

Halina Kozłowska, Agnieszka Troszyńska, Henryk Zieliński, Adam Buciuński,
Grzegorz Lamparski

Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk w Olsztynie
Oddział Nauki o Żywności

Wykorzystanie nasion rzepaku do produkcji kiełków jadalnych*

The use of rapeseeds for sprouts production in human nutrition

Słowa kluczowe: nasiona rzepaku, kiełkowanie, glukozynolany, analiza sensoryczna

Key words: rapeseeds, germination, glucosinolates, sensory analysis

Nasiona rzepaku dwuzerowego odmiany Mango poddano procesowi kiełkowania w szafie klimatyzacyjnej w temperaturze 25°C i wilgotności 95% bez dostępu światła przez 8 dni. W każdym dniu oznaczano zawartość poszczególnych glukozynolanów (GLS) metodą HPLC. Jakość sensoryczną kiełków oceniono po 4 dniach kiełkowania nasion metodą profilowania sensorycznego oraz w kategoriach jakości konsumenckiej. Charakterystykę sensoryczną kiełków rzepaku porównano z kiełkami rzodkiewki. Analiza HPLC wykazała, że zawartość dominujących GLS alifatycznych, do których należy progoitryna i glukonapina uległa zmniejszeniu już po 4 dniach kiełkowania (w tym czasie kiełki nadawały się do spożycia), podczas gdy zawartość GLS indolowych stopniowo wzrastała w miarę wydłużania procesu kiełkowania. Wśród czterech GLS indolowych wyjątek stanowiła 4-hydroksyglukobrassicyna, której zawartość uległa obniżeniu. Jedyne GLS aryłowe, glukonasturcyna, pozostała na zbliżonym poziomie. Wyniki oceny konsumenckiej wykazały, że kiełki rzepaku spełniały w mniejszym stopniu oczekiwania jakościowe konsumentów niż kiełki rzodkiewki. Uzyskały one w skali 10 jednostek umownych notę 4,6, podczas gdy kiełki rzodkiewki notę

Seeds of double low oilseed rape of Mango variety were subjected to a 8-day germination in a conditioning cabinet, at a temperature of 25°C and moisture content of 95%, without light. Every day, the content of particular glucosinolate (GLS) was determined by the HPLC method. Sprouts were evaluated for their sensory quality after 4 days of germination by the sensory profile method as well as in the terms of consumer's quality. Sensory characteristics of rapeseed sprouts was compared with that of radish sprouts. The HPLC analysis indicated that the content of dominating aliphatic GLS, including progoitric acid and gluconapin, decreased already after 4 days of germination (after this time, the sprouts were ready-to-eat), while the content of indolic GLS was rising gradually along with the time of the germination process. Of four indolic GLS, only 4-hydroxyglucobrassicin was an exemption as its content decreased, similarly to the content of the sole aryl GLS – gluconasturtin. The results of consumer's evaluation indicated that rapeseeds sprouts met the quality requirements of consumers to a smaller extent than radish sprouts. In a 10-point scale, they obtained 4.6, while the radish sprouts – 6.9. Sensory profile indicated that rapeseed sprouts, compared to

* Pracę wykonano w ramach projektu badawczego nr 5 P06G 043 19 finansowanego przez Komitet Badań Naukowych

6,9. Profilowanie sensoryczne wykazało, że kiełki rzepaku w porównaniu z wyżej ocenionymi przez konsumentów kiełkami rzodkiewki charakteryzowały się mniej intensywną barwą, niższą intensywnością zapachu warzywnego, a także niższą intensywnością smaku charakterystycznego dla nasion z rodziny *Cruciferae*, tj. ostry/piekący, następczy i musztardowy.

radish sprouts – evaluated higher by the consumers, were characterised by a less intensive colour, lower intensity of vegetable flavour, and lower intensity of taste characteristic for *Cruciferae* seeds, i.e. pungent /acid, after-taste, and mustard.

