

JAN BARTNIK

## WARTOŚĆ ODŻYWCZA ŻYTA W PORÓWNANIU Z PSZENICĄ

## CZ. II. WPŁYW PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH NA WARTOŚĆ ODŻYWCZĄ PRODUKTÓW ŻYTNICH I PSZENNYCH W ŚWIETLE OGÓLNYCH PRZESŁANEK ŻYWIENIOWYCH

Z Instytutu Żywności i Żywienia w Warszawie  
Dyrektor: prof. dr A. Szczygieł

*Omówiono różnicę pomiędzy żytem a pszenicą w zachowaniu się pod wpływem procesów technologicznych. Porównano wartość odżywczą produktów żytnich i pszennych na tle innych produktów spożywczych oraz na tle zapotrzebowania człowieka na składniki odżywcze. Przeanalizowano dotychczasowe kierunki światowe w zakresie produkcji, przetwórstwa i spożycia zbóż chlebowych oraz oceniono te kierunki w świetle ogólnych aspektów żywieniowych.*

## I. WSTĘP

W części I niniejszego artykułu (4) porównano wartość odżywczą ziarna żyta i pszenicy w świetle zawartości w nich składników odżywczych oraz przyswajalności i wartości biologicznej tych składników.

W niniejszej części omówione są różnice pomiędzy żytem a pszenicą w zachowaniu się pod wpływem procesów technologicznych oraz porównanie obu tych zbóż w świetle ogólnych przesłanek żywieniowych.

## II. RÓŻNICE POMIĘDZY ŻYTEM A PSZENICĄ W ZACHOWANIU SIĘ POD WPŁYWEM PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH

Naturalna zmienność ziarna zbóż, omówiona w poprzedniej części artykułu (4), może mieć duży wpływ na wartość odżywczą produktów zbożowych. Jednak w stopniu nieporównanie większym wartość ta może się zmieniać pod wpływem procesów technologicznych. Na przyczyny tego wpływu mogą się składać:

A. Specyficzne rozmieszczenie poszczególnych składników odżywczych w różnych częściach anatomicznych ziarna zboża i możliwości mechanicznego rozdziału tych części w czasie przemiału walcowego;

B. Wrażliwość niektórych składników, zwłaszcza witamin i niektórych aminokwasów, na czynniki stosowane w przemyśle zbożowym, głównie piekarniczym (obróbka termiczna);

C. Zmiana formy niektórych składników pod wpływem działania enzymów w czasie fermentacji ciasta, np. korzystny rozkład połączeń fitynowych; oraz

D. Możliwości recepturalnego włączenia innych produktów lub składników odżywczych do produktów zbożowych.

Szersze omawianie tych spraw nie wchodzi w zakres tego artykułu. Ograniczymy się tu tylko do podkreślenia różnic pomiędzy żytem a pszenicą w zachowaniu się pod wpływem powyższych czynników.

Mimo na ogół podobnego rozmieszczenia składników w ziarnie żyta i pszenicy, niektóre z tych składników zachowują się inaczej w czasie przemiału obu tych gatunków zbóż (5, 12, 15).

W toku przemiału walcowego do pyłowych mąk żytnich przechodzi stosunkowo znacznie mniej białka aniżeli do analogicznych mąk pszennych. Jeżeli zawartość białka w wyjściowym ziarnie przyjmiemy za 100%, to w mąkach żytnich o wymiale poniżej 60% zawartość tego składnika wynosi poniżej 70% (5), podczas gdy w analogicznych mąkach pszennych około 90% (15). Skutkiem tego zawartość białka w jasnych mąkach żytnich jest często ponad 2 razy niższa niż w jasnych mąkach pszennych.

Z pozostałych składników do żytnich mąk pyłowych przechodzi stosunkowo nieco więcej tłuszczu, włókna, wapnia, żelaza i tiaminy, a zwłaszcza niacyny niż do analogicznych mąk pszennych (licząc również w stosunku do całkowitej zawartości tych składników w ziarnie).

Fosfor i ryboflawina zachowują się mniej więcej tak samo przy przemiale obu zbóż.

Nie należy jednak zapominać, że straty wymienionych wyżej składników odżywczych, zwłaszcza witamin i składników mineralnych przy stosowaniu zbyt niskiego stopnia wymiału (poniżej 60%) mogą dochodzić do 85—90% w stosunku do zawartości tych składników w wyjściowym ziarnie, niezależnie od gatunku zboża (5, 15).

