

FITAZA ZBÓŻ I JEJ ROLA W NIEKTÓRYCH PROCESACH PRODUKCYJNYCH

A. HILLER

Zakład Nauki o Środkach Spożywczych Akad. Med. w Łodzi

Fitaza jest fosfomonoesterazą, która powoduje rozpad fityny na inozytol i kwas fosforowy. Zagadnienie specyficzności tego enzymu nie zostało rozwiązane, ponieważ do tej pory nie wyodrębniono czystego preparatu fitazy, który by hydrolizował wyłącznie fitynę, a nie powodował rozpadu innych, charakterystycznych dla fosfomonoesteraz substratów.

Obszerne badania nad fitazą przeprowadził Courtois i współpracownicy (3—18). Courtois stoi na stanowisku, że fitaza jest fosfatazą o szerokim polu działania, która prócz estrów kwasu inozytosześćfosforowego hydrolizuje również inne estry fosforowe.

W zależności od pochodzenia enzym ten wykazuje optimum działania przy różnym stężeniu jonów wodorowych. Najbardziej znana jest fitaza roślinna, której optimum działania leży przy pH 5,1—5,6 a temperatura optymalna wynosi 55°. Fitaza ta występuje obok swego substratu kwasu fitynowego w ziarnach zbóż oraz nasionach gorczycy, rzodkwi, maku, kąkolu, rącznika, roślin strączkowych i innych (4, 5, 14, 16, 17).

Prace wielu autorów wykazały, że związki fitynowe znajdujące się w pożywieniu mogą wpływać ujemnie na wchłanianie wapnia z przewodu pokarmowego prowadząc do jego deficytu w organizmie (2, 19, 27). W wyniku tych badań zaczęto rozpatrywać inozytofosforany jako niepożądane składniki pożywienia i zastanawiać się nad usunięciem ich z diety, bądź nad zmniejszeniem ujemnego ich wpływu na gospodarkę wapniową. Szczególnie zwrócono uwagę na zboża, które należą do głównych surowców żywnościowych i w postaci chleba stanowią jeden z najbardziej podstawowych produktów spożywczych. Stwierdzono, że związki fitynowe występują głównie w zewnętrznych częściach ziarna, w związku z czym mąki razowe zawierają znacznie więcej fityny od mąk jasnych (1, 20, 23). Dla zneutralizowania niekorzystnego wpływu fityny na gospodarkę wa-

pniową zalecano podawanie soli wapniowych. W Anglii wprowadzono nawet obowiązkowy dodatek węglanu wapnia do mąki 85% przeznaczonej do wypieku chleba (27).

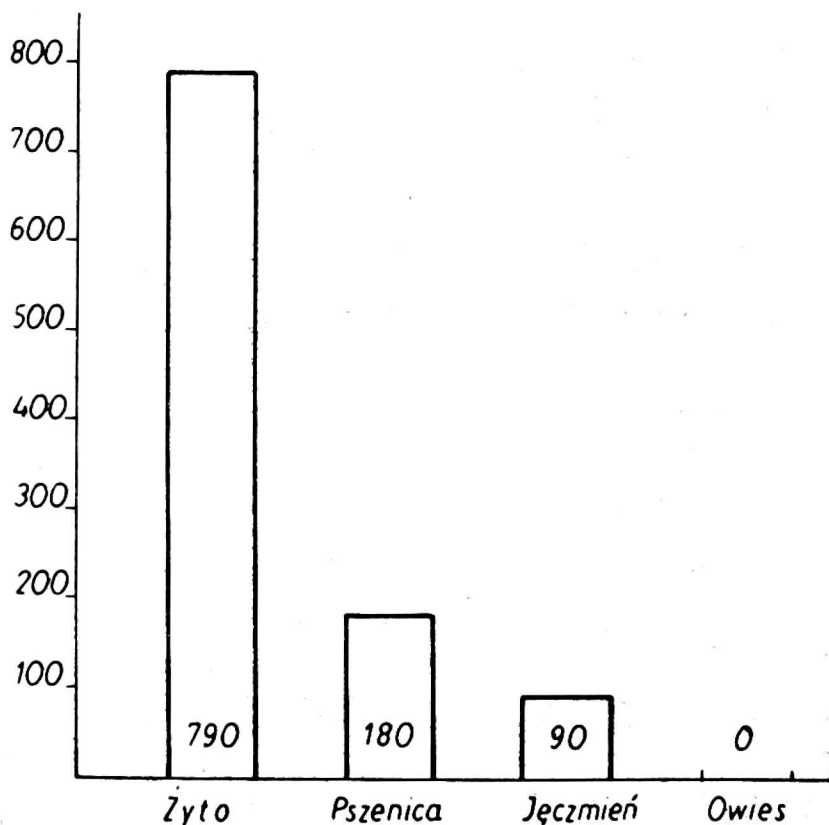
Mniej natomiast zajmowano się możliwością wykorzystania fitazy dla enzymatycznego rozkładu fityny zawartej w mące, pomimo, że korzystny wpływ tego enzymu na hydrolizę związków inozytofosforowych nie ulegał wątpliwości. Badania w tym kierunku prowadził Jankowski, który ustalił, że dodanie do mąki wypiekowej preparatu fitazy wpływa korzystnie na hydrolizę fityny podczas wyrobu pieczywa (23).

