (*Secale montanum*)  
**Table 1.** Mean values of basic physical properties of rye grain (*Secale montanum*)

Masa ziarna – Grain in bulk							
Porowatość Porosity (%)	Gęstość Density (kg·m <sup>-3</sup> )	MTZ TKW (g)	Kąt zsypu Angle of repose (°)	Kąt usypu Angle of slide (°)			
50,8	737,5	42,4	31,5	31,5			
Pojedyncze ziarna – Single kernels							
Thickness Grubość (mm)	Length Długość (mm)	Właściwości mechaniczne Mechanical properties					
		$F_{max}$ (N)	$F_{spr}$ (N)	$\epsilon_{max}$ (mm)	$\epsilon_{spr}$ (mm)	$E$ (mJ)	$M_{spr}$ (MPa)
2,78	9,67	88,2	50,3	0,37	0,16	12,1	401,7
V(%)*	21,2	10,3	28,2	32,2	40,2	41,3	39,0 42,1

V\* – współczynnik zmienności – coefficient of variation.

Dane zawarte w tabeli 2 wskazują na typową zawartość podstawowych składników pokarmowych w analizowanym ziarnie żyta *Secale montanum*, podobną do podawanych w normach żywieniowych (NRC, 1998) dla żyta *Secale cereale*, przy niższej jedynie zawartości frakcji włókna surowego. Analizując skład aminokwasowy białka tego żyta zanotowano, w odniesieniu do żyta *Secale cereale* nieco niższy poziom lizyny, przy wyższej zaś zawartości metioniny (Gąsiorowski, 1994). Interesująco przedstawia się skład tłuszczu analizowanego żyta, który jest, w porównaniu z tłuszczem żyta zwyczajnego, znacznie bogatszy w niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe, zwłaszcza linolowy i linolenowy, ważne z punktu widzenia żywieniowego. Obydwa te kwasy stanowią blisko 65% sumy kwasów tłuszczowych, podczas gdy, według Gąsiorowskiego (1994), ich udział w profilu kwasów tłuszczowych żyta uprawnego nieznacznie tylko przekracza 50%. Stwierdzono również, znacząco wyższy poziom cynku, a niższą zawartość manganu w próbach analizowanego żyta w porównaniu z *Secale cereale* (NRC, 1998).

**Tabela 2.** Skład chemiczny ziarna żyta (*Secale montanum*)  
**Table 2.** Chemical composition of rye grain (*Secale montanum*)

Zawartość podstawowych składników pokarmowych i frakcji włókna w suchej masie Content of basic nutrients and dietary fibre fractions in dry matter (%)							
Popiół surowy Crude ash	Białko ogólne Total protein	Tłuszcz surowy Crude fat	Włókno surowe Crude fibre	Związki bezazotowe wyciągowe non-nitrogen compounds	NDF	ADF	ADL
1,90	10,73	1,20	0,61	85,56	15,70	2,04	0,17

  

Zawartość aminokwasów w suchej masie (g·kg s.m. <sup>-1</sup> ) Content of amino acids in dry matter (g kg DM <sup>-1</sup> )							
Asp	Tre	Ser	Glu	Pro	Ala	Gly	Val
7,31	3,71	5,17	28,47	12,27	4,72	4,50	4,95
Ile	Leu	Tyr	Fen	His	Lys	Arg	Cys
3,49	7,09	2,48	5,18	3,15	3,83	5,29	2,59
Met	1,93						

  

Profil kwasów tłuszczowych – Fatty acids profile (%)								
C 16:0	C 16:1	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3	C 20:1	C 22:0	Inne
15,62	0,18	1,14	16,58	56,42	8,09	1,26	0,39	0,32

  

Składniki mineralne (w 1 kg s.m.) – Mineral components (in 1 kg of DM)							
Na (g)	K (g)	Ca (g)	Mg (g)	Zn (mg)	Cu (mg)	Fe (mg)	Mn (mg)
0,11	3,31	0,57	1,31	47,27	6,03	37,38	23,42

### WNIOSKI

1. Zastosowane metody badawcze pozwoliły na wstępną ocenę właściwości fizycznych i składu chemicznego ziarna żyta *Secale montanum* w pełnym zakresie występującej zmienności.

2. Stwierdzono, że wartości charakteryzujące masę ziarna (porowatość, gęstość) są nieco wyższe dla tego gatunku w porównaniu z żytem uprawnym.

3. Masa 1000 ziarn (42,4 g) świadczy o godnej zauważenia dorodności ziarna, co jest ściśle powiązane z jego cechami geometrycznymi (grubość, długość).