Jeżeli chodzi o stosunkowe zmiany w składzie aminokwasowym białek różnych frakcji przemiałowych, to na ogół zmiany te pod wpływem przemiału zachodzą podobnie w przypadku obu gatunków zbóż (1, 10, 11, 14, 17, 25).

W miarę obniżania wysokości wymiału zarówno w białku żytnich jak i pszennych mąk spada zawartość lizyny i argininy, wzrasta natomiast zawartość leucyny. Na szczególną uwagę zasługuje tu jednak sprawa lizyny, której stosunkowy spadek zawartości (w stosunku do białka wyjściowego ziarna) jest w obu przypadkach podobny, ale na wartość odżywczą białka mąk żytnich nie wywiera to tak dużego wpływu, jak w przypadku mąk pszennych. Wartość odżywcza białka mąk żytnich otrzymanych z tej samej partii ziarna jest na ogół zbliżona niezależnie od wysokości wymiału (6, 24). Natomiast wartość odżywcza białka pszennych mąk jasnych jest niższa niż białka wyjściowego ziarna. Wynika to z omówionego wyżej stosunkowego spadku zawartości lizyny w białku mąk jasnych przy jednoczesnej niskiej bezwzględnej zawartości lizyny w białku pszenicy.

Co się tyczy wpływu procesów piekarniczych na wartość odżywczą pieczywa produkowanego z mąk pszennych lub żytnich, to nie ma tu większych różnic pomiędzy tymi dwoma gatunkami zbóż. W obu przypadkach pod wpływem obróbki termicznej zachodzą mniej więcej jednakowe straty tiaminy (średnio około 20%) i lizyny (kilka do kilkunastu procent w skórce) (16).

W nawiązaniu do połączeń fitynowych należy tu podkreślić różnice w stopniu rozkładu tych połączeń zależnie od sposobu prowadzenia cias-

ta. W pieczywie żytnim produkowanym na zakwasie znaczna część tych połączeń jest zazwyczaj rozłożona (13), podczas gdy drożdżowy sposób prowadzenia ciasta nie ma takiego wpływu; wiąże się to z poziomem pH — fitazy działają energiczniej przy niższym pH.

Wyniki ostatnio ogłoszonych prac (8) wskazują również na możliwość uwalniania niacyny z formy związanej w czasie wypieku pieczywa. Mimo że można wpływać na stopień tego uwalniania poprzez dobór odpowiednich warunków, zwłaszcza temperatury i czasu pieczenia, to jednak wydaje się, że ewentualne wypływające stąd korzyści nie byłyby w stanie zrównoważyć strat innych składników wrażliwych na działanie temperatury (tiamina, lizyna itd.).

Jeżeli chodzi o wpływanie na wartość odżywczą pieczywa za pomocą dodatków różnych wysokowartościowych produktów spożywczych (np. mleko w proszku, albumina mleka itd.) lub preparatów poszczególnych deficytowych składników odżywczych, to możliwości pod tym względem są bardzo duże. Wartość odżywcza pieczywa zarówno żytniego jak i pszennego może być w ten sposób kilkakrotnie podwyższona (2, 3, 7, 9, 21, 22).

Jak z powyższego wynika, wartość odżywcza przemysłowo przetworzonych produktów zbożowych może zależeć w dużo większym stopniu od stosowanych zabiegów technologicznych aniżeli od wpływu warunków naturalnych i gatunku wyjściowego zboża.

### III. PORÓWNANIE ŻYTA I PSZENICY W ŚWIETLE OGÓLNYCH PRZESŁANEK ŻYWIENIOWYCH

Oceniając ogólnie wartość odżywczą żyta i pszenicy na tle innych produktów spożywczych oraz na tle zapotrzebowania człowieka na poszczególne składniki odżywcze (23), można przyjąć następujące stwierdzenia:

A. Żyto i pszenica są mniej więcej jednakowo bogatym źródłem energii (kalorii), pochodzącej głównie z frakcji skrobiowej, ale także z białka, a w mniejszym stopniu z tłuszczu.

