

Katedra Chemii, Akademia Rolnicza w Lublinie
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin, Poland

Ewa Makarska

**Wpływ nawilżania i chemicznych konserwantów na strawność
in vitro skrobi w ziarnie pszenżyta i żyta**

Effect of humidification and chemical preservation on *in vitro* starch digestibility of triticale
and rye grain

ABSTRACT. The aim of the paper was to evaluate the effect of two chemical preservation agents (acidic Cytromix plus and basic urea) on *in vitro* digestibility of grain starch in selected triticale cultivars (Pinokio, Ugo, Lamberto) as well as rye (Warko cv.). Starch *in vitro* digestibility was measured with the amount of released glucose in a reaction with 3,5-dinitrosalicylic acid (DNS) during enzymatic digestion using Bio-Feed-Beta preparation. The conservation procedure was performed under hermetic conditions applying 0.2% solution of Cytromix plus and 2% solution of urea as well as using dried grain and of 30% humidity for 10 and 30 days. Wet grain (30%) without conservation agents was the control. In the case of Cytromix plus applied for rye grain, the increase of starch digestibility proportional to the procedure duration was observed. Triticale cultivars reacted in different ways towards conservation agents depending on the type of preparation and the conservation time. An obvious increase of starch digestibility was found for Pinokio and Lamberto cv. after 30-day application of both Cytromix plus and urea. The highest increase of reducing sugars after applying Cytromix Plus for 10 days and urea for 30 days was recorded in grains of Ugo cv.

KEY WORDS: humidification, chemical preservation, *in vitro* starch digestibility, triticale, rye grain

Właściwy dobór chemicznych konserwantów, zabezpieczających przechowywane ziarno paszowe przed rozwojem grzybów, pleśni i bakterii chorobotwórczych, może przynieść także zwiększenie efektywności produkcji zwierzęcej. Spośród stosowanych konserwantów dobre efekty dają kwaśne dodatki do

pasz, które zawierają zestawy kwasów, tj. propionowego, cytrynowego, fumarowego i in. [Zawiślak, Matyka 1983; Kozik, Korniewicz 1993]. Wprowadzenie konserwantów do paszy, obok ich roli jako fungicydów, powoduje także lepsze wykorzystanie jej przez zwierzęta oraz zwiększa przyrosty masy ich ciał. Korzystne obniżenie pH treści pokarmowej zwierząt, zwłaszcza młodych, wpływa regulująco na florę bakteryjną oraz może przyczynić się do lepszego enzymatycznego trawienia białka [Matyka, Wielbo 1995]. Celem pracy było określenie wpływu nawilżania oraz dwóch chemicznych konserwantów: kwaśnego – Cytromixsu plus i zasadowego – mocznika na strawność *in vitro* skrobi ziarna wybranych odmian pszenżyta i żyta.

METODY

Materiał do badań stanowiło ziarno trzech odmian pszenżyta (Pinokio, Ugo, Lamberto) i odmiany żyta Warko, otrzymanych ze ZHR Laski i AR Czesławice (zbiór z roku 1997). W badanym ziarnie określono: wilgotność, masę 1000 ziarn, gęstość wł., % popiołu, białko ($N \times 6,25$) według metod powszechnie stosowanych w laboratoriach zbożowych. Zawartość skrobi oznaczono metodą Königa i Sutthoffa [cyt.: Jakubczyk i Haber 1983]. Cukry redukujące określono metodą kolorymetryczną z DNS (kwasem 3,5-dinitrosalicylowym) według Millera [1959]. Do analiz chemicznych próby ziarna zmielono w młynku laboratoryjnym typ 3100. Analizy te wykonano w trzech powtórzeniach.

Proces nawilżania (30%) ziarna badanych zbóż prowadzono przez trzy doby w hermetycznych naczyniach w temperaturze pokojowej. Ziarno nienawilżone o wilgotności wyjściowej (tab. 1) z dodatkiem preparatu enzymatycznego Bio-feed[®]-beta stanowiło próbę kontrolną 1. Nawilżone ziarno (30%) do oceny strawności skrobi w badaniach *in vitro* suszono w temperaturze 40°C do stałej masy, a następnie mielono. Ten wariant doświadczenia umożliwił ocenę wpływu nawilżania ziarniaków na przebieg strawności skrobi *in vitro* przy zastosowaniu preparatu enzymatycznego.

