

DANUTA BOROS

Pracownia Oceny Jakości Produktów Roślinnych
Zakład Biochemii i Fizjologii Roślin
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Aktualne wymagania jakościowe ziarna zbóż ze szczególnym uwzględnieniem pszenicy w zależności od sposobu użytkowania*

Present global trends for cereal quality requirements, especially for wheat in relation to end-uses

Praca przedstawia obecne tendencje dotyczące wymagań jakościowych ziarna zbóż, w szczególności pszenicy, w zależności od sposobu użytkowania, wskazuje kierunek, w którym powinny zmierzać prace hodowlane i selekcyjne w tej grupie najbardziej strategicznych roślin uprawnych. Na uwagę zasługują dwa nowe kierunki wykorzystania ziarna, a mianowicie bogatego źródła substancji bioaktywnych o korzystnym wpływie na nasze zdrowie, przede wszystkim włókna pokarmowego oraz surowca do produkcji bioetanolu jako biopaliwa. W ostatnich latach otworzyło się wiele możliwości poprawy cech użytkowych zbóż, dzięki wykorzystaniu technik molekularnych inżynierii genetycznej wprowadzania transgenów. Poprawa cech jakościowych u zbóż jest stale możliwa także poprzez stosowanie metod hodowli konwencjonalnej. Źródeł pożądanych cech jakościowych poszukuje się w obrębie odmian obecnie uprawianych, starych przechowywanych w bankach genów, jak i w formach dzikich.

Słowa kluczowe: hodowla jakościowa, poprawa jakości, ziarno zbóż, wykorzystanie, źródło włókna pokarmowego, źródło substancji bioaktywnych

Present global trends for cereal quality requirements are discussed, especially for wheat in relation to end-uses, indicating the direction of breeding and selecting works within the group of the most strategic cultivated crops. There are two new ways of cereal grain utilization, as a rich source of bioactive substances with promoting effect on human health, first of all dietary fibre and its constituents and as a raw material for the production of bioethanol as a biofuel. In the last years many possibilities of improving end-use quality of cereals have been opened due to utilization of molecular techniques of genetic engineering for a transgene introduction. The improvement of cereal quality traits is still possible by exploiting the methods of conventional breeding. Donors of desirable traits can be searched within varieties, presently cultivated and old ones stored in gene banks, as well as among wild and primitive forms.

* Praca została częściowo opublikowana w Agro Serwisie nr 7 / 2005

Key words: cereal grains, end-uses, sources of dietary fibre and other bioactive substances, quality improvement, qualitative breeding

WSTĘP

Zboża są strategicznie najważniejszą grupą roślin uprawnych i żywność oparta na ziarnie zbóż stanowi podstawowy składnik naszego pożywienia. Jest ono także głównym komponentem mieszanek dla zwierząt gospodarskich, a coraz większego znaczenia nabiera wykorzystanie ziarna zbóż dla innych celów, niezwiązanych bezpośrednio z żywieniem. Przykładem może być rosnące w Europie zużycie ziarna do produkcji etanolu jako biopaliwa i różnego rodzaju materiałów izolacyjnych czy wyrobów wykorzystywanych przy rekultywacji i projektowaniu architektury krajobrazu (Gebhard, 2004). Każdy z tych rodzajów użytkowania stawia ściśle określone wymagania jakościowe przy zachowaniu oczywiście wysokich standardów tzw. ogólnej przydatności rolniczej, a więc wysokiego plonu ziarna czy odporności na stresy biotyczne i abiotyczne.

W zagospodarowaniu ziarna na cele niespożywcze, aby zwiększyć jego wartość przetworzoną, prowadzone są między innymi intensywne badania nad optymalizacją produkcji biopaliwa. Pod uwagę brany jest cały proces produkcyjny, począwszy od genetycznej modyfikacji i hodowli roślin, które mogą stanowić potencjalny surowiec do produkcji etanolu paliwowego (np. zwiększenie zawartości skrobi w ziarnie zbóż), sposobu rozdrobnienia surowca, poprzez ustalenie najlepszych warunków fermentacji (określenie stopnia uwodnienia masy, czasu i temperatury samego procesu) do badań nad wytworzeniem nowych mikroorganizmów, które miałyby zastosowanie jako super wydajne biokatalizatory w procesie przetwarzania biosurowca, a więc ziarna, na cukry. Prowadzone są także badania nad sposobem wykorzystania produktów odpadowych powstających przy wytwarzaniu bioetanolu. Praktycznie opracowywane są nowe technologie produkcji tego nowego rodzaju paliwa w zależności od jakości użytego surowca. Wydajność produkcji etanolu z jednostki masy ziarna różnych zbóż jest zbliżona (300–360 l/t), jednakże z uwagi na różnice w plonie najbardziej opłacalna jest produkcja z ziarna kukurydzy. Z ziarna zebranego z jednego hektara kukurydzy można wyprodukować około 2200 litrów etanolu, podczas gdy z ziarna innych zbóż średnio od 700 do 1000 litrów.