B. Dzięki dużemu ich udziałowi w racji pokarmowej człowieka stanowią one dość poważne źródło białka i witamin grupy B, zwłaszcza tiaminy; nie zawierają natomiast witaminy C i A (karotenu).

C. Pod względem składników mineralnych zarówno żyto jak i pszenica są bogate w fosfor, stosunkowo bogate w żelazo, natomiast ubogie w wapń; stosunek wapnia do fosforu w ziarnie obu zbóż wynosi około 1 : 10, przy czym około 70% fosforu występuje w nich w formie fitynowej.

D. W możliwości pokrycia zapotrzebowania człowieka na poszczególne składniki odżywcze oba rozpatrywane gatunki zboża jako surowce przemysłu spożywczego przedstawiają sobą z grubsza jednakową wartość, z pewną przewagą pszenicy pod względem białka i niacyny.

E. Wszelkie zmiany w wartości odżywczej w toku przerobu przemysłowego obu tych zbóż mają tym większe znaczenie w skali danego kraju, im większy jest udział tych produktów w przeciętnej racji pokarmowej ludności.

Analiza dotychczasowych kierunków światowych w zakresie produkcji, przetwórstwa i spożycia zbóż chlebowych (18, 19, 20, 21) wskazuje, że zależnie od warunków klimatycznych i glebowych, poziomu agrotechniki, ogólnego stopnia rozwoju gospodarczego, postępu przemysłu spożywczego itd., obserwuje się ciągły proces w następujących kierunkach: a) ograniczania produkcji i spożycia żyta i zastępowania go pszenicą; b) dążenia do spożywania pieczywa jasnego; c) ogólnego ograniczania spożycia produktów zbożowych na rzecz innych produktów przemysłu spożywczego, głównie produktów pochodzenia zwierzęcego oraz tłuszczów; temu kierunkowi towarzyszy jednocześnie: d) podnoszenie wartości odżywczej produktów zbożowych poprzez dodawanie do nich wysokowartościowych produktów spożywczych (np. mleko w proszku) i wzbogacanie ich w deficytowe składniki odżywcze.

Mimo że niektóre z tych kierunków i sposób ich realizacji budzą pewne zastrzeżenia pod względem zdrowotnym, to jednak w niektórych krajach wysoko rozwiniętych gospodarczo wszystkie powyższe etapy zostały osiągnięte. Inne kraje w mniejszym lub większym stopniu są na drodze do osiągnięcia tych etapów.

Z historycznej analizy omawianego zjawiska wynika, że zmiany te — jako uwarunkowane względami agrotechnicznymi, ekonomicznymi, technologicznymi, socjopsychologicznymi itd. — należą do procesów długotrwałych. W niektórych krajach zachodziły one w ciągu stuleci (18, 19) i nawet przy obecnym tempie rozwoju różnych dziedzin życia gospodarczego wymagają czasu przekraczającego na ogół okres życia jednego pokolenia.

Powyższe uwagi nie mogą stanowić podstawy do wysuwania wniosku, że omawiane procesy są nieuchronne. W świetle dotychczasowego ich przebiegu w różnych krajach, z uwzględnieniem wszelkich wchodzących tu w grę aspektów, powinno się tymi procesami pokierować przynajmniej w tych krajach, w których te procesy jeszcze zachodzą, aby uniknąć ewentualnych błędów popełnionych przez kraje wcześniej rozwinięte.

Aspekty żywieniowe i zdrowotne dotyczące omawianego zakresu można scharakteryzować następująco:

A. Wszelkie poczynania dotyczące struktury i poziomu produkcji oraz przetwórstwa żywności powinno się rozpatrywać oddzielnie w skali każdego kraju, z uwzględnieniem wszelkich wchodzących tu w grę czynników na tle warunków zdrowotnych i potrzeb żywieniowych ludności; praktyki stosowane w poszczególnych krajach powinno się przenosić do innych krajów z dużą ostrożnością na tle aktualnych warunków.

B. W zakresie zaopatrzenia ludności w produkty zbożowe, zwłaszcza w chleb, dużo więcej wagi powinno się przywiązywać do metod stosowanych w przemyśle zbożowym aniżeli do wyboru gatunku zboża chlebowego; sam tylko stopień wymiału może mieć wielokrotnie większy wpływ na zawartość wielu składników odżywczych w chlebie aniżeli pochodzenie mąki z żyta czy pszenicy.