Wstęp

Kiełki należą do produktów roślinnych od dawna wykorzystywanych w żywieniu ludzi Dalekiego Wschodu, a ostatnio także w Europie. Powodem dużej popularności kiełków jest przeświadczenie, że wnoszą one do diety ważne z żywieniowego punktu widzenia składniki, a wśród nich fitozwiązki, którym przypisuje się właściwości prozdrowotne. Do produkcji kiełków wykorzystuje się najczęściej nasiona roślin strączkowych oraz niektóre gatunki zbóż, a najpopularniejszymi są kiełki sojowe konsumowane jako sałatki. W literaturze światowej niewiele jest informacji na temat jakości kiełków jako żywności, a szczególnie brak jest danych dotyczących ich wartości zdrowotnych, natomiast dużo uwagi poświęcono kiełkowaniu nasion/ziarniaków w aspekcie fizjologii i biochemii roślin (Meredith i Pomeranz 1983; Okamoto i Akazawa 1980; Bewley i Black 1985).

Kiełki z nasion rzepaku nie były dotąd brane pod uwagę jako żywność i brak jest informacji dotyczących zawartości w tym produkcie związków bioaktywnych, a także nieznany jest ich profil sensoryczny. Do substancji mogących istotnie wpływać na jakość zdrowotną kiełków w nasionach roślin krzyżowych należą glukozyzyny. Ta grupa związków jest bardzo pożądana w diecie człowieka, bowiem badania epidemiologiczne wskazują na odwrotną zależność pomiędzy ich spożywaniem a zachorowalnością na nowotwory i choroby serca (Steinmetz i Potter 1993; Huang i in. 1994). W literaturze światowej dużo uwagi poświęcono temu zagadnieniu, jednakże brak jest danych dotyczących ilościowej i jakościowej zawartości glukozyzyn w kiełkach wyprodukowanych na cele spożywcze.

Mając na uwadze właściwości przeciwnowotworowe glukozyzyn (GLS) oraz wysoką ich zawartość w nasionach rzepaku (Sørensen 1985) postanowiono zbadać czy nasiona te mogą stanowić surowiec do produkcji kiełków akceptowanych przez konsumentów. Praca ta stanowi fragment badań nad możliwością wykorzystania różnych gatunków nasion krzyżowych jako surowców do produkcji kiełków stanowiących produkty o właściwościach żywności funkcjonalnej.

Material i metody

Procesowi kiełkowania poddano nasiona rzepaku podwójnie ulepszanego, odmiany Mango pochodzącej ze Stacji Hodowli w Olsztynie. Kiełkowanie prowadzono w szafie klimatyzacyjnej (Cliambic Cabinet, Economic Deluxe EC00-065, Snijders Scientific b.v., Holland) w temperaturze 25°C i wilgotności 95% bez dostępu światła przez 8 dni. Materiał do badań pobierano co 24 godziny, zamrażano w ciekłym azocie, a następnie liofilizowano. W tak przygotowanym materiale oznaczano zawartość poszczególnych GLS metodą HPLC. Jakość sensoryczną kielków oceniono po 4 dniach kiełkowania nasion metodą profilowania sensorycznego oraz w kategoriach jakości konsumenckiej. Charakterystykę sensoryczną kielków rzepaku porównano z kielkami rzodkiewki, ponieważ są znane konsumentom i znajdują się na rynku.

Oznaczanie GLS metodą HPLC. Ekstrakcję GLS z badanych nasion rzepaku oraz kielków przeprowadzono wg Official Journal of European Communities (1990). Izolację i desulfatację GLS przeprowadzono wg Heaneya i in. (1986), natomiast analizę poszczególnych GLS w próbkach określano przy pomocy chromatografu cieczowego firmy Shimadzu (Japonia) wyposażonego w dwie pompy, detektor UV, rejestrator i autoiniektor oraz komputer z programem integrującym CLASS-UniPac. Identyfikacji poszczególnych związków dokonano poprzez porównanie czasów retencji odpowiednich pików na chromatogramie z czasami retencji związków wzorcowych oraz na podstawie danych literaturowych (Ciska i in. 2000).

