

Piotr Ochodzki, Aleksandra Piotrowska*

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

* Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Zakład Roślin Oleistych w Poznaniu

Właściwości fizyczne i skład chemiczny nasion rzepaku ozimego o różnym kolorze okrywy nasiennej*

Physical properties and chemical composition of winter rapeseeds with different colour of seed coat

Słowa kluczowe: rzepak ozimy, okrywa nasienna, właściwości mechaniczne, białko, olej, włókno pokarmowe

Key words: winter rapeseed, seed coat, mechanical properties, protein, oil, dietary fibre

Do badań nad właściwościami fizycznymi i składem chemicznym nasion rzepaku ozimego (*B. napus* L.) o zróżnicowanym zabarwieniu okrywy nasiennej użyto dwóch odmian czarnonasiennych (Kana i Lisek) oraz trzech linii żółtonasiennych. Linie żółtonasienne różniły się intensywnością zabarwienia okrywy nasiennej (1 – barwa brązowa, 3 – zabarwienie w połowie żółte i brązowe, 5 – barwa żółta). Badano również skład chemiczny okrywy. W badanych próbach masa 1000 nasion rzepaku czarnonasiennego odmiany Lisek była znacznie większa niż żółtonasiennego (odpowiednio 5,33; 3,55; 4,77 i 3,67 g/1000 nasion). Testy mechaniczne wykazały, że przy takiej samej wielkości nasion energia potrzebna do zgniecenia pojedynczych nasion wynosiła odpowiednio 380, 175, 114 i 66 J. Nasiona czarne są znacznie bardziej odporne na uszkodzenia niż nasiona żółte. Wśród tych ostatnich, im jaśniejszy był kolor okrywy nasiennej, tym nasiona były bardziej podatne na zgniecenie. Jednocześnie, im jaśniejsza była barwa okrywy nasiennej, tym nasiona zawierały więcej lipidów oznaczonych techniką ekstrakcji w warunkach

Physical properties and chemical composition of whole seeds and separated seed coat and cotyledons of conventional variety Kana and Lisek and 3 breeding lines of yellow-seeded double improved winter type *B. napus* L. were determined. Partially and completely yellow seeds (1 – brown, 3 – yellow-brown and 5 – yellow) were smaller than black seeds (3.55, 4.77, 3.67 and 5.33 g/1000 seeds, respectively). Resistance of seeds to mechanical destruction was highly related to the colour of the seed-coat. Energy required for crushing black seed coat was higher compared to yellow seed of the same diameter (380, 175, 114 and 66 J, for Lisek, 1, 3 and 5, respectively). A trend: lighter seed coat – lower breaking-energy was observed. Content of oil extracted by SFE was higher in yellow seeds compared to black seeds (from 34.2% to 43.1% respectively), and protein content in defatted yellow seeds was also higher (from 36.6% to 46.15%, respectively). Insoluble dietary fiber (IDF) in seed decreased (27.5%, 25.7% and 24.7%, in samples 1, 3 and 5 respectively). High variability of oil, protein and fiber content, as

* Praca finansowana w ramach tematu 1-3-01-2-01 IHAR oraz OECD Co-operative Research Programme: Biological Resource Management for Sustainable Agricultural Systems, JA00007696

nadkrytycznych (SFE) (od 34,2 do 43,1%) i białka w odtłuszczonej masie (od 36,6 do 46,15%). Ilość nierozpuszczalnego włókna pokarmowego (IDF) w odtłuszczonych nasionach czarnych (odm. Lisek) wynosi 33,8%, a w nasionach żółtych 27,5; 25,7 i 24,7% odpowiednio dla prób „1”, „3” i „5”. Znaczne zróżnicowanie w zawartości tłuszczu, białka i włókna w nasionach, jak też wielkości nasion wskazuje na możliwość uzyskania dalszych korzystnych zmian w składzie chemicznym nasion.

well as of the seed size shows perspectives of further modification of chemical composition of rapeseeds.

