

LUCJA FORNAL, JÓZEF FORNAL, MARIA SORAL-ŚMIETANA
Akademia Rolniczo-Techniczna w Olsztynie

ZASTOSOWANIE BIOMASY BAKTERII PROPIONOWYCH DO KONSERWACJI WILGOTNYCH NASION BOBIKU

Aktualnym zagadnieniem w okresie niedoboru pasz staje się nie tylko możliwość zwiększenia produkcji roślinnej lecz także maksymalne zabezpieczenie uzyskanych zbiorów przed ubytkami i stratami. Warunki meteorologiczne w kraju w ostatnich latach powodują, że zebrane nasiona roślin strączkowych charakteryzują się wysoką wilgotnością. Termiczne obniżanie wilgotności jest utrudnione ze względu na ograniczony potencjał suszarniczy oraz konieczność specyficznego traktowania tej grupy nasion podczas procesu suszenia. Bobik cenna roślina pastwna suszy się około 10-krotnie wolniej niż ziarno zbóż. Wydaje się zatem celowe opracowanie innego sposobu zabezpieczania nasion wilgotnych bezpośrednio po zbiorze kombajnem.

Na podstawie wyników badań laboratoryjnych przeprowadzono konserwację wilgotnych nasion bobiku biomasą bakterii propionowych w skali półtechnicznej. Zakonserwowane nasiona przechowywano przez 6 miesięcy i badano ich jakość chemiczną w czasie przechowywania.

Materiał badań

Materiałem badań były nasiona bobiku o wilgotności 48—50%, silnie zanieczyszczone częściami organicznymi i mineralnymi bezpośrednio po zbiorze kombajnem. Skład zanieczyszczeń przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1.

*Procentowy udział zanieczyszczeń masy nasion bobiku użytego do konserwacji
(średnie z 3 oznaczeń)*

Wilgotność %	Nasiona celne	Nasiona uszkodzone	Zanieczyszczenia	
			organiczne	mineralne
47,53	51,62	19,44	10,10	18,84

Wysoka wilgotność nasion, duża ilość nasion uszkodzonych i zanieczyszczeń były przyczyną podwyższenia temperatury masy nasion od momentu zbioru do czasu konserwacji (2 h) do temperatury 308 K(35°C).

Konserwacja

W oparciu o przeprowadzone badania laboratoryjne [3] koncentrat bakterii propionowych uzyskanych z Zakładu Ogólnej Technologii Żywności [5] rozprowadzono w odbiałczonej serwatce (3 kg/100 l) i nanoszono na masę nasion bobiku w ilości 0,5% za pomocą urządzenia wykonanego w Zakładzie Eksploatacji Maszyn i Urządzenia Przemysłu Spożywczego ART Olsztyn.

Zakonserwowane nasiona bobiku (1500 kg) bezpośrednio z urządzenia nanoszącego preparat pakowano do worków foliowych po 50 kg. Równocześnie pobierano próby do mniejszych woreczków foliowych (5 kg), które stanowiły materiał analizowany w czasie przechowywania. Po napełnieniu worki foliowe szczelnie zamykano i przechowywano pod zadaszeniem przez 6 miesięcy.

Metody analityczne: Oznaczanie wilgotności PN-70/A-74001; Oznaczanie zawartości azotu ogólnego i rozpuszczalnego.

Azot całkowity oznaczano metodą Kjeldahla w urządzeniu Kjeltec II — firmy „Tecator”. Zawartość frakcji azotu oznaczano metodą Kjeldahla w ekstraktach wodą, 5% KCl, 0,2% KOH. Azot niebiałkowy oznaczano w ekstrakcie 1% kwasu trójchlorooctowego.

Oznaczanie zawartości węglowodanów. Zawartość skrobi oznaczano polarymetrycznie mierząc skręcalność optyczną glukozy powstałej w wyniku hydrolizy skrobi [4]. Cukry redukujące i kilkocukry oznaczano metodą Luffa-Schoorla [4].

Analiza jakościowa cukrów niskocząsteczkowych, rozpuszczalnych w 80% metanolu metodą chromatografii gazowej.

Cukry niskocząsteczkowe ekstrahowano z nasion bobiku 4-krotnie wrzącym 80% metanolem. Ekstrakt odbiałczano octanem ołowiowym oraz mieszaniną fosforowo-wolframową i wirowano. Supernatant zagęszczano w próżniowej wyprawce rotacyjnej do objętości 10 ml. Następnie sporządzano 50% alkoholowy roztwór otrzymanych cukrów w objętości 25 ml.

Warunki rozdziału cukrów metodą chromatografii gazowej i sposób identyfikacji opisano w oddzielnej publikacji [7].