ZIARNO ZBÓŻ W ŻYWIENIU LUDZI

W żywieniu ludzi ziarno jest wykorzystywane przede wszystkim do produkcji chleba, a także różnego rodzaju wyrobów piekarniczych, makaronów, kasz, płatków śniadaniowych oraz napojów. Średnie roczne spożycie zbóż w krajach europejskich wynosi obecnie około 133 kg na osobę, w Polsce ponad 20 kg więcej (rys. 1). Rodzi się pytanie czy to dużo, czy mało? Według żywieniowców i dietetyków ziarno zbóż nie jest spożywane jeszcze w optymalnych ilościach, a przede wszystkim jada się je w nieodpowiedniej formie. Do produkcji żywności wykorzystuje się bowiem najczęściej zbyt oczyszczoną formę, tzw. białą mąkę a nie całe ziarno co nie pozwala na pełne

wykorzystanie jego cennych składników o właściwościach odżywczych i prozdrowotnych, skoncentrowanych głównie w zewnętrznych częściach ziarniaka.

Produkty zbożowe w żywieniu ludzi są głównym dostarczycielem energii, a z racji dużego ich udziału w codziennym pożywieniu stanowią jednocześnie pokaźne źródło białka, pokrywającym do 30% dziennego zapotrzebowania na ten składnik, oraz ważne źródło witamin z grupy B. Ziarna roślin zbożowych są także istotnym źródłem tzw. substancji bioaktywnych, wykazujących działanie profilaktyczne w powstawaniu chorób pokarmozależnych, przez co produkty zbożowe należą do żywności funkcjonalnej. Substancjami tymi są:

- włókno pokarmowe (zwane także błonnikiem pokarmowym),
- substancje fitochemiczne, do których zalicza się sterole i różne związki polifenolowe, w tym lignany, alkilorezorcynole i fityniany,
- mikroelementy: magnez, selen i chrom, witaminy: foliany, tokole, wit. C.

Prowadzone od 35 lat intensywne badania epidemiologiczne udowodniły, iż regularne spożycie produktów zbożowych pochodzących z całego ziarna obniża o 26% ryzyko choroby wieńcowej serca, zapobiega powstawaniu cukrzycy II typu, tj. insulinoniezależnej oraz niektórych chorób nowotworowych. Zapobiegawcza rola ziarna zbóż w chorobie wieńcowej serca wiąże się głównie z hipocholesterolemicznym działaniem rozpuszczalnych w wodzie frakcji polisacharydów nieskrobiowych, wchodzących w skład włókna pokarmowego, tj. arabinoksylanów i β -glukanów. Arabinoksylany występują w większych ilościach w ziarnie żyta, pszenżyta i pszenicy, podczas gdy β -glukany dominują w ziarnie owsa i jęczmienia. Rozpuszczalne w wodzie składniki włókna pokarmowego zmniejszają również stężenie glukozy oraz insuliny we krwi, a także zmieniają uwalnianie hormonów żołądkowo-jelitowych wpływając tą drogą na utrzymanie właściwego metabolizmu węglowodanów i lipidów w organizmie. Ma to istotne znaczenie zarówno w profilaktyce cukrzycy, jak i eliminowaniu zaburzeń lipidowych, szczególnie u diabetyków.

WŁÓKNO POKARMOWE — DEFINICJA

Najważniejszym składnikiem ziarna zbóż odpowiedzialnym za ich działanie funkcjonalne jest włókno pokarmowe (tab. 1). Według najnowszej definicji, ustalonej przez specjalnie powołaną do tego celu komisję przy Amerykańskim Stowarzyszeniu Chemików Zbóż, włóknom pokarmowym nazywamy składniki roślinne nietrawione przez enzymy układu pokarmowego człowieka, które ulegają częściowej lub całkowitej fermentacji w jelicie grubym, mają pozytywny efekt fizjologiczny oraz korzystnie wpływają na nasze zdrowie (AOAC Report, 2001). Pod względem chemicznym włókno pokarmowe obejmuje 4 grupy związków:

- polisacharydy nieskrobiowe wraz z oligocukrami,
- ligniny,
- analogiczne węglowodany, do których zalicza się skrobię oporną,
- substancje powiązane z nieskrobiowymi polisacharydami, jak: woski, kutyny, suberyny, saponiny, fityniany i taniny.