Wstęp

Rzepak jest najważniejszą rośliną oleistą w Polsce. Przy rocznej produkcji około 1 mln ton nasion uzyskuje się ok. 400 tys. ton oleju i 600 tys. ton śruty o wysokiej zawartości białka dobrej jakości. Jednym z czynników ograniczających wykorzystanie śruty jest wysoka zawartość składników niestrawnych, tzw. włókna pokarmowego (Bell 1993; Ochodzki i in. 1995, 1998). Włókno obniża zarówno wartość energetyczną paszy (Buraczewska 1997, Chibowska i in. 1995), jak też wykorzystanie składników pokarmowych — głównie białka (Ochodzki 1995, Buraczewska i in. 1998). Głównymi składnikami włókna są ligniny, celuloza, hemicelulozy (grupa heterogennych polisacharydów zawierających cukry neutralne) oraz pektyny zawierające kwasy uronowe (Bell 1993, Słominski 1990, Ochodzki i in. 1995). Nasiona o jasnej barwie zawierają zmniejszone ilości jednego ze składników włókna — lignin (Ochodzki, Piotrowska 1997). Okrywa nasienna jest morfologiczną częścią nasiona zawierającą najwięcej włókna i najmniej tłuszczu oraz białek. Zabarwienie okrywy nasiennej u rzepaku łączy się ściśle z zawartością włókna i zmianami w jej składzie chemicznym. Zmiany te mogą wpływać na właściwości fizyczne nasion form żółtonasiennych, a co za tym idzie na ich zachowanie w trakcie zbioru, przechowania i w procesie technologicznym. Brak jest danych dotyczących właściwości mechanicznych nasion o jasnej barwie okrywy nasiennej. Celem pracy było wstępne porównanie nasion rzepaku uprawianego dla przemysłu z niektórymi materiałami hodowlanymi wykazującymi zróżnicowanie pod względem koloru okrywy nasiennej.

Materiały i metody

Materiał do badań stanowiły nasiona odmian rzepaku podwójnie ulepszonych Kana i Lisek oraz liścienie rzepaku ozimego o żółtych nasionach zróżnicowanych pod względem koloru okrywy nasiennej. W 5-punktowej skali barwy oceniano jako 1 — brązowe, 3 — żółto-brązowe i 5 — jasnożółte. Formy żółtonasienne

pochodzą z krzyżowań spontanicznego mutantu rzepaku ozimego podwójnie ulepszanego o jaśniejszej okrywie nasiennej z jarą formą rzepaku o segregującej barwie nasion, pochodzącego z mieszańców międzygatunkowych (rzepaku z rzepikiem). Badano także liścienie oraz okrywy nasienne uzyskane z tych nasion przez mechaniczne, ręczne rozdzielanie. Nasiona w celu inaktywowania enzymów umieszczano nad parą wodną przez 2 minuty, a następnie oddzielano ręcznie łuskę od liścieni i suszono w suszarce, nie przekraczając temperatury 40°C.

Oznaczanie siły i energii potrzebnej do zgniecenia nasion wykonano na aparacie wytrzymałościowym INSTRON 5542 (USA). Ułożenie nasion było losowe, bez wyróżniania jakiejkolwiek pozycji nasion na płytce.

Zawartość tłuszczu (tj. lipidów niepolarnych) oznaczono techniką ekstrakcji w warunkach nadkrytycznych (SFE). Temperatura komory 60°C, ciśnienie 600 psi, czas ekstrakcji 30 min. Stosowanym medium ekstrakcyjnym był CO₂. Lipidy polarne (fosfolipidy) ekstrahowano techniką SFE stosując dodatek modyfikatora zwiększającego polarność. Jako środka modyfikującego użyto 5% lub 10% dodatku etanolu. Po ekstrakcji etanol był odwiewany w strumieniu powietrza w temperaturze pokojowej.

Zawartość białka oznaczano w postaci azotu na aparacie do analizy elementarnej Vario El (Elementar Analysensysteme, GmbH., Niemcy), stosując do kalibracji kwas sulfanilinowy oraz współczynnik przeliczenia azotu na białko N*6,25. Włókno pokarmowe izolowano zmodyfikowaną metodą Asp'a, stosując dializę frakcji rozpuszczalnej zamiast strącania 80% etanolem.

Wyniki

Porównując masy 1000 nasion można stwierdzić, że nasiona żółte są znacznie mniejsze od czarnych. Ta różnica wpływa znacząco na dalsze porównanie zawartości poszczególnych składników pokarmowych i antyżywniowych nasion (Jensen i in. 1995).