Omówienie i dyskusja wyników

Wilgotność nasion. Wilgotność nasion po konserwacji na skutek dodania preparatu konserwującego wzrosła z 47,53 do 49,02% i na tym poziomie utrzymywała się praktycznie przez cały czas trwania doś-

Tabela 2

Wilgotność nasion bobiku konserwowanych biomasą [%]; średnie z trzech oznaczeń

Próba kontrolna	24 h po konserwacji	Czas przechowywania (m-ce)				Po suszeniu
		1,5	2,5	4	6	
48,10	49,34	45,24	51,69	51,05	51,26	13,36
47,31	48,97	47,18	51,74	50,98	50,43	13,66
47,18	50,60	44,91	48,51	50,92	51,16	13,69
	50,17	42,99	46,29	50,21	51,03	13,48
	47,95					13,40
	47,12					13,41
\bar{x} : 47,53	49,02	45,08	49,55	50,79	50,97	13,50

wiadczenia. Po 6 miesiącach przechowywania w wyniku wysuszenia nasion ich wilgotność obniżyła się do 13,5% (tab. 2).

Kwasowość ogólna i pH nasion. Kwasowość ogólną i wartość pH nasion bobiku konserwowanych biomasą bakterii propionowych przyjęto jako podstawowe wskaźniki biologicznego procesu konserwacji. W oparciu o wyniki przedstawione w tabeli 3 stwierdzono, że dodatek preparatu konserwującego spowodował bezpośrednio przyrost kwasowości ogólnej z 4,40°K do 6,17°K oraz spadek wartości pH z 6,55 do 5,94 w porównaniu z próbą kontrolną. W ciągu dalszego okresu przechowywania, to jest, po 6 10 i 16 tygodniach kwasowość ogólna wyraźnie wzrosła, osiągając po 4 miesiącach wartość 29,19°K. Jednocześnie stwierdzono istotne obniżenie się wartości pH, która po analogicznym okresie przechowywania wyniosła 4,57. Wyniki te wskazywały na intensywne procesy fermentacyjne zachodzące w zakonserwowanych nasionach bobiku. Wysuszenie nasion po 6 miesiącach konserwacji spowodowało obniżenie się ogólnej kwasowości nasion, prawdopodobnie na skutek strat substancji lotnych. Obserwacja ta potwierdziła wyniki badań Bollinga [2] uzyskane dla suszonego ziarna zbóż. Wartość pH obniżyła się natomiast nieznacznie w porównaniu z próbą po 4 miesiącach przechowywania.

Wyniki te w porównaniu z uzyskanymi wcześniej wynikami badań laboratoryjnych [3] wykazały tendencję wzrostową i postępujący równomiernie proces fermentacji w przechowywanych nasionach. Zjawisko to można tłumaczyć znacznie wyższą wilgotnością nasion w doświadczeniu, którego wyniki prezentowane są w niniejszym opracowaniu.

Należy tutaj zaznaczyć, że nasiona 15 badanych partii po otwarciu worków do analiz charakteryzowały się różnym zapachem. Tylko w 5 workach stwierdzono zapach charakterystyczny dla fermentacji propio-

Tabela 3.

Kwasowość i pH nasion konserwowanych biomasa; średnie z 3 oznaczeń

Próba kontrolna	Czas przechowywania (m-ce)												
	24 h po konserwacji			1,5			2,5			4			
	°K	pH	pH	°K	pH	pH	°K	pH	pH	°K	pH	pH	°K
4,25	6,55	9,56	5,00	10,55	4,95	26,33	4,66	31,25	4,56	31,25	4,55	13,36	4,40
4,33	6,60	6,66	6,26	11,58	5,18	23,95	4,61	29,47	4,63	30,52	4,59	13,66	4,50
4,64	6,50	5,85	6,15	12,34	5,10	22,45	4,85	27,70	4,53	30,24	4,60	13,69	4,50
		5,11	6,17	11,92	5,08	18,35	4,76	28,34	4,59	29,17	4,53	13,48	4,40
		5,22	6,00									13,40	4,40
		4,66	6,05									13,41	4,40
\bar{x} 4,40	6,55	6,17	5,94	11,59	5,07	22,77	4,72	29,19	4,57	30,29	4,57	13,50	4,43

nowej, w pozostałych zaś silny, obcy zapach fermentacyjny, co wskazywałoby na rozwój drożdży, których źródłem mógł być prawdopodobnie stosowany do konserwacji koncentrat bakterii propionowych. Nie można również pominąć wpływu dużej zawartości zanieczyszczeń w nasionach, zwłaszcza mineralnych, które mogły stanowić dodatkowe źródło zakażenia.

