



## Zastosowanie preparatu enzymatycznego Flavourzym do otrzymywania hydrolizatów drożdżowych

Małgorzata Kania, Bożena Stasińska

Katedra Biochemii i Analizy Żywności, Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego, Poznań

### The use of Flavourzym preparation for production of yeast hydrolyzates

#### Summary

In this study, an attempt was made to use the Flavourzym enzymatic preparation to obtain yeast hydrolyzate from *Saccharomyces uvarum* yeast slurry. The slurry was subjected to the process of autolysis in the presence of 0.5% supplement of lactic acid and subsequently to hydrolysis for 3 h at the temperature of 50°C with the use of the Flavourzym enzymatic preparation. The following were determined: dry substance, ash, soluble and crude protein, reducing sugars and nucleic acids. The 50% hydrolysis level was obtained and the content of nucleic acids was reduced by 77% in relation to the slurry. Functional qualities of the obtained hydrolyzate were determined. The hydrolyzate exhibited higher solubility than the yeast slurry in the whole analyzed range (pH 1-10). As the hydrolyzate is intended to be used as food additive, it was subjected to sensory analysis. The dilution index, constituting a measure of the detection threshold of the hydrolyzate added to food, was determined at 8% using the grading method. The same method was used to determine flavor notes. The most prominent were yeast, salty and mushroom taste. The obtained results indicate a suitability of the Flavourzym enzymatic preparation to produce yeast hydrolyzate, which in turn may be used as a component of functional food-stuffs.

#### Key words:

yeast, autolysis of yeast, yeast hydrolyzates, *Saccharomyces uvarum*.

#### Adres do korespondencji

Małgorzata Kania,  
Katedra Biochemii  
i Analizy Żywności,  
Akademia Rolnicza  
im. Augusta  
Cieszkowskiego,  
ul. Mazowiecka 48,  
60-623 Poznań.

## 1. Wstęp

Obecnie zauważa się ponowny wzrost zainteresowania zastosowaniem preparatów drożdżowych w żywieniu ludzi ze względu na coraz większe zapotrzebowanie na dodatki podnoszące walory sensoryczne i funkcjonalne żywności. Wynika to z większej świadomości konsumentów dotyczącej korzyści ze stosowania dodatków o charakterze prozdrowotnym. Drożdże są źródłem wielu witamin z grupy B ( $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_6$ ,  $B_{12}$ ), witaminy C, niacyny, kwasu foliowego i pantotenowego, witamin rozpuszczalnych w tłuszczach (A, E, D) oraz mikro- i makroelementów takich, jak chrom, molibden, cynk, potas, magnez i żelazo. Białko drożdżowe poza aminokwasami siarkowymi, charakteryzuje się składem aminokwasowym zbliżonym do wzorca FAO/WHO. Ekstrakty drożdżowe otrzymuje się metodą plazmolizy, termolizy, hydrolizy lub autolizy. Klasyczne metody otrzymywania ekstraktów na drodze hydrolizy kwasowej lub plazmolizy, stosowane od wielu lat w warunkach przemysłowych, prowadzą do uzyskiwania produktów obciążonych dużą zawartością soli kuchennej (do 40% suchej masy), natomiast obecnie stosowane metody autolizy lub hydrolizy enzymatycznej pozwalają otrzymać produkty bezsolne, cenne przy produkcji preparatów dietetycznych. Pewnym ograniczeniem zastosowania drożdży jest wysoka zawartość kwasów nukleinowych, szczególnie RNA. W technologii przetwarzania drożdży piwarskich poszukuje się odpowiednich metod zniwelowania lub wyeliminowania tych wad.

Celem pracy było uzyskanie hydrolizatu o właściwościach dietetycznych z drożdży *Saccharomyces uvarum* stanowiących produkt odpadowy przy produkcji piwa.

## 2. Materiał badawczy

Materiał badawczy stanowiła pofermentacyjna gęstwa drożdżowa *Saccharomyces uvarum*, odpad przy produkcji piwa, uzyskana z Browaru Lech „Kampania Piwowska S.A”. Badania prowadzono na dwóch różnych partiach gęstwy (I i II), pobrano ze zbiorników, w których jest zbierana po procesie technologicznym. Przed przystąpieniem do badań gęstwy dwukrotnie przemywano wodą destylowaną i ogrzewano w temperaturze 100°C przez 2 godziny w celu inaktywacji komórek drożdżowych.