Do badań odporności na zgniatanie zostały wybrane nasiona o średnicy 1,9 mm ze względu na najliczniejszy udział nasion takiej wielkości w badanych próbach. Pomiar odporności na zgniatanie przeprowadzone na nasionach o tej jednakowej średnicy pokazują, że nasiona czarne są znacznie bardziej odporne na zgniatanie niż żółte. W grupie linii żółtonasiennych stwierdzono także duże różnice wskazujące na zmniejszanie się odporności na zgniatanie nasion o jaśniejszym kolorze okrywy. Siła oraz energia potrzebna do uszkodzenia okrywy w nasionach czarnych jest 2–4 razy wyższa niż w przypadku nasion żółtych (tab. 1).

Potwierdza to duży wpływ lignin i związków polifenolowych na parametry mechaniczne nasion. Może to mieć wpływ na ilość nasion uszkodzonych w czasie zbioru, transportu i magazynowania. Mechaniczne uszkodzenia w czasie zbioru

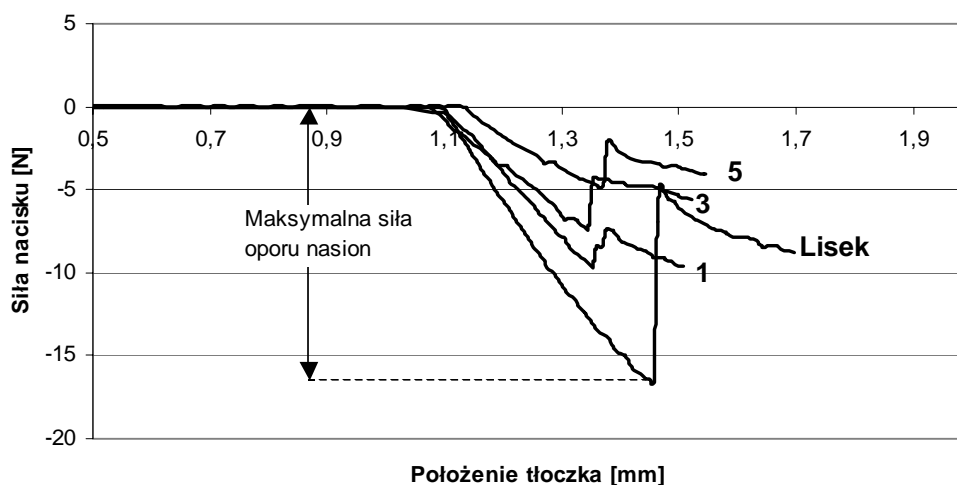
stanowią największy odsetek uszkodzeń całych nasion. Zmiany właściwości mechanicznych mogą też wpływać na parametry technologiczne podczas ekstrakcji oleju. Przy mniejszej sprężystości okrywy nasiennej złożo ekstrahowane może być zbyt zwarte i utrudniać penetrację rozpuszczalnika.

Tabela 1
Masa tysiąca nasion (MTN), właściwości fizyczne nasion rzepaku oraz udział liścieni i okrywy nasiennej — 1000 seeds weight (MTN), physical properties of seeds and share of cotyledons and seed coat in seeds

Próba kolor nasion* Sample seed colour	MTN [g]	Odporność nasion** Strength [N]	Energia zgniotu** Destruction energy [J]	Udział w nasionach Share in seeds	
				liścienie cotyledons [%]	okrywa nasienna seed coat [%]
Lisek czarne — black	5,33 ± 0,03	16,7 ± 1,9	380 ± 101	82,26	17,74
#1 brązowe — brown	3,55 ± 0,07	10,5 ± 1,5	175 ± 46	85,68	14,32
#3 żółto-brązowe yellow-brown	4,77 ± 0,07	7,0 ± 2,1	114 ± 57	85,56	14,44
#5 żółte — yellow	3,67 ± 0,02	4,6 ± 1,3	66 ± 16	87,38	12,62

* — oznaczenia prób jednolite dla wszystkich tabel i rysunków
the sample descriptions unified for all tables and figures

** — parametry nasion o średnicy 1,9 mm — parameters for seeds of 1.9 mm diameter



Rys. 1. Typowe wykresy przebiegu zgniatania nasion rzepaku o średnicy 1,9 mm — Typical destruction curves of rape 1.9 mm seed diameter

Wraz z rozjaśnianiem zabarwienia okrywy nasiennej wzrasta zawartość tłuszczu w całych nasionach i białka w śrucie, a maleje włókna. Jest to cecha bardzo pożądana, świadcząca o celowości hodowli w kierunku poprawy cech jakościowych rzepaku.