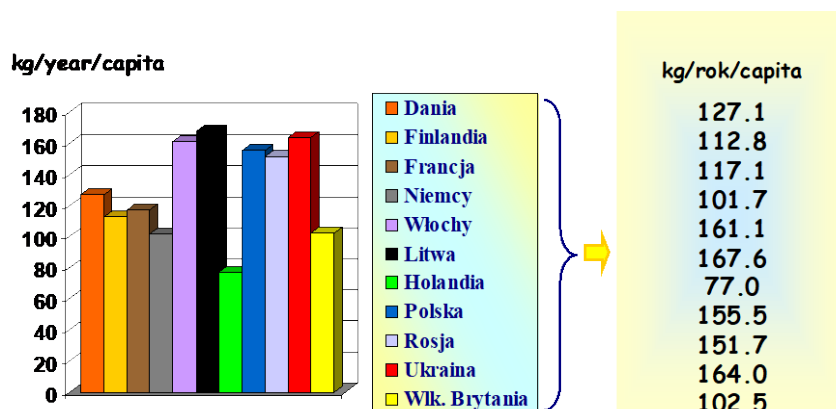
Tabela 1

Zawartość włókna pokarmowego w różnych zbożach*
Content of dietary fibre in various cereals*

Zboże Cereal	TDF — zakres Range	W tym rozpuszczalne Soluble	Zboże Cereal	TDF — zakres Range	W tym rozpuszczalne Soluble
Pszenica Wheat	10–13	1–2	owies oats	20–31	5–6
Żyto Rye	10–15	2–6	Kukurydza Maize	9–11	<1
Pszenżyto Triticale	10–13	1–2	Gryka Buckwheat	5–11	
Jęczmień Barley	14–25	4–7			

* Źródło / Sources: Schweizer i Wursch, 1979; Pomeranz, 1983; Nyman i in., 1984; Aman i in., 1985; Rakowska i in., 1992; Boros i in., 1996; Oscarsson i in., 1996; Bach Knudsen, 2001; Rybka i in., 1992; Smulikowska, 1998; Smulikowska i Nguyen, 2001

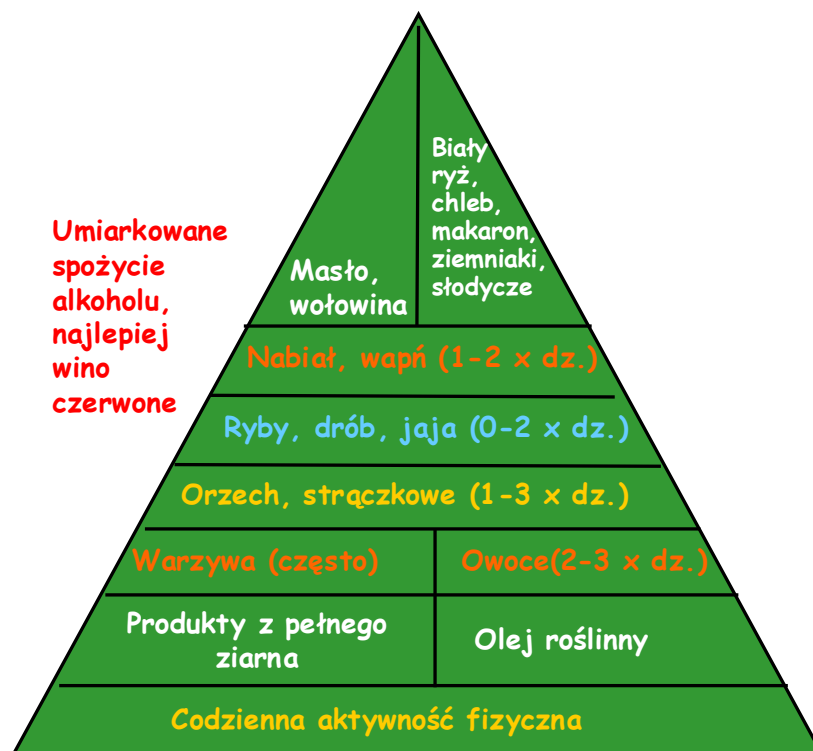
Korzystne natomiast działanie substancji fitochemicznych, wymienionych mikroelementów i witamin jest związane przede wszystkim z ich działaniem antyoksydacyjnym, czyli przeciwutleniającym, przez co związki te są dobrymi wymiataczami wolnych rodników. Wszystkie bioaktywne składniki zlokalizowane są głównie w warstwie owocowo-nasiennej ziarniaka. Z tego względu koncentracja tych składników w produktach zbożowych wyprodukowanych z mąki jest kilkakrotnie niższa aniżeli w otrębach, do tej pory uważanych jako produkt odpadowy w przemyśle młynarskim.