4. Parametry charakteryzujące odporność pojedynczych ziarniaków na obciążenia statyczne wskazują, że wartości siły maksymalnej oraz energii powodującej zniszczenie struktury ziarna są wyższe w porównaniu z wartościami uzyskanymi przez innych autorów przy ocenie ziarna żyta uprawnego.

5. Zawartość podstawowych składników pokarmowych w ziarnie żyta *Secale montanum* jest podobna do ich poziomu w życie uprawnym, przy niższej jedynie zawartości włókna surowego. Jego białko jest bogatsze w metioninę, uboższe zaś w lizynę, natomiast w tłuszczu notuje się znacząco wyższy udział kwasu linolowego i linolenowego. Ziarno tego żyta jest także bogatsze w cynk.

#### PIŚMIENNICTWO

- AOAC, 2000. Official Methods of Analysis. International 17<sup>th</sup> ed. AOAC Inter., Gaithersburg, MD, USA.
- Budzyński W., Szempliński W., 1999. Szczegółowa uprawa roślin. Wyd. AR Wrocław, Żyto, 131-153.
- Bushuk W., 2004. Encyclopedia of grain science. Elsevier, Rye, 85-91.
- Gąsiorowski H., (red.) 1994. Żyto. Chemia i technologia. PWRiL.
- Geodecki M., Szot B., 2008. Krzewistość, plonowanie oraz wybrane cechy fizyczne kłosa i ziarna żyta (*Secale montanum* Guss). Referaty i doniesienia IV Zjazd PTA, 84-85.
- Grundas S., Szot B., Woźniak W., 1978. Variability of the porosity cereal grain layer under the influence of static loading. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., z. 203, 33-40.
- National Research Council, 1998. Nutrient Requirements of Swine. 10<sup>th</sup> Ed. Washington DC, National Academy Press.
- Simmonds D.H., Campbell W.P., 1976. Morphology and chemistry of the rye grain, American Association of Cereal Chemists, 63-110.
- Styk B., Szot B., 1987. Zmienność zdolności kiełkowania nasion żyta poddanych statycznym obciążeniom mechanicznym. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 316, 181-190.
- Szot B., 1983. Problems of variability of basic mechanical properties of wheat and rye grains in relation to differentiated soil conditions. Sbornik Vedecke Conference, FM, Praha, 57-65.
- Szot B., Grundas S., 1978. Zagadnienie zmienności niektórych cech fizycznych ziarna zbóż. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 202, 219-243.
- Szot B., Grundas S., Grochowicz M., 1973. Metodyka określania odporności ziarna zbóż na odkształcenia mechaniczne. Roczniki Nauk Rolniczych, t. 70-C-3, 129-141.
- Szot B., Stępniewski A., 1991. Mechanical resistance of various cereals grains to static loads. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., Warszawa, 389, 111- 119.
- Van Soest P.J., Wine R.H., 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV Determination of plant cell-wall constituents. J. Assoc. Anal. Chem., 50, 50-55.

PRELIMINARY ESTIMATION OF PHYSICAL PROPERTIES  
AND CHEMICAL COMPOSITION OF RYE GRAIN *SECALE MONTANUM*

*Jan Matras<sup>1</sup>, Bogusław Szot<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Institute of Animal Nutrition, University of Life Sciences  
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

<sup>2</sup>Institute of Agrophysics PAS, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin  
e-mail: b.szot@ipan.lublin.pl

**Abstract.** A study was conducted on the grain of mountain rye (*Secale montanum*) to estimate its basic physical properties and chemical composition. The initial experimental material originated from Turkey and was multiplied in Poland by the authors. Determinations of physical properties of the grain included bulk porosity, bulk density, weight of 1000 kernels, angles of repose and of slide, and individual kernels, after measurements of thickness and length, were subjected to strength testing. The scope of chemical analyses included determination of the content of the basic nutrients, dietary fibre fractions, amino acids, fatty acids, and mineral components. It was found that the values that characterise grain in bulk were higher for that species as compared to standard rye cultivars. Similarly, higher indexes were obtained for most of the strength parameters of single kernels. Chemical analysis revealed that grain of mountain rye *Secale montanum* had a typical content of nutrients given for rye *Secale cereale* in nutrition standards, with a slightly lower content of dietary fibre fractions and lysine, and a higher content of methionine, unsaturated fatty acids (linoleic and linolenic) and zinc.

**Key words:** mountain rye, grain, physical properties, chemical composition