Tabela 2
Zawartość podstawowych składników w nasionach rzepaku w okrywie nasiennej i liścieniach w % masy nasion — *Content of the main components in seeds of rape and in seed coat*

Próba kolor nasion <i>Sample seed color</i>		SMB <i>Dry defatted matter</i> [%]	Lipidy <i>Lipids</i> [%]	Fosfolipidy <i>Phospholipids</i> [%]	Białko <i>Protein</i> [% s.m.b.]
Nasiona <i>Seeds</i>	1	50,24 ± 0,92	36,72 ± 0,30	2,59 ± 1,20	42,87 ± 0,52
	3	49,07 ± 0,89	42,60 ± 0,04	2,47 ± 0,13	44,33 ± 0,85
	5	48,70 ± 0,29	43,07 ± 0,85	2,71 ± 0,03	46,13 ± 0,69
	Kana	53,00 ± 0,60	37,23 ± 0,87	3,93 ± 0,34	39,41 ± 0,77
	Lisek	56,30 ± 0,38	34,19 ± 1,33	3,88 ± 1,20	36,64 ± 1,28
Okrywa nasienna <i>Seed coat</i>	1	86,11	9,86	nd	19,51 ± 0,06
	3	82,39	12,72	nd	23,65 ± 0,21
	5	81,52	10,20	nd	23,42 ± 0,15
Liścienie <i>Cotyledons</i>	1	42,04 ± 1,52	46,69 ± 0,23	4,11 ± 1,73	58,54 ± 1,00
	3	41,23 ± 0,75	50,50 ± 0,14	3,79 ± 1,83	58,00 ± 1,19
	5	41,53 ± 0,47	48,62 ± 1,54	4,64 ± 0,77	57,83 ± 0,08

Tabela 3
Zawartość frakcji włókna pokarmowego nierozpuszczalnego (IDF), rozpuszczalnego (SDF) i całkowitego (TDF) w nasionach i okrywie nasiennej rzepaku, skorygowana na obecność białka, bez korekty na popiół — *The content of insoluble (IDF), soluble (SDF) and total (TDF) dietary fibre in seeds and seed coat of rapeseeds, corrected for protein content, not corrected for ash*

Próba – kolor nasion <i>Sample – seed color</i>		IDF [% s.m.b.]	SDF [% s.m.b.]	TDF [% s.m.b.]
Nasiona <i>Seeds</i>	Lisek	33,77 ± 0,43	17,17 ± 0,02	50,94 ± 0,69
	1	27,46 ± 0,49	9,68 ± 0,18	37,14 ± 0,62
	3	25,70 ± 0,47	9,04 ± 0,44	34,74 ± 0,71
	5	24,67 ± 0,39	12,60 ± 0,29	37,27 ± 0,54
Okrywa nasienna <i>Seed coat</i>	1	57,28 ± 0,11	11,75 ± 1,42	69,03 ± 0,62
	3	55,82 ± 0,25	11,68 ± 0,01	67,49 ± 0,32
	5	54,21 ± 2,48	17,88 ± 0,02	72,10 ± 2,43

Nasiona rzepaku ozimego o jaśniejszej okrywie nasiennej zawierają znacznie mniej włókna, natomiast charakteryzują się wyższą zawartością białka i tłuszczu, co jest bardzo ważne z punktu widzenia przemysłu olejarskiego. Olej uzyskany z nich jest jaśniejszy w porównaniu do oleju z nasion rzepaku czarnonasiennego.

Śruta poekstrakcyjna uzyskana z rzepaku żółtonasiennego jest wartościową paszą wysokobiałkową o wyższej strawności i jaśniejszej barwie przez co może być chętniej skarmiana i bardziej atrakcyjna w marketingu. Cechy te wpływają wyraźnie na poprawienie jakości nasion rzepaku.

Należy jednak wziąć pod uwagę i ocenić inne aspekty nasion żółtych. Zmniejszona wytrzymałość okrywy nasiennej może powodować większą ilość uszkodzeń nasion w trakcie zbioru, transportu i przechowywania, co wiąże się z dużymi stratami. Uzyskane formy żółtonasienne różnią się intensywnością zabarwienia, a co za tym idzie składem chemicznym i parametrami fizycznymi. Należy znaleźć odpowiedź na pytanie, jaki stopień zabarwienia okrywy nasiennej powinno się przyjąć w pracach hodowlanych aby uzyskać formy rzepaku żółtonasiennego o zadowalających cechach jakościowych nasion i wysokich właściwościach gospodarczych.