Związki białkowe. Zawartość azotu ogólnego w próbie przed konserwacją i w 24 godziny po konserwacji (tab. 4) nie wykazywała istotnych różnic. Od 6 tygodni przechowywania stwierdzono jednak nieznaczny systematyczny przyrost zawartości tego składnika, którego poziom w wysuszonych po 6 miesiącach przechowywania nasionach był najwyższy i wynosił 4,94% sm, wobec 4,58% sm w próbie przed konserwacją, co

Tabela 4

Zawartość azotu ogólnego w nasionach bobiku konserwowanych biomasa
(% sm); średnie z 3 oznaczeń

Próba kontrolna	24 h po konserwacji	Czas przechowywania (m-ce)				Po suszeniu
		1,5	2,5	4	6	
4,74	4,99	4,69	4,69	4,33	4,67	4,89
4,32	4,11	4,79	4,89	4,56	4,71	4,87
4,70	4,18	4,21	4,65	4,70	4,92	4,90
	4,40	4,27	4,61	5,27	4,83	4,94
	3,95					4,99
	4,20					5,09
x 4,58	4,30	4,49	4,71	4,71	4,78	4,94

odpowiadało względnemu przyrostowi azotu w czasie przechowywania o 11,1%. Wyniki te można prawdopodobnie wytłumaczyć przyrostem azotu w biomacie bakteryjnej w ciągu okresu przechowywania.

Tabela 5 przedstawia zmiany rozpuszczalności białka nasion bobiku podczas ich przechowywania.

Analogicznie jak w badaniach laboratoryjnych [3] stwierdzono istotne różnice w rozpuszczalności białek spowodowane zmianą wartości pH nasion. W ciągu okresu przechowywania stwierdzono znaczne obniżenie się zawartości białka rozpuszczalnego w wodzie połączonego ze wzrostem zawartości białka rozpuszczalnego w roztworze soli i ługu.

Tabela 5.

Zawartość azotu rozpuszczalnego w nasionach bobiku konserwowanych biomasa
 [% sm] Średnie z 3 oznaczeń

Próba kontrolna	24 h po konserwacji		Czas przechowywania (m-ce)												Po suszeniu					
	1,5		2,5				4				6				H ₂ O	KCl	KOH			
	H ₂ O	KOH	H ₂ O	KCl	KOH	H ₂ O	KCl	KOH	H ₂ O	KCl	KOH	H ₂ O	KCl	KOH						
1,74	0,10	0,29	0,95	0,20	1,39	0,37	0,14	0,18	0,98	0,34	0,13	0,86	0,42	1,15	0,90	0,50	1,23	1,31	0,92	-0,82
0,08	0,14	0,19	0,83	0,15	1,40	0,38	0,13	0,25	0,75	0,30	0,31	1,04	0,49	1,10	1,00	0,55	1,36	1,29	0,92	0,84
			0,86	0,14	1,45				1,01	0,31	0,40	1,14	0,48	1,19	1,12	0,48	1,17	1,31	1,00	0,84
									0,95	0,25	0,40	0,30	0,47	1,19	0,79	0,52	1,20	1,31	0,97	0,81
																		1,31	0,84	0,60
																		1,31	0,94	0,81
\bar{x}	1,77	0,12	0,24	0,88	0,16	1,41	0,37	0,13	0,22	0,92	0,30	0,83	0,46	1,16	0,95	0,51	1,24	1,30	0,93	0,78

Tabela 6.

Zawartość azotu niebiałkowego w nasionach bobiku konserwowanych biomasa (‰ sm); średnie z 3 oznaczeń

Próba kontrolna	24 h po konserwacji	Czas przechowywania (m-ce)				Po suszeniu
		1,5	2,5	4	6	
0,70	0,85	0,90	1,10	0,87	0,96	1,27
0,70	0,80	0,92	1,04	0,91	0,85	1,30
0,70	0,85	0,94	1,03	0,80	1,00	1,31
	0,84	0,95	0,94	1,07	1,05	1,31
	0,80					1,31
	0,79					1,37
x 0,70	0,82	0,93	1,03	0,91	0,96	1,31

Zawartość azotu niebiałkowego (tab. 6) była wyższa po zakończeniu przechowywania niż w próbie kontrolnej i w ciągu całego okresu przechowywania wykazywała stałe tendencje wzrostowe. Względny przyrost zawartości tej frakcji wyniósł ok. 81% w porównaniu z próbą kontrolną. Wsuszenie nasion konserwowanych po 6 miesiącach przechowywania spowodowało dalszy przyrost zawartości azotu niebiałkowego, prawdopodobnie na skutek tworzenia się kompleksów białkowo-cukrowych.

Wę g ł o w o d a n y. Zawartość skrobi w próbie kontrolnej oraz jej zmiany w czasie przechowywania przedstawiono w tabeli 7.

Już po pierwszym dniu konserwacji (po 24 h) stwierdzono znaczne obniżenie się zawartości tego składnika z 59,08 w próbie kontrolnej do 51,68‰ sm w próbie po konserwacji. Przedłużenie czasu przechowywania do 6 tygodni spowodowało gwałtowny spadek zawartości tego składnika. W dalszym ciągu trwania doświadczenia nie zaobserwowano ubytków skrobi, lecz raczej nieznaczny przyrost jej zawartości. Świadczyłoby to o zakończeniu procesów fermentacji już po pierwszych 6 tygodniach konserwacji. Wyniki te są zgodne z danymi publikowanymi przez Aniskina [1] dla ziarna przechowywanego w warunkach hermetycznych. Potwierdzają to również wyniki badań mikrobiologicznych, w których od 6 tygodni przechowywania nie stwierdzono ogólnej ilości mikroflory powierzchniowej [9]. Interesujących informacji dostarczyły również wyniki oznaczeń zawartości kilkocukrów i cukrów redukujących przedstawione w tabeli 7.