W pracy niniejszej przedstawiono wyniki badań nad aktywnością fitazy w krajowych odmianach zbóż oraz niektóre możliwości wykorzystania tego enzymu dla zmniejszenia ilości fityny w gotowych pokarmach.

Część doświadczalna

Jako materiał do badania aktywności fitazy wybrano ziarno żyta „Ludowego”, pszenicy „Wysokolitewki”, jęczmienia browarnianego „PZHR” oraz owsa „Udycz Żółty”. Było to ziarno konsumpcyjne ze zbiorów 1962 roku z Państwowego Gospodarstwa Rolnego w Łuźmierzu pod Łodzią.

Aktywność enzymu oznaczano metodą Peersa (24), uwzględniając modyfikacje wprowadzone przez Schormüllera i współpracowników (25, 26). Metoda ta polega na kolorymetrycznym oznaczeniu ilości fosforu nie-



Wykres 1. Aktywność fitazy w ziarnie zbóż

organicznego uwolnionego pod wpływem fitazy z soli sodowej kwasu inozytosześcioletowego w octanowym roztworze buforowym.

Do badań użyto wodne, nieoczyszczone wyciągi enzymatyczne, które otrzymywano przez ekstrakcję 10 g rozdrobnionego ziarna za pomocą 10 ml wody destylowanej. Ekstrakcję fitazy przeprowadzano w temperaturze 12—15° mieszając mechanicznie w ciągu 3 godzin. Zastosowano następujące warunki oznaczania aktywności enzymatycznej: czas inkubacji — 60 minut, temperatura — 55°, pH roztworu — 5,1. Aktywność fitazy wyrażano ilością miligramów fosforu nieorganicznego uwolnionego z soli sodowej kwasu inozytosześcioletowego w okresie inkubacji. Wyniki oznaczeń przeliczano na 100 g substancji suchej ziarna, z którego otrzymano wyciąg fitazy.

Uzyskane wyniki, przedstawione na wykresie, wykazały, że aktywność fitazy w ziarnie żyta jest znacznie wyższa niż w pszenicy i jęczmieniu; w ziarnie owsa nie stwierdzono aktywnej fitazy. W ujęciu procentowym aktywność enzymu w poszczególnych zbożach przedstawiała się następująco:

żyto „Ludowe”	100 %
pszenica „Wysokolitewka”	22,8 %
jęczmień browarniany „PZHR”	11,4 %
owies „Udycz Żółty”	0 %.

Wyniki te wskazują, że największe możliwości enzymatycznego rozkładu związków fitynowych istnieją przy przerobieniu na gotowe pokarmy ziarna żyta, a mniejsze pszenicy i jęczmienia. Przy przygotowaniu produktów z owsa nie należy spodziewać się zmniejszenia zawartości fityny na drodze enzymatycznej, z uwagi na brak w ziarnie tego zboża aktywnej fitazy.

Wnioski te zostały potwierdzone wynikami badań nad hydrolitycznym rozpadem związków inozytofosforowych podczas produkcji pieczywa żytniego i pszennego (21, 22).

Badania te przeprowadzono w piekarni nr 3 w Łodzi oznaczając zawartość fosforu fitynowego podczas cyklu produkcyjnego chleba żytniego Starogardzkiego oraz chleba pszennego Grahama, które wyrabiane są z mąk ciemnych jednakowego przemiału o wysokiej zawartości fityny. Wyniki oznaczeń przeliczono na 100 g substancji suchej produktu i wyrażono w mg % P fitynowego.

Wyniki średnie zestawione w tabeli wskazują, że podczas produkcji chleba żytniego uległo hydrolizie 94% fityny zawartej w mące, a pozostało jedynie 6%. Przy wyrobie chleba pszennego zostało zhydrolizowane 61% fityny zawartej w mące, a pozostało 39%. Jak się okazało decydujący wpływ na zawartość fityny w chlebie pszennym i żytnim miała

Tabela 1

Rozpad związków inozytofosforowych podczas produkcji chleba żytniego i pszennego (zestawienie wyników średnich)

Rodzaj badanego produktu	P-fitynowy w przeliczeniu na 100 g substancji suchej w mg proc.	P-fitynowy pozostały po hydrolizie w proc.
Chleb żytni Starogardzki		
1. Mąka Starogardzka	256,8	100
2. Ciasto formowane	50,7	20
3. Chleb Starogardzki	15,7	6
Chleb pszenny Graham		
1. Mąka Graham	282,8	100
2. Ciasto formowane	117,5	42
3. Chleb Graham	110,1	39

fitaza, której aktywność była około 4 razy wyższa w mące żytniej niż w mące pszennej (21).