Zabieg konserwowania chemicznego prowadzono na całym ziarnie w warunkach hermetycznych, stosując 0,2% roztwór Cytromixu plus (kwas cytrynowy, fumarowy, fosforowy i nośnik mineralny-ZN-92/UTIL-2) oraz 2% roztwór mocznika na ziarno o wilgotności 30% przez okres 10 i 30 dni. Ziarno nawilżone (30%), bez konserwantów chemicznych stanowiło próbę kontrolną 2. Wybrano taki wariant doświadczenia, aby określić efekty działania konserwantów w ziarnie mokrym po częściowej hydrolizie skrobi. Chemiczne konserwowanie bowiem stosuje się najczęściej do przedłużenia trwałości wilgotnego ziarna i zabezpieczenia go przed zepsuciem w trakcie magazynowania. Próby ziarna po

wysuszeniu i zmieleniu poddano trawieniu, stosując kompleksowy preparat Bio-feed[®]-beta (Novo Nordisk A/S, Dania), otrzymywany w hodowli mikroorganizmów: *Bacillus amyliliquefaciens* i *Humicola insolens*, zawierający w swym składzie m.in. α -amylazę. Strawność skrobi *in vitro* ziarna przeprowadzono według Lianga i in. [1970]. Ilość uwolnionych cukrów redukujących w przeliczeniu na glukozę (mg/g s.m.) w reakcji z kwasem 3,5-dinitrosalicylowym podczas enzymatycznego trawienia przy zastosowaniu preparatu Bio-feed[®]-beta stanowiła wskaźnik strawności skrobi. Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji z zastosowaniem przedziałów ufności Tukeya ($p=0,05$).

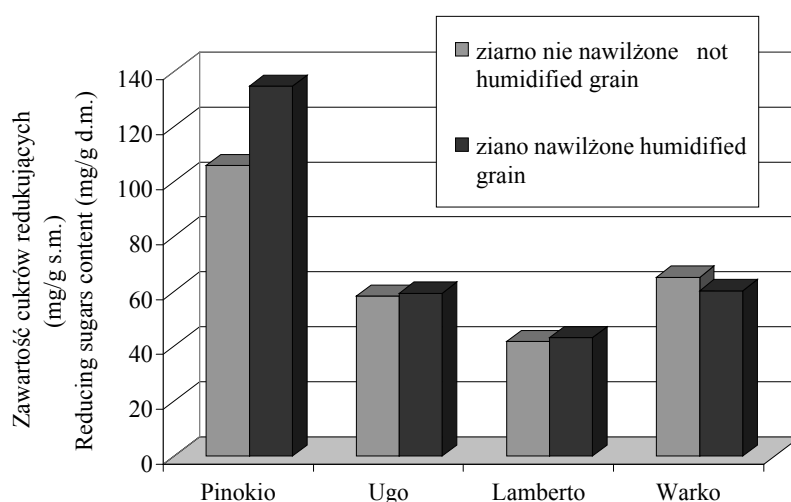
WYNIKI

W tabeli 1 przedstawiono charakterystykę wybranych cech fizycznych i składu chemicznego ziarna badanych w pracy odmian pszenżyta i żyta. Ocena masy 1000 ziarn wskazuje na dorodne, dobrze wypełnione ziarniaki pszenżyta oraz przedstawia średnie wartości tej cechy dla odmiany żyta. Ziarniaki żyta w porównaniu z pszenżytem wykazywały wyższą gęstość właściwą, wyższą zawartość okrywy oraz niższą procentową zawartość popiołu, a także białka ogółem (poniżej 9% s.m.).