### 2.1. Przygotowanie preparatów białkowych

Biomasę drożdży rozcieńczono wodą destylowaną w ilości 1:1 i poddano działaniu enzymów rodzimych w procesie autolizy. Autolizę przeprowadzono w temp. 50°C przez 24 godziny w bioreaktorze. W celu intensyfikacji procesu i optymalnego uwolnienia białka z drożdży do gęstwy drożdżowej dodano 0,5% kwasu mlekowego

(13). O wyborze tego kwasu zdecydowały jego walory zdrowotne w porównaniu z kwasami octowym i cytrynowym (12).

Uzyskane autolizaty poddano hydrolizie enzymatycznej przy użyciu preparatu enzymatycznego Flavourzym firmy Novo Nordisk (Dania), w ilości odpowiadającej aktywności w stosunku do zawartości białka w preparacie. Preparat enzymatyczny o aktywności 786 jednostek LAPU/g, zawierał endoproteazy i egzopeptydazy z *Aspergillus oryzae* (14). Hydrolizę prowadzono w temp. 50°C, przy pH 6,5, przez 3 godziny. Czas reakcji enzymatycznej przyjęto za Komorowską i wsp. (15). Po zakończeniu reakcji preparat inaktywowano w temp. 85°C przez 5 min.

## 2.2. Metody analityczne

W materiale badawczym oznaczano zawartość:

- suchej substancji (1),
- popiołu po spaleniu w temperaturze 550°C,
- tłuszczu, metodą Soxhletha,
- białka ogólnego, metodą Kiejdahla (2),
- białka rozpuszczalnego, metodą kolorymetryczną Lowry'ego (3),
- cukrów redukujących, metodą z DNS (4),
- kwasów nukleinowych wg Skorkowskiej-Zieleniewskiej (5).

W autolizacie i hydrolizacie dodatkowo oznaczano zawartość azotu aminowego wg Moore'a (6). Przeprowadzono hydrolizę kwasową autolizatów 6 N HCl, w stosunku wagowym białka do kwasu jak 1: 200, w temperaturze  $105 \pm 5^\circ\text{C}$  przez 22 godziny.

Stopień hydrolizy (SH) oznaczano jako stosunek ilości azotu aminowego uwolnionego w czasie hydrolizy enzymatycznej do ilości azotu aminowego uwolnionego po hydrolizie kwasowej autolizatu. Dodatkowo oznaczano stopień hydrolizy (SH<sub>1</sub>), jako stosunek zawartości azotu aminowego do zawartości azotu ogólnego w hydrolizacie.

Dla określenia właściwości funkcjonalnych autolizatów i hydrolizatów drożdżowych oznaczano ich rozpuszczalność w zakresie pH 1,0-10,0 przez dodatek HCl lub NaOH wg Sathe (7), aktywność emulgowania (EA) i stabilność emulsji (ES) wg Yamatsuka (8), wydajność emulgowania (EC) metodą opartą na pomiarze oporu elektrycznego wg Weeba (9) oraz wydajność pienienia (FA) i stabilność piany (FS) wg Pucki (10).

Przeprowadzono analizę sensoryczną metodą oznaczania wskaźnika rozcieńczenia *N* oraz metodą profilowania smakowitości (11). Ocenę sensoryczną przeprowadził zespół pracowników Wydziału Technologii Żywności AR w Poznaniu w składzie 12 osób.

### 3. Wyniki

Przeprowadzone badania miały na celu otrzymanie preparatu białkowego oraz ocenę jego właściwości funkcjonalnych. Charakterystykę składu chemicznego gęstwy drożdżowej *Saccharomyces uvarum* przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

#### Skład chemiczny badanych substratów

Substrat	Gęstwa I	Gęstwa II
sucha substancja (%)	17,18 ± 1,55	13,14 ± 0,37
popiół (% s.s.)	5,82 ± 0,40	5,3 ± 0,62
azot ogólny (% s.s.)	7,94 ± 0,12	8,29 ± 0,19
białko ogólne (% s.s.)	49,64 ± 1,86	51,82 ± 0,18
cukry redukujące (% s.s.)	5,23 ± 0,02	5,03 ± 0,01
tłuszcz (% s.s.)	3,80 ± 0,14	3,54 ± 0,10
kwasy nukleinowe (% s.s.)	7,21 ± 0,13	8,68 ± 0,01

Zawartość białka w substracie wahała się w granicach od 49,64 do 51,82% w suchej substancji, co stanowi poziom białka charakterystyczny dla szczepu stosowanego w poznańskim browarze (tab. 1). Gęstwa *Saccharomyces uvarum*, jak wykazano w literaturze (16), uzyskana jako odpad poprodukcyjny w zakładach piwarskich w Olsztynie zawierała ponad 67% białka, co przekraczało znacznie jego poziom w drożdżach wykorzystywanych w innych gałęziach przemysłu spożywczego (17). Analiza statystyczna oparta na teście dla sześciu oznaczeń wykazała istotne zróżnicowanie na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  w ilości białka oraz zawartości suchej substancji w badanych gęstwach. Ze względu na tę istotną statystycznie różnicę w dalszej części rozpatrywano oddzielnie preparaty uzyskane z gęstwy I i II. Poszczególne partie drożdży nie różniły się istotnie na przyjętym poziomie istotności pod względem zawartości popiołu, cukrów redukujących oraz tłuszczu. Zawartość kwasów nukleinowych w badanych gęstwach była typowa dla drożdży i wynosiła średnio 7,95% (rys. 1). W tabeli 2 zawarto wartości suchej substancji, białka ogólnego i cukrów redukujących w autolizatach i hydrolizatach.