Metody oceny sensorycznej kielków. Ocenę sensoryczną kielków rzepaku wykonano w kategoriach jakości konsumenckiej, a następnie przeprowadzono profilowanie sensoryczne metodą ilościowej analizy opisowej (QDA). Równoległe do obu ocen włączono kielki rzodkiewki w celu porównania jakości sensorycznej kielków rzepaku z produktem spożywczym tej samej grupy, będącym już na rynku. Kiełkowanie nasion rzepaku i rzodkiewki przeprowadzono w takich samych warunkach.

W ocenie semikonsumenckiej wzięło udział 30 losowo wybranych osób w różnym wieku (pracownicy naszego Instytutu). Konsumenty ocenili pożądalność ogólną kielków na 10 cm skali z oznaczeniami brzegowymi: (próbka) „zupełnie mi nie odpowiada — bardzo mi odpowiada”, nadając jej w ten sposób charakter skali hedonicznej.

Procedura QDA (Norma ISO 6564, 1985) obejmowała wybór cech jednostkowych (wyróżników) charakterystycznych dla badanych próbek kielków, ustalenie ich definicji, a następnie wykonanie profilowania sensorycznego badanego materiału. W analizie profilowej uwzględniono 14 jednostkowych wyróżników

jakości obejmujących barwę, zapach, smak i konsystencję. Intensywność każdego z wyróżników oceniono na ciągłej skali graficznej, o długości 10 cm (odpowiadającej 10 jednostkom umownym), oznaczonej odpowiednimi określeniami brzegowymi. Kiełki do oceny były pobierane do plastikowych pojemniczków z przykryciem z tacek, na których były kiełkowane, a następnie kodowane i podawane oceniającym w indywidualnej losowej kolejności. Jako czynnik neutralizujący pomiędzy próbkami podawano oceniającym naturalną wodę mineralną. Każda próbka była oceniona dwukrotnie przez wyszkolony 8-osobowy zespół. Do przygotowania oceny profilowania sensorycznego, zbierania wyników indywidualnych i ich analizy został wykorzystany skomputeryzowany system ANALSENS. Ocenę przeprowadzono w laboratorium sensorycznym spełniającym wymagania określone normą ISO 8589 (1985).

Wyniki i ich omówienie

Zawartość poszczególnych glukozynolanów w nasionach i kiełkach rzepaku przedstawiono w tabeli 1. W badanych nasionach rzepaku dominującymi były GLS alifatyczne: 4,87 $\mu\text{mol/g}$ s.m. (progoitryna, napoliferyna, glukoallizyna, glukonapina); znacznie mniej stwierdzono GLS indolowych: 1,14 $\mu\text{mol/g}$ s.m. (glukobrassicyna, 4-metoksyglukobrassicyna, neoglukobrassicyna, 4-hydroksyglukobrassicyna) oraz arylowych: 0,08 $\mu\text{mol/g}$ s.m. (glukonasturcyna).

Analiza HPLC wykazała, że zawartość dominujących GLS alifatycznych do których należy progoitryna i glukonapina, uległa zmniejszeniu już po 4 dniach kiełkowania (w tym czasie kiełki nadawały się do spożycia), podczas gdy zawartość GLS indolowych stopniowo wzrastała w miarę wydłużania procesu. Wśród czterech GLS indolowych wyjątek stanowiła 4-hydroksyglukobrassicyna, której zawartość uległa obniżeniu. Jedyne GLS aryłowe, glukonasturcyna, pozostawał na zbliżonym poziomie.