Tabela 1. Wybrane cechy fizyczne i skład chemiczny ziarna odmian zbóż badanych w pracy
Table 1. Selected physical traits and chemical composition of grain of cereals studied

Cechy fizyczne i skład chemiczny ziarna Physical properties and chemical composition of grain	Pszenżyto Triticale			Żyto Rye
	Pinokio	Ugo	Lamberto	Warko
MTZ Weight of 1000 grain, g	50,4	45,5	48,9	28,9
Gęstość ziarna Density of grain, g/cm ³	1,087	1,111	1,193	1,190
Wilgotność Moisture, %	9,52	8,80	8,68	9,95
Popiół Ash, %	1,76	1,84	1,83	1,67
Białko ogólne Total protein, %	12,21	12,32	12,48	8,83
Skrobia Starch, %	70,58	72,28	69,13	71,18
Cukry redukujące Reducing sugars, mg/g d.m.	91,52	46,94	33,92	30,90

Z analizowanych odmian pszenżyta zwraca uwagę półkarłowe Pinokio przez wysoką, wyjściową zawartość cukrów redukujących w ziarnie. Może to świadczyć o wzmożonej syntezie α -amylazy w ziarniakach tej odmiany, niezwiązanej bezpośrednio z porastaniem (brak oznak), ale wynikającej raczej z braku adaptacji mechanizmów regulujących syntezę enzymu w przypadku genomów pszenicy i żyta [Masojć 1997].

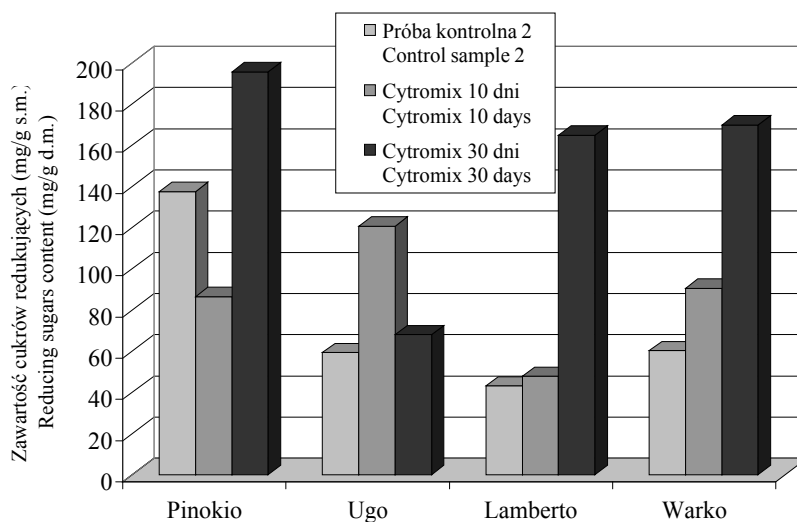


NIR_{0,05}dla nawilżania 8,85 LSD_{0,05} for humidification 8.85

Rycina 1. Wpływ nawilżania na strawność *in vitro* skrobi ziarna pszenżyta i żyta
Figure 1. Effect of humidification on *in vitro* starch digestibility of triticale and rye grain

Analiza przebiegu trawienia enzymatycznego *in vitro* skrobi w ziarnie o wilgotności wyjściowej (tab. 1) i ziarnie nawilżonym (30%) wskazuje na zróżnicowaną reakcję badanych odmian na ten zabieg (ryc. 1). Proces nawilżania ziarna wpłynął wyraźnie na poprawę strawności skrobi jedynie w pszenżycie Pinokio, w którego ziarniakach po tym zabiegu wzrosła zawartość glukozy o 27,3% w porównaniu z próbą kontrolną (ryc. 1). Dla pozostałych odmian różnice były nieznaczne; dla Lamberto uzyskano wzrost o 3,3%, dla Ugo o 1,0%, natomiast dla żyta nastąpił nawet spadek poziomu cukrów redukujących o 7,5% w odniesieniu do próby kontrolnej. Efektywność procesu nawilżania zależy prawdopodobnie od stanu fizjologicznego ziarniaka i związanej z nim aktywności enzymów własnych ziarna. W przypadku pszenżyta Pinokio, jak zaznaczono wcześniej, tak wysoka zawartość cukrów redukujących w ziarnie o 9,52% wilgotno-

ści (tab. 1) może świadczyć o uwarunkowanej genetycznie wzmożonej aktywności endogennych amylaz. Nawilżanie ziarna jest stosowane jako jeden z zabiegów poprawiających jego wartość pokarmową przez częściowy rozkład polisacharydów nieskrobiowych, choć może prowadzić równocześnie do straty składników pokarmowych przez ich wymycie [Koreleski, Jamroz 1997].