Rys. 1. Wykorzystanie ziarna zbóż na cele spożywcze w Polsce i wybranych krajach europejskich (FAO Database, 2003) Fig. 1. Utilization of cereal grains for human consumption in Poland and several other European countries (FAO Database, 2003)

Udowodnione korzystne działanie substancji bioaktywnych w ziarnie zbóż przyczyniło się do opracowania nowej piramidy zdrowia, w której u podstawy znalazły się wyłącznie pełnoziarniste produkty zbożowe, a te do których produkcji używa się białej mąki powędrowały na sam jej szczyt i znalazły się obok ziemniaków, słodczy i czerwonego

mięsa (rys. 2). Aby prawidłowo zaplanować żywienie produkty z dolnej części piramidy powinny być zjadane w większej ilości i możliwie często, natomiast produkty z wyższych poziomów powinny być spożywane w małych ilościach i stosunkowo rzadko, nie częściej niż 1–2 razy tygodniowo.



Rys. 2. Nowa piramida zdrowia zaproponowana przez Willetta w USA (Willett, 2001)
Fig. 2. New Willett's health and food pyramid (Willett, 2001)

Dotychczas obowiązująca klasyfikacja jakościowa zbóż chlebowych opiera się na właściwościach wymiślowych oraz wypiekowych. Właściwości wymiślowe pszenicy, głównego surowca do produkcji pieczywa, zależą przede wszystkim od struktury ziarniaka — bielmo miękkie lub twarde, podczas gdy na właściwości wypiekowe tego gatunku zboża największy wpływ ma zawartość białka i struktura glutenu. Kompleks glutenowy powinien tworzyć ciasto charakteryzujące się niską lepkością oraz dobrym rozwojem podczas jego fermentacji. Jakość glutenu zależy od potencjału genetycznego odmiany i wpływu środowiska na zawartość białka. Kryteriami jakościowymi w hodowli pszenic chlebowych są: wysoka masa ziarniaków, wysoka zawartość białka, dobra jakość glutenu i niska aktywność α -amylazy, mierzona liczna opadania.

Produkcja zbóż w Europie należy do najdroższych na świecie z uwagi na intensywny sposób ich uprawy. Uważa się, że konkurencyjność zbóż europejskich w globalnym

łańcuchu produkcyjnym powinna zostać znacznie poprawiona poprzez wytworzenie ziarna wysokiej jakości w odniesieniu do wartości użytkowej. Coraz częściej i głośniejsze są więc postulaty, by ziarno zbóż wysokiej wartości użytkowej stało się europejską specjalnością. W zgłoszonym do Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi przez IHAR programie tworzenia i wykorzystywania postępu biologicznego w budowie krajowego systemu rolnictwa zrównoważonego, w części dotyczącej hodowli jakościowej, podnosiłam również kwestię konieczności selekcjonowania materiałów hodowlanych zbóż w kierunku wysokiej jakości cech użytkowych. Taki kierunek w hodowli powinien stać się w Polsce obecnie kierunkiem priorytetowym, tym bardziej by wykorzystać fakt jeszcze powszechnie uznawanej w Unii Europejskiej produkcji roślinnej w Polsce za produkcję ekologiczną i stworzyć w ten sposób bardzo dobrą sytuację na rynku zbożowym, z wielką korzyścią dla polskich rolników.