Tabela 2

#### Skład chemiczny autolizatów i hydrolizatów

Preparat	Sucha substancja (%)	Białko ogólne (% s.s.)	Cukry redukujące (% s.s.)
autolizat I	4,05 ± 0,66	73,77 ± 0,15	1,48 ± 0,01
autolizat II	1,55 ± 0,35	75,39 ± 0,11	1,33 ± 0,04
hydrolizat I	3,83 ± 0,11	65,52 ± 0,19	1,17 ± 0,01
hydrolizat II	1,39 ± 0,31	64,24 ± 0,13	0,72 ± 0,05

Autolizat stanowił wodny roztwór rozpuszczalnych składników komórki. Nie oznaczono zawartości popiołu i tłuszczu, ponieważ po zakończeniu procesu autolizy odwirowano nie strawione części komórek drożdżowych oraz ściany komórkowe, zawierające lipidy i cukry. W efekcie tego zabiegu nastąpiło obniżenie zawartości cukrów redukujących w stosunku do substratu o około 45%. W badaniach Wilskiej-Jeszka i Krakowiak (18) poziom cukrów redukujących w autolizacie w stosunku do gęstwy drożdżowej ulegał obniżeniu tylko w niewielkim stopniu. W wyniku autolizy nastąpił zdecydowany wzrost zawartości białka ogólnego o około 32%, co było efektem zastosowanej procedury (tab. 2). Zawartość w preparacie białka na poziomie ponad 70% pozwala zaliczyć uzyskane autolizaty do koncentratów białkowych (19). Wilska-Jeszka i Krakowiak (18), prowadząc dwustopniowy proces autolizy otrzymali preparat o zawartości 70% białka ogólnego. Proces autolizy z dodatkiem 0,5% kwasu mlekowego spowodował wzrost poziomu białka o ponad 32% (tab. 2). Zawartość białka ogólnego w hydrolizacie wynosiła, około 65%, co było zbliżone do danych Bednarskiego i Piątkowskiej (16) po działaniu preparatu proteolitycznego alkalazy. Dla pełniejszej charakterystyki białka w uzyskanych preparatach drożdżowych oznaczono zawartość białka rozpuszczalnego oraz azotu aminowego (tab. 3).

Tabela 3

## Zawartość białka rozpuszczalnego i azotu aminowego w substracie i uzyskanych preparatach

Substrat	Białko rozpuszczalne (% s.s.)	Azot aminowy (% s.s.)
gęstwa I i II	9,22 ± 0,12	nie oznaczano
autolizat I	34,57 ± 4,70	33,19 ± 3,19
autolizat II	25,16 ± 2,95	26,8 ± 3,02
hydrolizat I	26,08 ± 2,10	41,19 ± 4,70
hydrolizat II	19,69 ± 1,89	35,8 ± 4,12

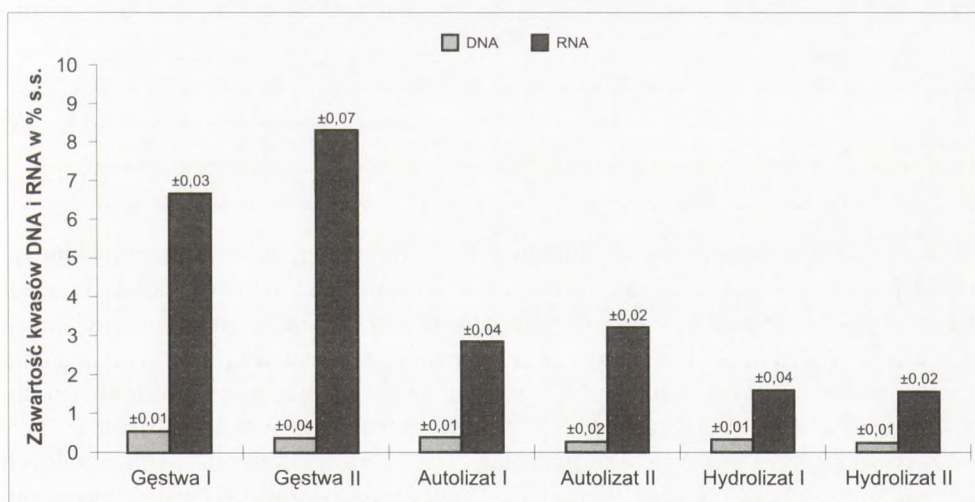
Zawartość białka rozpuszczalnego w gęstwie wynosiła 9,2% (tab. 3), a w wyniku uwolnienia treści komórkowej wzrosła ponad dwukrotnie. Proces hydrolizy spowodował spadek poziomu białka rozpuszczalnego o około 23,5%, a jednoczesne uwolnienie aminokwasów z białka wpływało na wzrost poziomu azotu aminowego w obu hydrolizatach (tab. 3).