Na podstawie tych wyników zaproponowano, aby dla zmniejszenia zawartości fityny w pszennym chlebie razowym zalecić, obok innych zabiegów technologicznych, wprowadzenie dodatku mąki żytniej bogatej w fitazę (21, 22).

Produkty przygotowywane z ziarna jęczmienia i owsa, to jest kasze i płatki nie należą do tak powszechnych pokarmów jak pieczywo, mogą jednak w niektórych przypadkach stanowić czynnik podstawowy w diecie. Podczas kulinarnego przyrządzania tych produktów warunki nie sprzyjają działaniu fitazy, która w temperaturze gotowania szybko ulega inaktywacji.

Stwierdzono, że w czasie tradycyjnego gotowania kaszy jęczmiennej — pęczaku — ulega hydrolizie zaledwie około 7% fityny pozostaje zaś 93% ilości początkowej. W celu stworzenia warunków bardziej odpowiednich dla działania fitazy zalewano pęczak wodą o temperaturze 80°, odstawiano na okres około 20 godzin i dopiero po tym czasie gotowano. W ten sposób udało się zmniejszyć zawartość związków fitynowych do około 10% ilości początkowej to jest uzyskać hydrolizę 90% fityny (28).

Odmienne wyniki uzyskano w płatkach owsianych, gdzie w związku z brakiem fitazy nie było warunków do enzymatycznej hydrolizy fityny. W tym przypadku nawet długotrwałe moczenie w ciepłej wodzie nie wpływało na obniżenie zawartości związków fitynowych w gotowym produkcie. W celu spowodowania hydrolizy fityny na drodze enzymatycznej zastosowano 10% dodatek śrutu żytniego do płatków owsianych i otrzymaną mieszaninę moczo w ciągu 20 godzin. Stwierdzono, że w tych warunkach uległo hydrolizie 25% fityny, pozostało zaś 75% początkowej zawartości związków fitynowych (28).

Próby te wskazują na możliwość zastosowania preparatów fitazy do przeprowadzenia hydrolizy związków fitynowych w płatkach owsianych.

W n i o s k i

Uzyskane wyniki wskazują, że fitaza zawarta w ziarnie zbóż może być wykorzystana do zmniejszenia zawartości fityny w gotowych pokarmach. Największe możliwości enzymatycznej hydrolizy fityny istnieją przy przerobieniu żyta, które wykazuje bardzo wysoką aktywność fitazową. Fitaza zawarta w ziarnie pszenicy i jęczmienia może hydrolizować znaczne ilości związków fitynowych, szczególnie po zastosowaniu odpowiednich zabiegów technologicznych. Ziarno owsa nie zawiera aktywnej fitazy. Dla enzymatycznego rozkładu fityny w płatkach owsianych można wykorzystać fitazę innego zboża np. fitazę żytnią.

PIŚMIENNICTWO

1. Bigwood E.: Bull. Soc. Chim. biol., **33**, 1261 (1951).
2. Bogorodickaja W. P.: Woprosy Pitanja, **16—3**, 51 (1957).
3. Courtois J.: Bull. Soc. Chim. biol., **27**, 411 (1945).
4. Courtois J.: Bull. Soc. Chim. biol., **29**, 944 (1947).
5. Courtois J.: Bull. Soc. Chim. biol., **30**, 37 (1948).
6. Courtois J.: Bull. Soc. Chim. Biol., **30**, 618 (1948).
7. Courtois J.: Bull. Soc. Chim. biol., **33**, 1073 (1951).
8. Courtois J., Desjobert A., Fleurent P.: Bull. Soc. Chim. biol., **34**, 691 (1952).
9. Courtois J., Joseph G.: Bull. Soc. Chim. biol., **29**, 951 (1947).
10. Courtois J., Joseph G.: Bull. Soc. Chim. biol., **30**, 610 (1948).
11. Courtois J., Manet L.: Bull. Soc. Chim. biol., **34**, 265 (1952).
12. Courtois J., Masson M.: Bull. Soc. Chim. biol., **32**, 314 (1950).
13. Courtois J., Masson M.: Bull. Soc. Chim. biol., **32**, 326 (1950).
14. Courtois J., Perez Ch.: Bull. Soc. Chim. biol., **30**, 195 (1948).
15. Courtois J., Perez Ch.: Bull. Soc. Chim. biol., **30**, 631 (1948).
16. Courtois J., Perez Ch.: Bull. Soc. Chim. biol., **331**, 1220 (1949).
17. Courtois J., Perez Ch., Bull. Soc. Chim. biol., **31**, 1234 (1949).