W przypadku pszenicy potrzebne są nowe formy, które byłyby żywieniowo wzbogacone pod względem zawartości możliwie jak największej grupy bioaktywnych komponentów, przede wszystkim włókna pokarmowego, skrobi odpornej, ale także szeregu substancji fitochemicznych, mikroelementów i witamin zarówno we frakcji otrąb jak i mąki. Takie działania w krajach unijnych i nie tylko są już podejmowane. W ten profil badań włącza się także Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Pracownia Oceny Jakości Produktów Roślinnych będzie bowiem uczestniczyć w realizacji 5-letniego rantu finansowanego przez EU dotyczącego między innymi poprawy właściwości prozdrowotnych pszenic europejskich na drodze hodowlanej. Ogólnie, otrzymanie ulepszonych odmian pszenicy planuje się osiągnąć poprzez określenie zmienności cech jakościowych w istniejących odmianach i prymitywnych formach tego gatunku, następnie wytworzenie nowych źródeł zmienności, jak również opracowanie zestawu skomplikowanych, odpowiednich nowych technologii typu „omik” markerów molekularnych oraz metod przesiewowych dla nowych cech jakościowych, które pozwolą na praktyczne ich zastosowanie w selekcji materiału hodowlanego przez hodowców. Realizacja tego projektu rozpocznie się z chwilą podpisania kontraktu, tj. od 1 czerwca 2005 roku. Informacja o projekcie jest dostępna na stronie internetowej: www.healthgrain.org.

PODSUMOWANIE

1. Wiele nowych cech, które mają bezpośredni lub pośredni wpływ na wartość użytkową jest obecnie branych pod uwagę w pracach genetyczno-hodowlanych na świecie.
2. W ostatnich latach otworzyło się wiele możliwości poprawy cech użytkowych zbóż dzięki wykorzystaniu technik molekularnych inżynierii genetycznej wprowadzania transgenów.
3. Poprawa cech jakościowych u zbóż jest stale możliwa poprzez stosowanie metod hodowli konwencjonalnej.
4. Źródeł pożądanых cech jakościowych poszukuje się w obrębie odmian obecnie uprawianych, starych przechowywanych w bankach genów jak i w formach dzikich.

5. Poprawa cechy jakościowej niekoniecznie musi negatywnie wpływać na plon o ile zostanie zastosowana właściwa technologia uprawy.

LITERATURA

- AACC Report. 2001. The definition of dietary fibre. Report of the Dietary Fibre Committee to the Board Directors of the American Association of Cereal Chemists. *Cereal Foods World*. 46: 112 — 126.
- Åman, P., Hesselman, K. and Tilly, A.H. 1985. The variation in chemical composition of swedish barleys. *J. Cereal Sci.* 3: 73 — 77.
- Bach Knudsen K.E. 2001. The nutritional significance of "dietary fibre" analysis. *Anim. Feed Sci. Technol.* 90: 3 — 20.
- Boros D., Rek-Cieply B., Cyran M. 1996. A note on the composition and nutritional value of hulless barley. *J. Anim. Feed Sci.* 5: 417 — 424.
- FAO Database, 2003.
- Gebhard E. 2004. Cereals for Technical Purposes. Abstracts of the CICSA Workshop on: Improvement of tolerance to environmental stress and quality in cereals. Radzików, March 25 – 27, pp. 30 — 31.
- Nyman M., Siljestrom M., Redersen B., Bach Knudsen K. E., Asp N. G., Johansson C. G., Eggum, B. O. 1984. Dietary fiber content and composition in six cereals at different extraction rates. *Cereal Chem.* 61: 14 — 19.
- Oscarsson M., Andersson R., Salomonsson A. C., Åman, P. 1996. Chemical composition of barley samples focusing on dietary fibre components. *J. Cereal Sci.* 24: 161 — 170.
- Pomeranz Y. 1983. Buckwheat: structure, composition and utilization. *CRC Crit. Rev. Food Chem.* 19: 213 — 258.
- Rakowska M., Boros D., Gąsiorowska M. 1992. Quality traits of the grain of Polish varieties of triticale. *Triticale Topics*. 8: 4 — 9.
- Rybka K., Boros D., Raczyńska-Bojanowska K. 1992. Comparative studies on the components of cereal grain that are undigestible *in vitro*. *J. Cereal Sci.* 15: 295 — 303.
- Schweizer T.F., Wursch P. 1979. Analysis of dietary fibre. *J. Sci. Food Agric.* 30: 613 — 619.
- Smulikowska S. 1998. Wartość pokarmowa żyta, pszenżyta i pszenicy w żywieniu drobiu. Rozprawa habil. IFiZZ PAN, Jabłonna.
- Smulikowska S., Nguyen V.C. 2001. A note on variability of water extract viscosity of rye grain from north-east regions of Poland. *J. Anim. Feed Sci.* 10: 687 — 693.
- Willett W. 2001. New food pyramid. In: *Eat, drink and be healthy*. Simon & Schuster (ed.), New York.