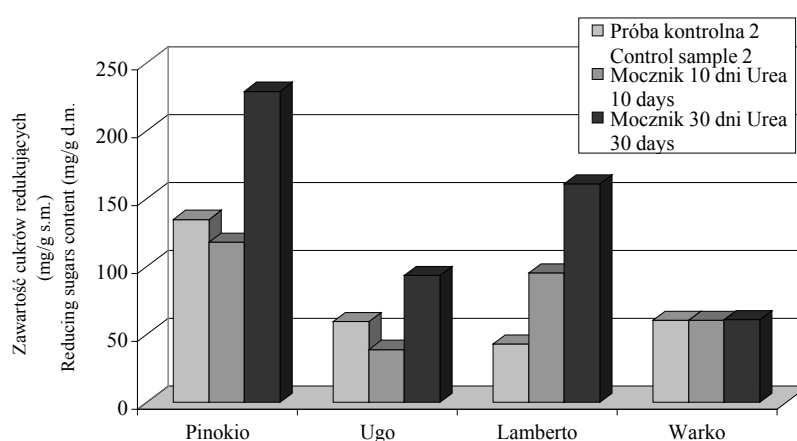


NIR_{0,05} dla Cytromixu 46,94 LSD_{0,05} for Cytromix 46.94

Rycina 2. Wpływ Cytromixu plus na strawność *in vitro* skrobi ziarna pszenżyta i żyta w zależności od czasu działania konserwantu

Figure 2. Effect of Cytromix plus on *in vitro* starch digestibility of triticale and rye grain depending on conservant duration

Reakcję badanych odmian pszenżyta i żyta na zastosowane konserwanty chemiczne przedstawiają ryciny 2 i 3. Analiza wyników wskazuje na zmienny ilościowo dla poszczególnych odmian przebieg trawienia enzymatycznego skrobi w warunkach *in vitro* po zastosowaniu Cytromixu (ryc. 2). Zarówno w ziarnie odmian pszenżyta, jak i w odmianie żyta nastąpił wzrost zawartości cukrów redukujących pod wpływem zastosowanego konserwantu w porównaniu z próbą kontrolną 2 (ziarno nawilżone + enzym). Najbardziej podatna na rozkład amylolytyczny była skrobia pszenżyta odmiany Ugo, gdyż po 10-dniowym okresie konserwowania ziarna Cytromixem zanotowano istotny wzrost cukrów redukujących w przeliczeniu na glukozę o 103,5%. Natomiast w 30-dniowym cyklu konserwowania wystąpił udowodniony wzrost strawności skrobi zarówno w ziarnie pszenżyta Pinokio (o 45,2%) i Lamberto (o 276,5%), jak i żyta Warko (o 182,1%).



NIR_{0,05} dla mocznika 33,76 LSD_{0,05} for urea 33.76

Rycina 3. Wpływ mocznika na strawność *in vitro* skrobi ziarna pszenżyta i żyta w zależności od czasu działania konserwantu

Figure 3. Effect of plus on *in vitro* starch digestibility of triticale and rye grain depending on conservant duration

Inny charakter miał przebieg enzymatycznego trawienia skrobi w warunkach *in vitro* po konserwacji ziarna 2% mocznikiem (ryc. 3). Konserwowanie ziarna tym preparatem przez okres 10 dni spowodowało największy wzrost (o 121,5%) cukrów redukujących w pszenżycie Lamberto w porównaniu z próbą kontrolną 2. Dla odmian Pinokio i Ugo stwierdzono obniżenie poziomu tych związków odpowiednio o 12,5 i 34,4% w odniesieniu do próby kontrolnej 2, a dla żyta Warko wzrost poziomu cukrów redukujących wynosił tylko 2,1%. Podczas 30-dniowej konserwacji mocznikiem nastąpił dalszy wzrost poziomu cukrów redukujących dla odmiany Lamberto i wynosił w odniesieniu do próby kontrolnej 2 aż 273,4%. Przedłużony czas oddziaływania mocznika na ziarno wpłynął także na wzrost strawności skrobi w pozostałych odmianach pszenżyta Pinokio i Ugo odpowiednio o 70,1 i 57,8% w porównaniu z próbą kontrolną 2. Odmiana żyta Warko najslabiej zareagowała na ten konserwant, gdyż poziom cukrów redukujących podniósł się tylko o 1,1%.