Wnioski

- Żółtonasienne formy rzepaku charakteryzują się znacznie wyższą zawartością tłuszczu i białka surowego, a niższą zawartością włókna pokarmowego niż czarnonasienne.
- Własności mechaniczne nasion żółtych są zróżnicowane, lecz gorsze niż rzepaku czarnego.
- Duża zmienność w zawartościach badanych związków oraz w wielkości nasion wskazują na możliwość uzyskania dalszych korzystnych zmian w składzie chemicznym nasion.

Conclusions

- Yellow-seeded strains of oilseed rape are characterized by higher content of oil and protein, and lower content of dietary fiber as compared to black-seeded variety.
- Mechanical properties of yellow seeds are diversified, but worse than of black seeds.
- High variability in content of analyzed components and in seed size shows possibilities for further improvement of seed composition.

Acknowledgments

The authors acknowledge the assistance of prof. dr H. Sorensen and staff from Royal Veterinary and Agricultural University in Copenhagen, Denmark, in SFE and protein analyzes and dr J. Żebrowski from IHAR Radzików in mechanical tests.

Literatura

- Bell J.M. 1993. Factors affecting the nutritional value of canola meal: A review. *Can. J. Anim. Sci.*, 73: 679-697.
- Buraczewska L., Gdala J., Wasilewko J., Buraczewski S. 1998. Zawartość białka związanego z frakcją włókna (NDF) a strawność jelitowa u świń białka i aminokwasów pasz rzepakowych traktowanych termicznie. *Rośliny Oleiste*, XIX (1): 175-186.
- Chibowska M., Smulikowska S., Pastuszewska B. 1995. Digestibility and energy value of low-glucosinolate rapeseed meal for chicks as affected by oil and fibre content. In: Proc. of the 9th International Rapeseed Congress, 4 to 7 July, Cambridge, UK, 173-175.
- Jensen S.K., Liu Y.-G., Eggum B.O. 1995. The influence of variation in seed size and hull content on composition and digestibility of rapeseed. In: Proc. of the 9th International Rapeseed Congress, 4 to 7 July, Cambridge, UK, 188-190.
- Ochodzki P., Piotrowska A. 1997. Zmienność składu chemicznego odtłuszczonych nasion rzepaku o niskiej zawartości włókna. *Rośliny Oleiste*, XVIII: 511-524.
- Ochodzki P. 1998. Badania nad składem chemicznym, enzymatycznym frakcjonowaniem i biologicznym działaniem włókna pokarmowego nasion rzepaku. Rozprawa doktorska, ART Olsztyn.
- Ochodzki P., Rakowska M., Bjerregaard C., Sørensen H. 1995. Studies on enzyme based fractionation, chemical composition and biological effects of dietary fibres in rapeseed (*Brassica napus* L.). 1. Chemical composition of seeds and characteristics of soluble and insoluble dietary fibres of spring and winter type varieties of double low oilseed rape. *J. Anim. Feed Sci.*, 4: 127-138.
- Ochodzki P., Rakowska M., Rek-Cieply B., Bjerregaard C., Sørensen H. 1995. Studies on enzyme based fractionation, chemical composition and biological effects of dietary fibres in rapeseed (*Brassica napus* L.). 2. Influence of rape seed dietary fibre on digestibility of protein and organic matter using unprocessed and heated full fat rape seed and isolated dietary fibre fractions added to rat diets. *J. Anim. Feed Sci.*, 4: 139-151.
- Ochodzki P., Rakowska M. 1995. Does the protein bound to dietary fibre influence the nutritional value of rapeseed meals? In: Proceedings of the 9th International Rapeseed Congress, 4 to 7 July, Cambridge, UK, 206-208.
- Słominski B.A., Lloyd B. Campbell. 1990. Non-starch polysaccharides of canola meal: quantification, digestibility in poultry and potential benefit of dietary enzyme supplementation. *J. Sci. Food Agric.*, 53: 175-184.
- Stepniewski A.W. 1999. Formation of rapeseed postharvest quality and its resistance to external loads. Proc. of the 10th International Rapeseed Congress, Canberra, Australia.