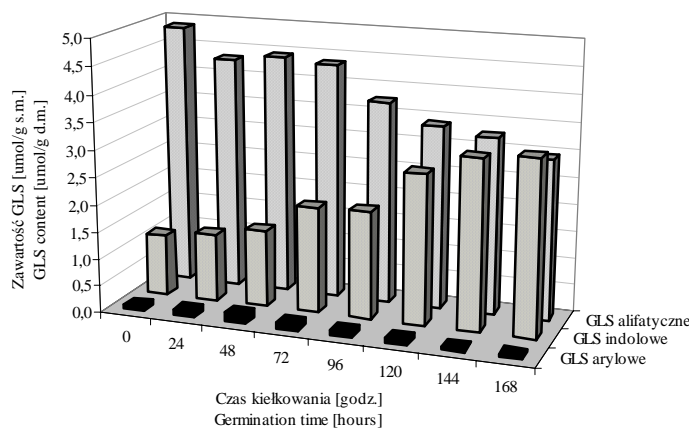
W trakcie kiełkowania zawartość glukozynolanów indolowych wzrastała trzykrotnie w porównaniu do odpowiednich zawartości w nasionach w przeliczeniu na suchą masę kiełków. Kiełkowanie spowodowało ok. 40% spadek zawartości glukozynolanów alifatycznych, natomiast zawartość glukozynolanów arylowych pozostawała na zbliżonym poziomie (rys. 1).

Tabela 1

Zmiany zawartości glukozynolanów w nasionach rzepaku w czasie kiełkowania
Changes in content of glucosinolates (GLS) of rapeseeds in the course of germination

GLS [μmol/g s.m.]	Czas kiełkowania [godz.]							
	0	24	48	72	96	120	144	168
Alifatyczne:								
— progoitryna	3,44	3,06 ± 0,25	3,23 ± 0,45	3,30 ± 0,33	2,99 ± 0,17	2,70 ± 0,25	2,66 ± 0,20	2,34 ± 0,22
— napoliferyna	ślad	ślad	0,07 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,18 ± 0,02	0,16 ± 0,04	0,20 ± 0,06
— glukoaalizyna	0,14	0,13 ± 0,01	0,11 ± 0,03	0,12 ± 0,02	0,12 ± 0,01	0,13 ± 0,03	0,17 ± 0,05	0,19 ± 0,06
— glukonapina	1,29	1,14 ± 0,04	1,03 ± 0,05	0,84 ± 0,08	0,52 ± 0,07	0,37 ± 0,03	0,27 ± 0,01	0,22 ± 0,02
Indolowe:								
— 4-hydroxyglukobrassicyna	1,08	1,17 ± 0,27	0,95 ± 0,20	0,96 ± 0,05	0,67 ± 0,19	0,51 ± 0,04	0,45 ± 0,05	0,32 ± 0,04
— glukobrassicyna	0,06	0,08 ± 0,01	0,14 ± 0,04	0,23 ± 0,05	0,28 ± 0,03	0,43 ± 0,01	0,37 ± 0,01	0,38 ± 0,04
— 4-metoxyglukobrassicyna	ślad	ślad	0,14 ± 0,04	0,21 ± 0,02	0,36 ± 0,08	0,72 ± 0,20	0,86 ± 0,18	0,92 ± 0,17
— neoglukobrassicyna	ślad	ślad	0,20 ± 0,12	0,56 ± 0,15	0,68 ± 0,18	1,11 ± 0,16	1,46 ± 0,29	1,61 ± 0,20
Arylowe:								
— glukonasturcyna	0,08	0,11 ± 0,02	0,17 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,08 ± 0,01	ślad	Ślad

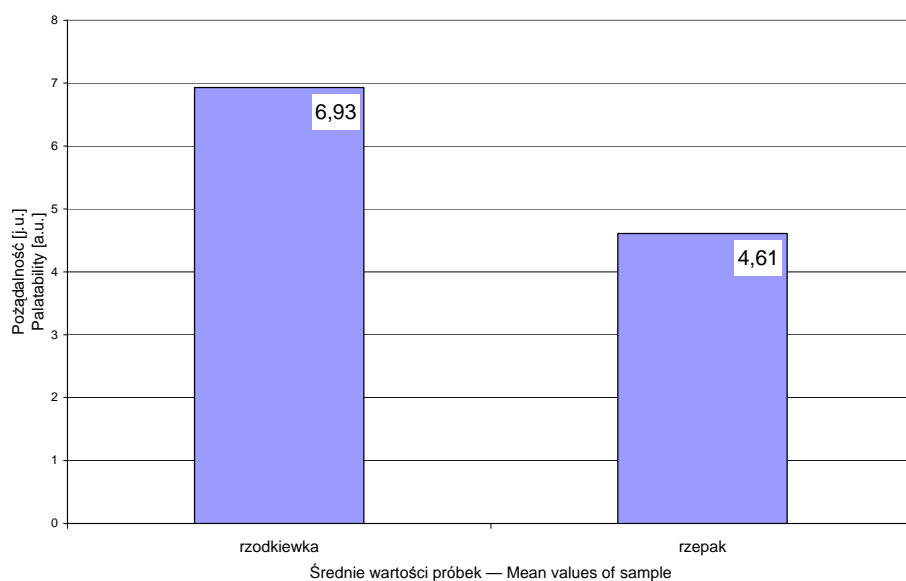
Ślad < 0,05 μmol/g s.m.