W próbie analizowanej 24 h po konserwacji stwierdzono blisko 5-krotne obniżenie się kilkocukrów od wartości 3,05 do 0,62‰ sm. Ten poziom

Tabela 7

Zawartość skrobi kilkocukrów i cukrów redukujących w nasionach bobiku konserwowanych biomasą (% sm). Średnie z 3 oznaczeń

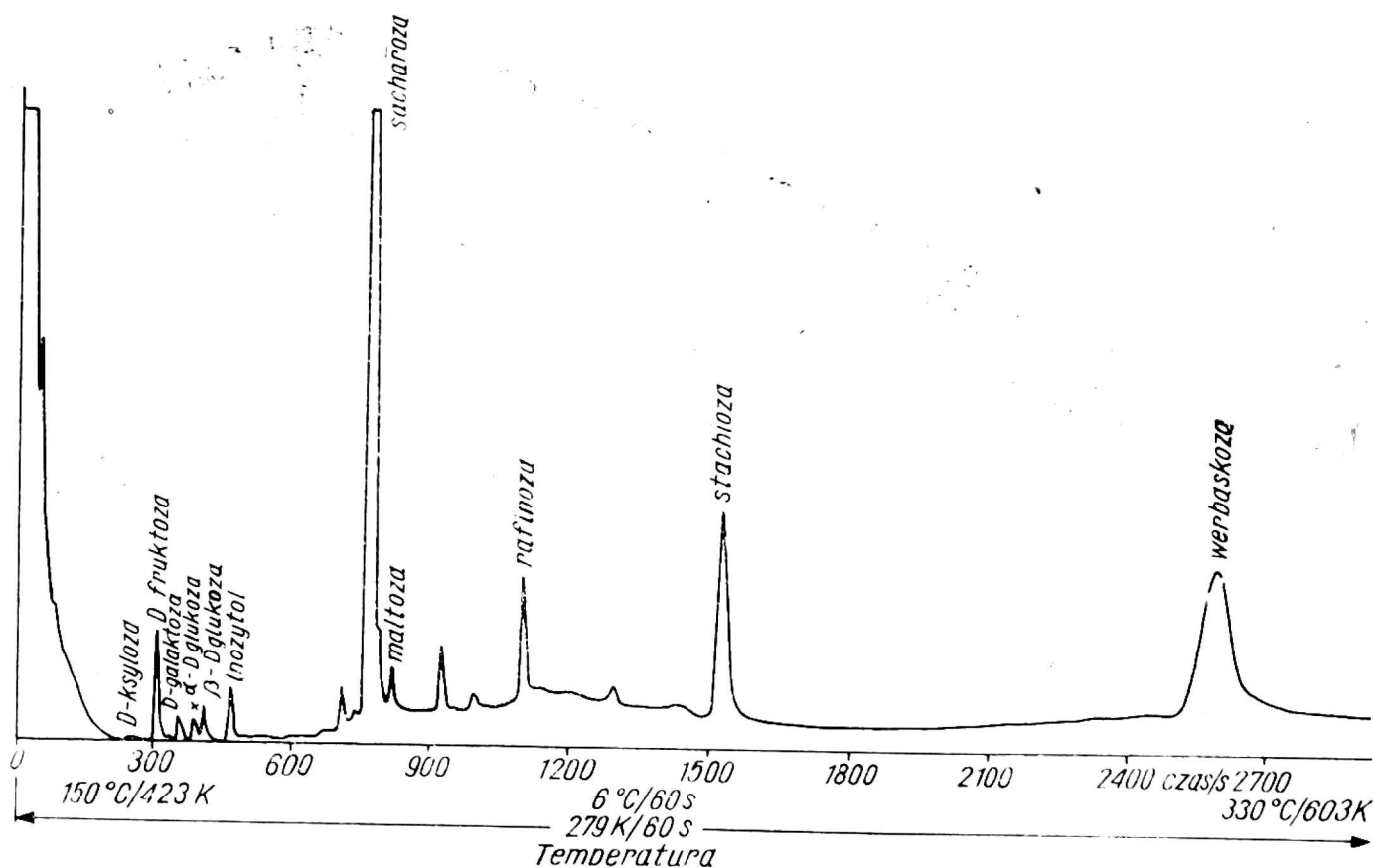
	Próba kontrolna	24 h po konserwacji	Czas przechowywania (m-ce)				Po suszeniu
			1,5	2,5	4	6	
Skrobia	62,12	57,44	35,17	37,92	33,16	35,29	36,97
	56,11	46,28	32,80	33,01	40,42	37,65	35,36
	59,03	48,03	34,52	32,85	33,03	36,55	37,24
		51,51	28,46	30,01	38,50	37,83	38,22
		56,30					36,30
		50,51					37,02
	\bar{x} 59,08	51,68	32,74	33,45	36,27	36,83	36,85
Kilkocukry	3,21	0,60	0,97	0,92	0,09	0,39	0,58
	2,85	0,37	0,84	1,48	0,08	0,54	0,53
	3,09	0,71	0,50	1,13	0,24	0,60	0,63
		0,80	0,40	0,96	0,06	0,23	0,53
		0,33					0,59
		0,92					0,47
	\bar{x} 3,05	0,62	0,67	1,12	0,11	0,44	0,55
Cukry redukujące	1,19	1,12	1,99	1,61	1,56	1,32	0,42
	1,07	1,34	1,95	1,60	1,47	1,48	0,42
	1,07	0,83	1,94	1,65	1,56	1,50	0,35
		1,68	1,80	1,65	1,56	1,50	0,42
		0,89					0,40
		0,84					0,41
	\bar{x} 1,11	1,11	1,92	1,62	1,53	1,45	0,40