C. Z fizjologiczno-żywieniowego punktu widzenia nie ma podstaw do przeciwdziałania wprowadzaniu pszenicy na miejsce żyta, jeżeli tylko aktualne warunki agrotechniczne na to pozwalają.

D. Zarówno porównanie wartości odżywczej obu gatunków zbóż, jak i obserwacje oraz dane dotyczące stanu zdrowotnego ludności krajów, spożywających chleb żytni czy też pszeniczny, nie wskazują na konieczność zajmowania zdecydowanego stanowiska w sprawie wyboru któregoś z tych zbóż, mimo że pod niektórymi względami żywieniowymi pszenica nieznacznie przewyższa żyto.

E. Niezależnie od wyboru żyta czy pszenicy jako zboża dominującego, powinno się dążyć do podnoszenia ich wartości odżywczej drogą metod hodowlanych i agrotechnicznych.

F. Efekty zdrowotne krajów, w których stosuje się wzbogacanie mąk chlebowych w deficytowe składniki odżywcze, dowodzą, że do podjęcia i upowszechniania takiej akcji powinno się dążyć we wszystkich pozostałych krajach niezależnie od tego, jakie zboże chlebowe przeważa w danym kraju.

Я. Бартник

#### ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ РЖИ В СРАВНЕНИИ С ПШЕНИЦЕЙ

Часть II. Влияние технологических процессов на питательную ценность ржаных и пшеничных продуктов на фоне общих аспектов питания

#### Содержание

Питательная ценность зерен ржи и пшеницы была описана в первой части этой статьи (4). На основании настоящей части можно предложить следующие выводы:

1. При применении слишком низкой степени помола (ниже 60%) потери в витаминах и минеральных веществах могут достигать 85% по сравнению с их содержанием в исходном зерне обоих злаков.

2. Привальцевом помоле в ржаную сортовую (белую) муку переходит относительно значительно меньше белка, но несколько больше жиров, клетчатки, кальция, железа, тиамина и цианина, чем в аналогичную пшеничную муку, по сравнению с их содержанием в исходном зерне.

3. Относительные изменения в аминокислотном составе белка мук в зависимости от степени помола одинаковы в случае обоих злаков. Особенного внимания заслуживает здесь меньшее содержание лизина в белке мук белых по сравнению с белком полного зерна, что значительно понижает питательную ценность белка белых пшеничных мук.

4. Относительные потери в некоторых питательных веществах при выпекании более или менее одинаковы в хлебе ржаном и пшеничном. Приготовление ржаного теста на закваске способствует большему распаду фитиновых соединений, чем в тесте приготовленном на дрожжах.

5. Зерновая промышленность располагает большими возможностями влияния на питательную ценность хлеба путем применения различных ценных добавок к муке, предназначенной для выпекания.

6. С точки зрения возможности удовлетворения потребности человека в различных питательных веществах, рожь и пшеница имеют более или менее одинаковое значение с некоторым преимуществом пшеницы (белок, наинин).

7. Всевозможные изменения в питательной ценности, происходящие в процессе промышленной переработки зерен обоих злаков, имеют тем большее значение в масштабе данного государства, чем больший процент принадлежит этим продуктам в средней диете населения.

8. В области обеспечения населения мучными продуктами, особенно хлебом, значительно большее внимание должно уделяться методам, применяемым в зерновой промышленности, чем виду злакового растения.

9. С физиологическо-питательной точки зрения нет оснований для возражения против введения пшеницы вместо ржи, если только позволяют актуальные агротехнические условия.

J. Bartnik

## THE NUTRITIVE VALUE OF RYE AS COMPARED TO WHEAT

Part II. The effect of industrial processing on the nutritive value of rye and wheat products in the light of general aspects of nutrition

## Summary

The nutritive value of rye and wheat grains was described in the former part (4) of the article. From the present part (II) the conclusions may be drawn as follows:

1. Regardless to the species of grain, when low extraction flours are produced (below 60%), the losses of vitamins and minerals may reach 85% in relation to their amounts in the original milling grains.

2. During roll-milling, to the rye flours relatively less protein passes than to the wheat flours of the same extraction rates, but on the contrary a little more fat, fiber, calcium, iron, thiamine and niacin, when expressed in relation to the total content of these constituents present in the initial grain.