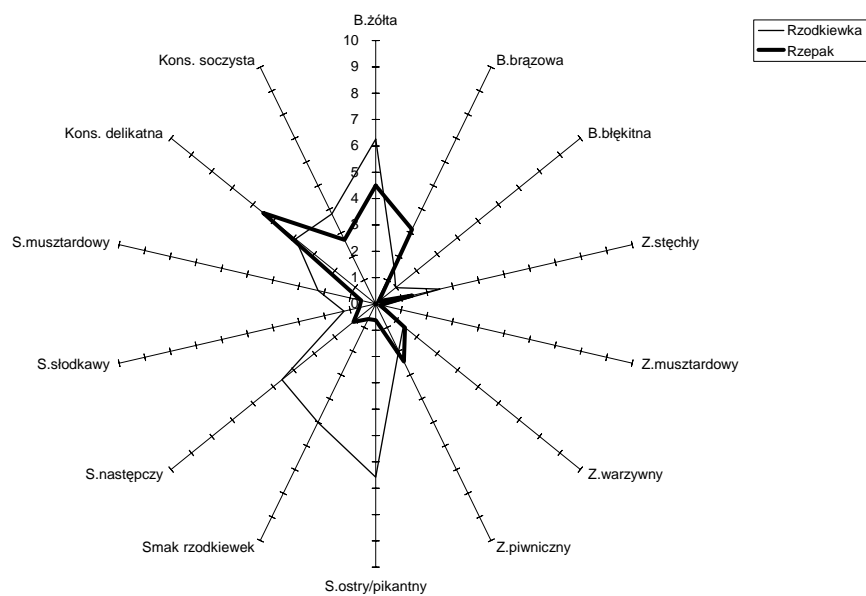
Rys. 1. Zawartość glukozynolanów alifatycznych, indolowych i aryłowych w czasie kiełkowania nasion rzepaku — *Contents of aliphatic, indole and arylc GLS of rapeseeds in the course of germination*

Rozpatrywanie kiełków rzepaku w kategoriach żywności funkcjonalnej wymusza potrzebę poznania jakości sensorycznej tego produktu, bowiem zgodnie z przyjętym założeniem żywność taka poza profilaktycznym działaniem musi spełniać kryteria stawiane żywności konwencjonalnej. Wyniki oceny konsumenckiej kiełków rzepaku wskazują (rys. 2), że spełniały one w mniejszym stopniu oczekiwania jakościowe konsumentów niż będące już na rynku kiełki rzodkiewki. Uzyskały one w skali 10 j.u. notę 4,6, podczas gdy kiełki rzodkiewki notę 6,9. Dysponując wynikami oceny konsumenckiej wykonano analizę profilowania sensorycznego w celu prześledzenia, jakie cechy jednostkowe kiełków rzepaku mogą być związane z niższymi preferencjami konsumentów. Analiza profilowa wykazała (rys. 3), że kiełki rzepaku w porównaniu z wyżej ocenionymi przez konsumentów kiełkami rzodkiewki charakteryzowały się mniej intensywną barwą, zbliżoną intensywnością zapachu warzywnego, a także niższą intensywnością smaku charakterystycznego dla roślin z rodziny krzyżowych, tj. ostry/piekący, następczy i musztardowy. Ponadto były one delikatniejsze i mniej soczyste w porównaniu z kiełkami rzodkiewki.