zawartości kilkocukrów utrzymywał się do 6 tygodnia przechowywania nasion. Wskazuje to podobnie jak w przypadku skrobi na największą intensywność procesów fermentacyjnych w tym okresie przechowywania. Podczas dalszego przechowywania stwierdzono znaczne wahania w zawartości kilkocukrów, jednakże po zakończeniu przechowywania i wysuszeniu nasion ich poziom był zbliżony do prób po 6 tygodniach przechowywania.

Zawartość cukrów redukujących w nasionach bobiku przed konserwacją wynosiła 1,11% sm, a po 6 tygodniach przechowywania wzrosła do 1,92% sm. Dalsze przechowywanie nasion po konserwacji powodowało systematyczne obniżenie się zawartości tych związków do 0,44% sm po 6 miesiącach przechowywania. Nie stwierdzono zatem gromadzenia się produktów hydrolizy skrobi w czasie przechowywania konserwowanych bio-

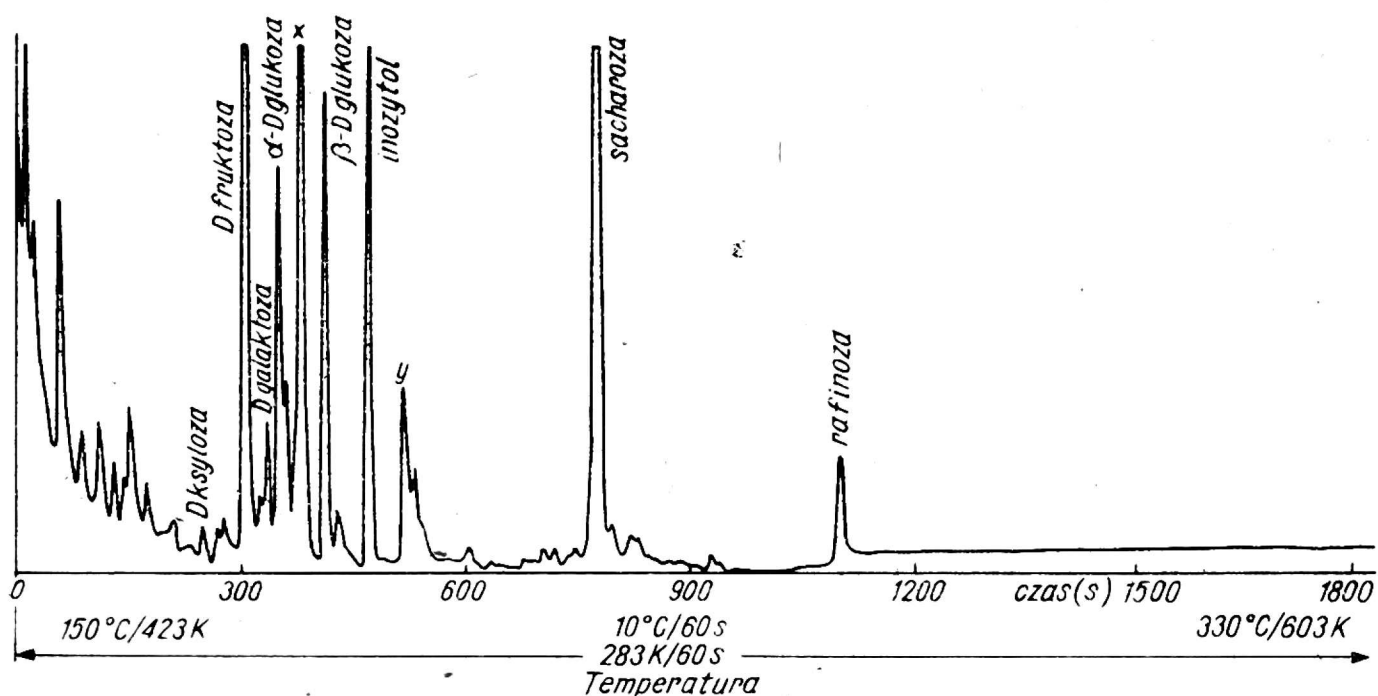
masą bakterii propionowych nasion bobiku, co wskazuje na ich ciągłe wykorzystanie jako źródła energii przez bakterie biomasy. Przyrost zawartości cukrów redukujących w pierwszym okresie przechowywania nasion świadczy prawdopodobnie o różnej aktywności enzymów hydrolytycznych nasion i biomasy bakteryjnej.