3. The relative changes in amino acid composition of proteins of different milling fractions are similar in case of both cereals. Special attention should be paid to decreased content of lysine in protein of white flours in comparison to proteins of whole-grain flour, which causes a marked decrease of nutritive value of protein of white wheat flours.

4. Relative losses of some nutrients under the effect of backing are similar in either rye or wheat bread. However, sour method of dough preparation is more effective in respect of cleavage of phytates than yeast method.

5. Possibilities of the cereal industry are very great in respect of influencing on nutritive value of bread by means of use of various highly valuable additions to the bread flour.

6. As to the meeting the human requirements for the particular nutrients both rye and wheat are roughly of the same value with a certain superiority of wheat when protein and niacin are concerned.

7. All the changes in the nutritive value of these cereals occurring in the technological processes are the more important the greater is amount of the cereals in the average diet of the population.

8. In supplying the population with products, especially bread, much more attention should be paid to the methods used in cereal industry than to the choice of the species of the grain designed for bread.

9. From the physiological and nutritional point of view there is no basis for counteraction against introducing wheat instead of rye if the local agricultural conditions make it possible.

## PIŚMIENNICTWO

1. Barton-Wright E. C., Moran T.: *Analyst*, 1946, 71, 278. — 2. Berger S.: *Materiały z XI Zjazdu naukowo-technicznego PAN-NOT pt. Przemysł spożywczy a wyżywienie ludności*, Warszawa 1961, 248. — 3. Block R. J., Mandl R. H.: *J. Am. Assoc.*, 1958, 34, 724. — 4. Bartnik J.: *Roczniki PZH*, 1965. — 5. Bartnik J.: *Roczniki PZH*, 1959, X/5, 423. — 6. Bartnik J.: *Nahrung*, 1964, 8, 6/7, 511. — 7. Bartnik J.: *Roczniki PZH*, 1963, XIV/2, 145. — 8. Clegg K. M.: *Brit. J. Nutr.*, 1963, 17/3, 325. — 9. Harris R. S., Siemers G., Lopez H.: *J. Amer. Dietetic. Assoc.*, 1961, 38, 27. — 10. Hepburn F. N., Lewis E. W. (Jr), Elvehjem C. A.: *Cereal Chem.*, 1957, 34, 312.
11. Hutchinson J. B., Moran T., Pace J.: *Proc. Roy. Soc.*, 1956, Series B, 145, 270. — 12. Janicki J., Jankowski S., Opuszyńska H., Zwierzchowska D.: *Roczn. Technol. i Chem. Żywn.*, 1957, 1, 7. — 13. Jankowski S.: *Roczn. Nauk. Roln. (A)*, 1956, 73, 105. — 14. Kurzepa H., Bartnik J., Trzebska-Jeske I., Morkowska W.: *Roczniki PZH*, 1960, XI/2, 81. — 15. McCance R. A., Widdowson E. M., Moran T., Pringle W. J. S., Macrae T. F.: *Biochem. J.*, 1945, 39, 213. — 16. McDermott E. E., Pace J.: *Brit. J. Nutr.*, 1957, 11, 446. — 17. Nunnikhoven R.: *De Amino zuur — Samenstelling van Tarveeiwitten in Verband met de Uitmalingsgraad alsmede de Instrumentatie voor Kolomchromatografie*, Thesis, Amsterdam 1955. — 18.

*Percival J.*: Wheat in Great Britain, Gerald Duckworth and Co. Ltd., London 1948. — 19. *Renner H. D.*: The Origin of Food Habits, Faber and Faber Ltd., London 1944. — 20. Report of the Panel on Composition and Nutritive Value of Flour, London, Her Majesty's Stationery Office, 1956.

21. *Szczygieł A.*: Podstawy Fizjologii Żywienia, PZWŁ, Warszawa 1956. — 22. *Szczygieł A.*: Przemysł Spożywczy, 1955, 12, 493. — 23. *Szczygieł A., Siczková J., Nowicka L.*: Normy całodziennych racji pokarmowych dla 18 grup ludności, PZWŁ, Warszawa 1959. — 24. *Szkiłłądziowa W.*: Roczniki PZH, 1960, XI/3, 191. — 25. *Taranowa A. J.*: Biochimija, 1951, 16, 239.

Warszawa, 20.II.1965.