18. Courtois J., Perez Ch.: Bull. Soc. Chim. biol. **31**, 1373 (1949).
19. Diemair W., Becker H.: Dtsch. Lebensmitt. Rdsch., **51**, 18 (1955).
20. Hiller A.: Roczn. PZH, **12**, 357 (1961).
21. Hiller A.: Roczniki PZH — w druku.
22. Hiller A.: Rozprawa doktorska, Łódź 1962.
23. Jankowski S.: Roczn. Nauk Roln., **73**, A-1, 105 (1956).
24. Peers F. G.: Biochem. J., **53**, 102 (1953).
25. Schormüller J., Würdig G., Bressau G.: Z. L. U. u. Forsch., **109**, 297 (1959).
26. Schormüller J., Würdig G., Bressau G.: Z. L. U. u. Forsch., **109**, 378 (1959).
27. Szczygieł A., Siczková J.: Roczn. PZH, **3**, 13 (1952).
28. Walczak W.: Praca magisterska. Łódź 1963.

DYSKUSJA

Prof. dr J. Janicki, WSR, Poznań

Zagadnienie fityny było bardzo żywo dyskutowano w czasie ostatniej wojny. Zwłaszcza w Anglii lekarze wystąpili przeciwko stosowaniu płatków owsianych do żywienia dzieci, ze względu właśnie na obecność fityny, wiążącej wapń. Obawy zostały jednak rozwiane ze względu na to, że przy spożywaniu płatków wapń nawet w nadmiarze jest dostarczany z mlekiem. Stwierdzono ponadto, że organizm po pewnym czasie wykazuje zdolność adaptacji enzymatycznej, przy czym źródłem fitazy jest przypuszczalnie mikroflora przewodu pokarmowego.

W związku ze stwierdzoną przez Autora wysoką aktywnością fitazy w życie, chciałem zwrócić uwagę na fakt, że coraz więcej argumentów przemawia za tym, że stosowanie w żywieniu mieszanego pieczywa pszenno-żytniego jest korzystniejsze, niż spożywanie wyłącznie pieczywa pszennego, co w wielu krajach ma miejsce. Interesuje mnie, czy Autor prowadził badania nad aktywnością fitazy w preparatach pleśniowych. Zagadnieniem tym wartoby się zająć, gdyż preparaty pleśniowe używane są do polepszenia jakości chlebów.

Dr A. Hiller, AM, Łódź

Sprawa adaptacji organizmu człowieka do hydrolizy fityny nie była wprawdzie badana laboratoryjnie w wyczerpujący sposób, niemniej istnieją doniesienia Walkera z Afryki Południowej, które wskazują na możliwość takiej adaptacji ustroju. Autor ten badał przyswajanie wapnia u plemion murzyńskich odżywiających się orzechami zawierającymi znaczne ilości fityny. Wykazał on, że w tych przypadkach nie obserwuje się naruszenia asymilacji wapnia.

Wydaje się jednak, że u człowieka chorego możliwości adaptacyjne są bardziej ograniczone i w tym wypadku spożywanie pokarmów bogatych w związki fitynowe może spowodować ujemne następstwa. Prace radzieckie wykazały, że przy spożywaniu pokarmów bogatych w związki inozytofosforowe następuje obniżenie asymilacji wapnia, szczególnie, jeżeli do środków spożywczych dodaje się preparaty fitynianu sodowego. W pracach tych niestety nie zwrócono dostatecznej uwagi na możliwości adaptacyjne ustroju. Jeżeli spożywa się pokarm bogaty w związki fitynowe, jak np. pszenki chleb razowy lub płatki owsiane, wówczas istnieje mniejsze

niebezpieczeństwo ograniczenia asymilacji wapnia, niż przy spożywaniu równoważnych ilości czystej fityny, a w szczególności fitynianu sodu.

Jeżeli chodzi o pytanie Pana Profesora Janickiego w sprawie fitazy w preparatach pleśniowych stosowanych w piekarnictwie, pragnę wyjaśnić, że badań tych nie przeprowadzałem. Na podstawie literatury można przypuszczać, że w pleśniach powinna być aktywna fitaza. Doniesienia na ten temat są jednak nieliczne i raczej powierzchowne. Nie spotkałem pracy omawiającej wyczerpująco zagadnienie fitazy pleśniowej.