Dodatkowych informacji dostarczyła analiza jakościowa cukrów niskocząsteczkowych rozpuszczalnych w 80% metanolu. W nasionach bobiku przed konserwacją stwierdzono występowanie następujących cukrów prostych: D-fruktozy, α -D i β -D-glukozy, śladowych szczytów D-ksylozy, D-galaktozy, inozytolu oraz niezidentyfikowanej substancji, którą oznakowano jako „X” (rys. 1). Wśród kilkocukrów zidentyfikowano sacharozę, maltozę oraz cukry o właściwościach wzdymających — rafinozę, stachiozę i werbaskozę.



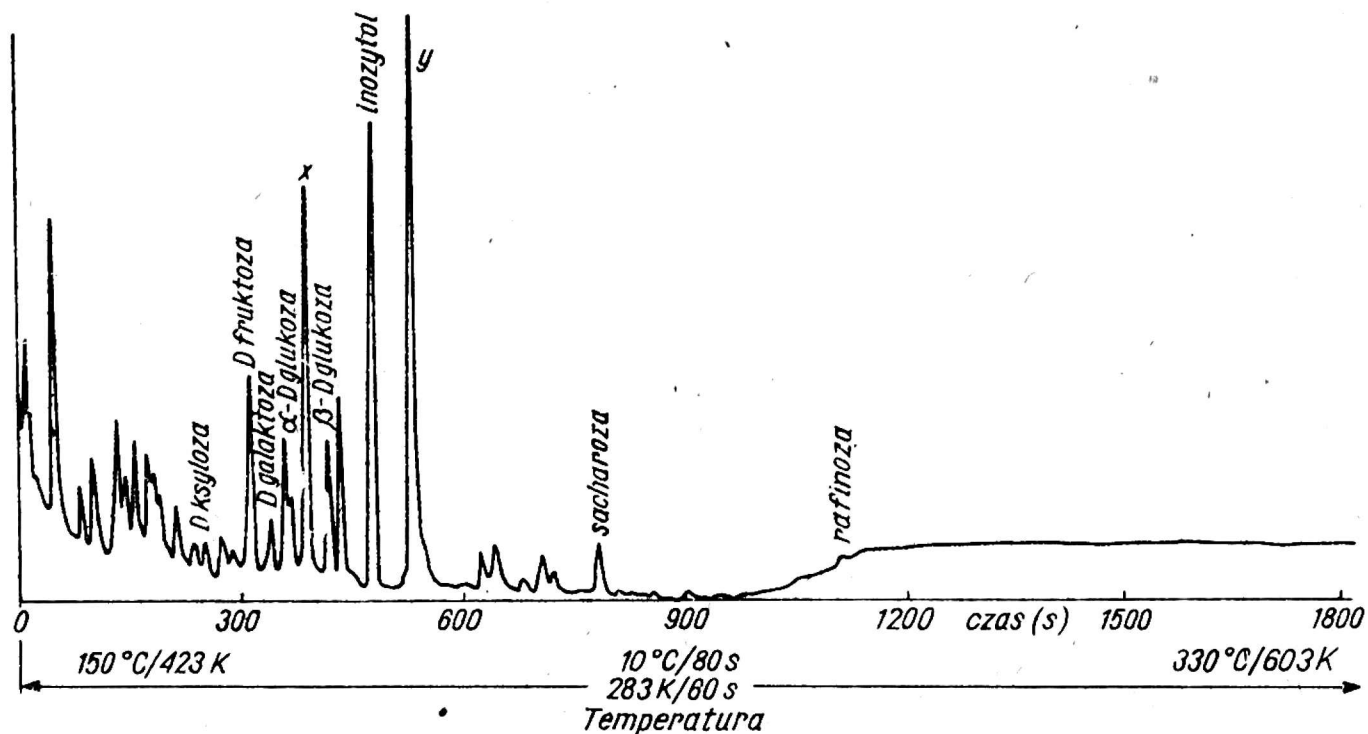
Rys. 1. Chromatogram cukrów niskocząsteczkowych nasion bobiku przed konserwacją