Z badań Szebiotki i in. [1979], dotyczących konserwowania ziarna pszenicy i jęczmienia kwasem propionowym i amoniakiem, wynika, że czynnikiem determinującym zmiany poziomu cukrów redukujących było stężenie i czas działania konserwantu. Przedstawione w niniejszej pracy wyniki potwierdzają w części te spostrzeżenia w odniesieniu do czasu działania konserwantu, niemniej należy brać pod uwagę także zróżnicowaną reakcję zbóż na te preparaty, wynikającą z ich cech genetycznych.

Podsumowując, można powiedzieć, że wyniki otrzymane w niniejszej pracy wskazują na możliwość uzyskania poprawy efektów żywieniowych ziarna po zastosowaniu chemicznych konserwantów poprzez wzrost strawności skrobi, należy jednak uwzględnić swoistą podatność amyloliczną ziarna różnych odmian zbóż.

WNIOSKI

1. Proces nawilżania ziarna wpłynął korzystnie na istotne zwiększenie strawności skrobi w warunkach *in vitro* tylko w ziarnie pszenżyta Pinokio, co może się wiązać ze zwiększoną aktywnością endogennych amylaz tej odmiany.

2. Odmiany badanych zbóż reagowały w różnicowany sposób na działanie konserwantów, zależny zarówno od rodzaju preparatu jak i od czasu konserwacji.

3. Zastosowany do konserwacji wilgotnego ziarna Cytromix plus wpłynął istotnie na wzrost strawności skrobi dla pszenżyta Pinokio i Lamberto oraz żyta Warko po 30 dniach działania. Dla pszenżyta Ugo korzystniejszy był krótszy (10 dni) okres konserwacji ziarna.

4. Konserwacja wilgotnego ziarna mocznikiem wpłynęła najwyraźniej na wzrost strawności skrobi w pszenżycie Lamberto, postępujący w czasie przechowywania ziarna. Dla pozostałych odmian pszenżyta wzrost strawności skrobi stwierdzono tylko po 30 dniach konserwacji. Zastosowanie zasadowego konserwantu dla żyta Warko nie powodowało zmian zawartości cukrów redukujących w ziarnie.

PIŚMIENNICTWO

- Jakubczyk T., Haber T. (red.) 1983. Analiza zbóż i przetworów zbożowych. SGGW-AR. Warszawa.
- Koreleski J., Jamroz D. 1997. Enzymy paszowe w żywieniu drobiu-moda czy potrzeby praktyki. *Polskie Drobiarstwo* 3, 9–13.
- Kozik E., Korniewicz Z. 1993. Kwas propionowy i mrówczan sodu w konserwacji ziarna pszenicy i kukurydzy. *Rocz. Nauk Zoot.* 32, 285–295.
- Liang Y.T., Morrill J.L., Anstaeht F.R., Dayton A.D., Pfost H.B. 1970. Effect of pressure, moisture and cooking time on susceptibility of corn or sorghum grain starch to enzymatic attack. *J. Dairy Sci.* 3, 336–341.
- Masojć P. 1997. Genetyczne podłoże dużej aktywności alfa-amylazy w ziarnie pszenżyta, *Zesz. Nauk. AR Szczec.* 175, 259–263.
- Matyka S., Wielbo E. 1995. Efektywność kwaśnych dodatków paszowych typu Cytromix w żywieniu prosiąt osesków. *Pasz. Przem.* 1, 10–14.
- Miller R., E. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chem.* 3, 426–428.
- Szebiotko K., Czarnecki Z., Polak M. 1979. Zmiany niektórych właściwości kompleksu węglowodanowo-diatatycznego w ziarnie konserwowanym kwasem propionowym i amoniakiem. *Biul. Inf. Przem. Pasz.* 2, 17, 16–20.
- Zawiślak K., Matyka S. 1993. Magazynowanie i konserwacja zbóż paszowych. *Pasze Przem.* 2, 9–12.