Wiadomo, że głównymi nośnikami charakterystycznego smaku i zapachu (smakowitości) nasion i warzyw z rodziny krzyżowych są GLS. Pozostaje jednak sprawą otwartą, które indywidualne GLS są związkami czynnymi sensorycznie. Możliwe, że niektóre z nich mogą pełnić podwójną rolę — decydować o smakowitości produktu i jednocześnie wykazywać właściwości prozdrowotne. Uzupełnienie wiedzy w tym zakresie pozwoli między innymi na projektowanie produkcji wielogatunkowych produktów kiełkowanych o pożądanym walorach zdrowotnych i sensorycznych. Badane kiełki rzepaku mogą być jednym ze składników takich produktów.



Rys. 2. Pożądanłość ogólna kielków rzodkiewki i rzepaku — *General desirability of radish and rapeseed sprouts*



Rys. 3. Porównanie profili jakości sensorycznej kielków rzodkiewki i rzepaku — *Comparison of profiles of sensory quality of radish and rapeseed sprouts*

Wnioski

- Kielki z nasion rzepaku są bogatym źródłem ważnych dla zdrowia glukozynolanów i dlatego można je rozpatrywać w kategoriach żywności funkcjonalnej.
- Kielki nasion rzepaku zebrane pomiędzy 4 a 7 dniem kiełkowania nadają się do spożycia, a ich wstępna ocena sensoryczna jest pozytywna.
- Dalsza ocena kiełków, zwłaszcza ocena mikrobiologiczna oraz określenie ich wartości w odniesieniu do obecnych na krajowym rynku konsumenckim kiełków uzyskanych z nasion innych niż rzepak oraz do kiełków uzyskiwanych z ziaren zbóż, jest wysoce wskazana.

Conclusions

- Rapeseed sprouts are a rich source of glucosinolates, being treated as important ones for human health, and for this reason, they can be considered as a kind of functional food.
- Rapeseeds sprouts collected between 4 and 7 day of germination have been ready-to-eat as it was confirmed by preliminary sensory analysis.
- Further evaluation of rapeseed sprouts is required, especially in respect to microbiological analyses and comparison of their nutritional value with that of sprouts originated from seeds other than rape and from germinated cereal grains.

Literatura

- Bewley J.D., Black M. 1985. Seeds – physiology of development and germination. Plenum Press, New York and London.
- Ciska E., Martyniak-Przybyszewska B., Kozłowska H. 2000. Content of glucosinolates in Cruciferous vegetables grown at the same site for two years under different climatic conditions. *J. Agric. Food Chem.* 48: 2862-2867.
- Heaney R.K., Spinks E.A., Hanley A.B., Fenwick G.R. 1986. Technical Bulletin: Analysis of Glucosinolates in Rapeseed; AFRC, Food Research Institute: Norwich, UK.
- Huang M.T., Ferraro T., Ho Ch.T. 1994. Cancer chemoprevention by phytochemicals in fruits and vegetables. In: *Food Phytochemicals for Cancer Prevention I*, eds. M.T. Huang, T. Osawa R. Rosen. American Chemical Society, Washington DC.
- Meredith P., Pomeranz Y. 1983. Sprouted grain. *Advances in Cereal Science and Technology*, 7: 239.

- Norma ISO 6564: 1985. Sensory analysis – Methodology – Flavour profile methods.
- Norma PN-ISO 8589: 1985. Analiza sensoryczna. Ogólne wymagania projektowania pracowni analizy sensorycznej.
- Off. J. Eur. Communities 1990. No. L 170 (July 3), 33.
- Okamoto K., Akazawa T. 1980. Biosynthesis and excretion of hydrolases in germinating cereal seed. *Plant Cell Physiol.*, 21 (4): 201.
- Sørensen, H. 1985. *Advances in the Production and Utilization of Cruciferous Crops*. Dordrecht: Martinus Nijhoff. 11: 317.
- Steinmetz K.A., Potter J.D. 1993. Vegetables, fruit, and cancer. I. Epidemiology, II. Mechanisms. *Cancer Causes and Control.*, 2: 325.