W wilgotnych nasionach bobiku przechowywanych po konserwacji biomasa przez 6 tygodni stwierdzono zmiany jakościowe cukrów rozpuszczalnych. Zaobserwowano znaczne zwiększenie się szczytów inozytolu, α -D i β -D glukozy, D-fruktozy oraz sacharozy a także pojawienie się nowego szczytu oznaczonego jako „y” (rys. 2). Rafinoza obecna była w dalszym ciągu na poziomie zbliżonym do jej poziomu w próbie kon-

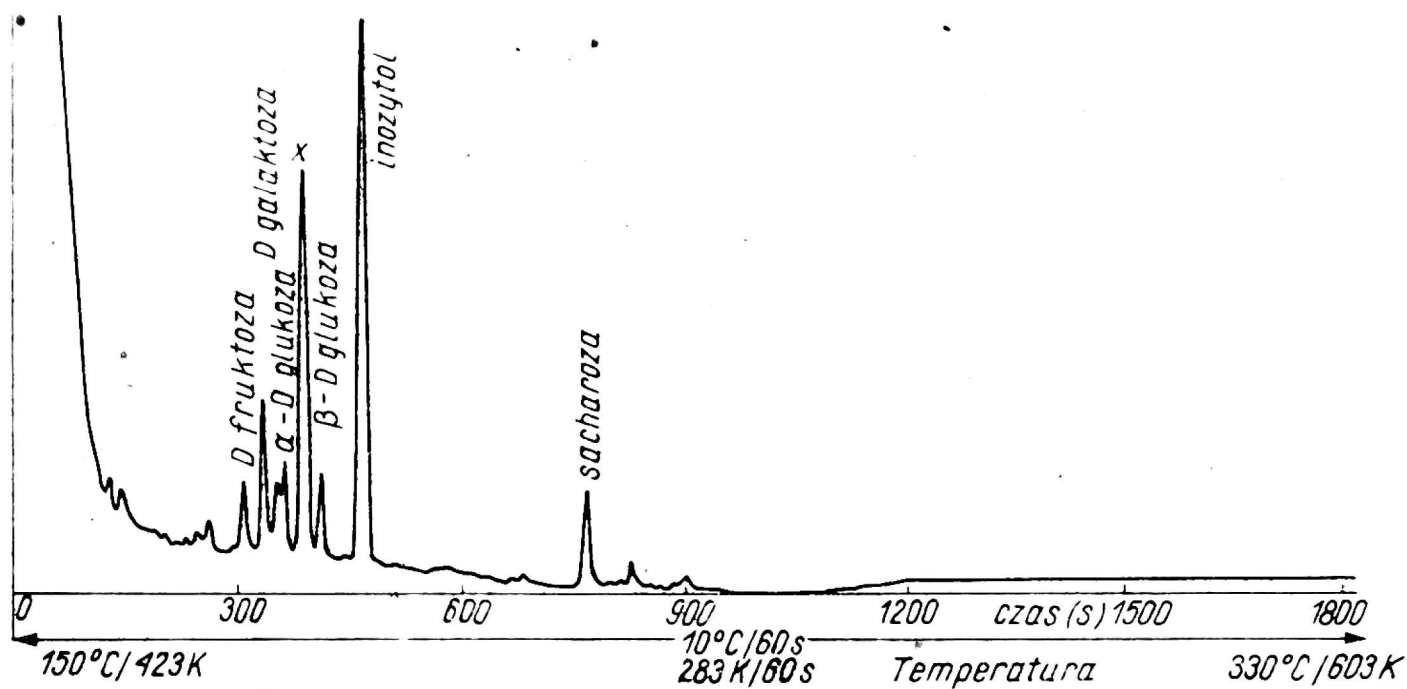


Rys. 2. Chromatogram cukrów niskocząsteczkowych nasion bobiku konserwowanych biomasą bakterii propionowych po 6 tygodniach przechowywania.

trolnej. Opisane zmiany mogły mieć swą przyczynę w działalności rodzimych enzymów nasion to jest amylaz hydrolizujących skrobię do maltozy i glukozy oraz fitazy, hydrolizującej fintyny do wolnego inozytolu. Wraz z przedłużającym się okresem przechowywania nasion bobiku po konserwacji stwierdzono dalsze zmiany wysokości szczytów wszystkich cukrów rozpuszczalnych (rys. 3 i 4).



Rys. 3. Chromatogram cukrów niskocząsteczkowych nasion bobiku konserwowanych biomasą bakterii propionowych po 4 miesiącach przechowywania.



Rys. 4. Chromatogram cukrów niskocząsteczkowych nasion bobiku konserwowanych biomasą bakterii propionowych po 6 miesiącach przechowywania.

Po 4 i po 6 miesiącach przechowywania zaobserwowano znaczne obniżenie się wysokości szczytów cukrów prostych a także sacharozy. Jedynie wysokość szczytu inozytolu była wyższa w próbie po 4 miesiącach przechowywania. Rafinoza, stachioza i werbaskoza obecnie w próbie kontrolnej nie występowały po 4 i 6 miesiącach przechowywania. Wskazywałoby to na systematyczny rozkład kilkocukrów przez enzymy bakteryjne biomasy. Obserwacje te są zgodne z wynikami badań Sugimoto [8] i Mitola [6] uzyskanymi podczas fermentacji mleka sojowego bakteriami kwasu mlekowego. W obu przypadkach stwierdzono znaczne obniżenie się zawartości rafinozy i stachiozy aż do ich całkowitego zaniku na skutek obecności enzymu bakteryjnego α -galaktozydazy. Pojawienie się szczytu sacharozy, po 6 tygodniach przechowywania nasion, o wysokości znacznie większej niż w próbie kontrolnej może być pośrednim dowodem rozkładu stachiozy i werbaskozy poprzez rafinozę do sacharozy, których występowania nie stwierdzono po tym okresie przechowywania. Dalsze procesy fermentacyjne prowadziły do obniżenia się wysokości szczytu sacharozy na skutek jej hydrolizy do glukozy i fruktozy. Zmniejszenie się wysokości szczytów cukrów prostych wraz z przedłużającym się okresem przechowywania po konserwacji mogło być spowodowane ich wykorzystaniem jako źródła energii dla bakterii biomasy.

Sugimoto [8] w swych badaniach wykazał, że spośród bakterii mlekowych najskuteczniejsze w rozkładzie stachiozy i rafinozy są *Lactobacillus fermenti* i *Streptococcus thermophilus*, które powodują całkowity rozkład wspomnianych cukrów. Jakkolwiek nie prowadzono dokładnych analiz mikrobiologicznych stosowanej biomasy oraz jej nośnika, wydaje się, że

można przyjąć dwa wyjaśnienia zmian w składzie jakościowym cukrów rozpuszczalnych: a) obecność w biomase bakterii propionowych bakterii kwasu mlekowego, głównie *Str. termophilus* i *L. fermenti*, b) podobne działanie bakterii propionowych na substrat i ich zdolność wytwarzania enzymu α -galaktozydazy mającej właściwości rozkładu kilkocukrów, zwanych α -galaktozydami sacharozy.

Przedstawione wyniki badań wykazują możliwość zastosowania biomasy bakterii propionowych do konserwacji wilgotnych nasion bobiku bezpośrednio po zbiorze kombajnem. Zastosowanie tego konserwantu powoduje jednakże obok nieznacznego przyrostu azotu i zmian jego rozpuszczalności istotne obniżenie zawartości skrobi w nasionach. Znaczne przemiany zachodzą również w składzie niskocząsteczkowych cukrów rozpuszczalnych, obserwuje się bowiem całkowity rozkład kilkocukrów o właściwościach wzdymających, co jest korzystne ze względów żywieniowych.

Istnieje jednakże szereg czynników warunkujących powodzenie tej metody konserwacji. Ważnym jest aby nasiona bobiku zawierały jak najmniej zanieczyszczeń, a proces konserwacji przebiegał bezpośrednio po zbiorze. Dla zapewnienia właściwego kierunku przemian biochemicznych niezbędna jest kontrola jakości mikrobiologicznej koncentratu biomasy bakterii propionowych stosowanego jako środek konserwujący. Odrębnym zagadnieniem jest dobór opakowania hermetycznego, gdyż worek foliowy nie zdaje egzaminu w konserwacji na większą skalę. Wydaje się zatem, że dalsze badania powinny iść w kierunku opracowania takiego sposobu przechowywania nasion po konserwacji, który spełniałby wymogi hermetyczności a jednocześnie ograniczał pracochłonność proponowanej metody konserwacji.

LITERATURA

1. Aniskin N.N.: Konserwacja włożnego ziarna, „Kłos”, Moskwa 1968.
2. Bolling H.: Praktische Auswirkungen von Substanzverlusten bei der Trocknung von Getreide, Mühle, 16, 236—247, 1970.
3. Fornal Ł., Fornal J., Soral-Śmietana M., Miller T.: Zeszt. nauk. ART Olsztyn (w druku).
4. Krauze S., Bożyk Z., Piekarski L.: Podręcznik laboratoryjny analityka żywnościowego, PZWL, Warszawa 1962.
5. Kujawski M. i in.: Zesz. nauk. AR-T Olsztyn, 15, 131—141, 1979.
6. Mital B.K., Steinkraus K.H.: J. Food Sci. 40, 114—118, 1975.
7. Soral-Śmietana, Kozłowska H., Borejszo Z.: Roczn. Nauk Roln. Seria A, 103, 181—190, 1978.
8. Sugimoto H., Van Burren J.P.: J. Food Sci. 35, 655—659, 1970.
9. Usajewicz I., Zaborniak A.: Konserwacja wilgotnych nasion bobiku biomasa bakterii propionowych — ocena mikrobiologiczna. Sprawozdanie z badań 1979 (maszynopis).