W wyniku przeprowadzonej hydrolizy enzymatycznej białek przy użyciu preparatu Flavourzym uzyskano stopień hydrolizy rzędu 51% dla hydrolizatu I i około 50% dla hydrolizatu II, podczas gdy stopień hydrolizy *Saccharomyces cerevisiae* w badaniach Komorowskiej i in. (15) w porównywalnych warunkach (SH) wyniósł zaledwie 30%. Uwolnienie dużej ilości aminokwasów z białka drożdżowego i wysoka zawartość niskocząsteczkowych peptydów, o czym świadczy wysoki stopień hydrolizy, ma istotny wpływ na możliwość stosowania uzyskanego hydrolizatu jako łatwo przyswajalnego preparatu białkowego. Stopień hydrolizy na poziomie 50% potwier-

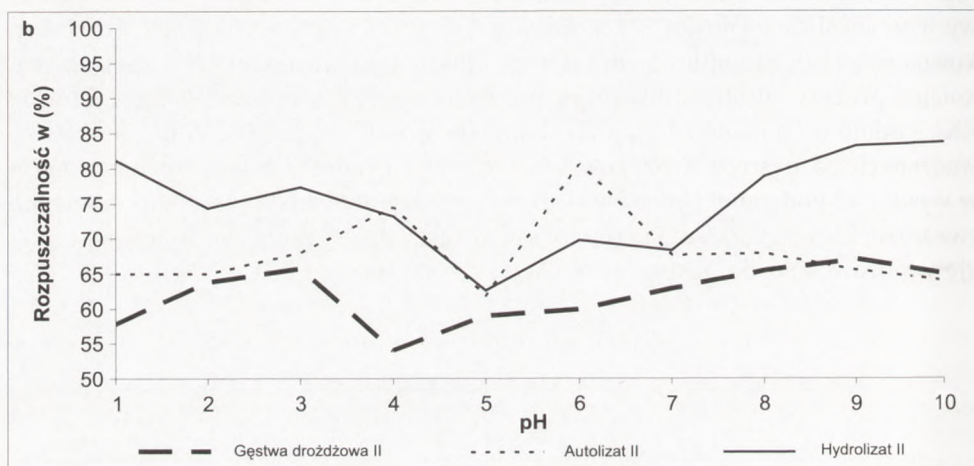
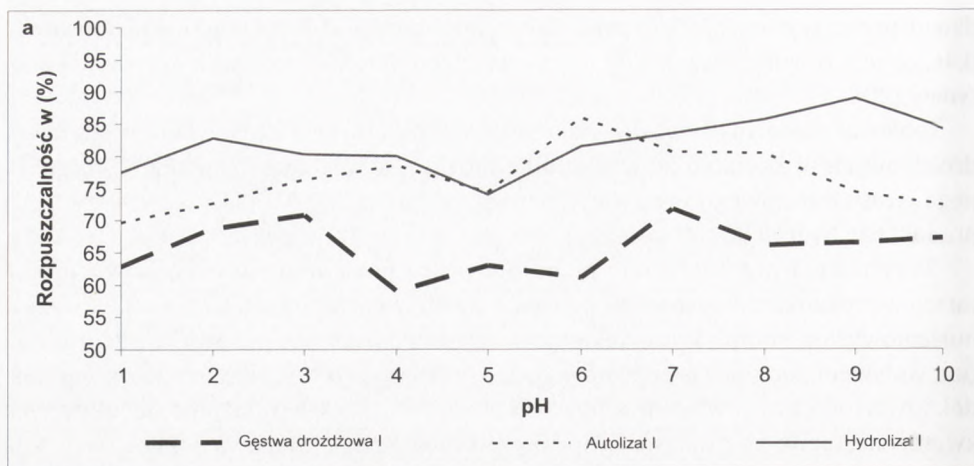
dzono przez oznaczenie stosunku azotu aminowego do ogólnego, który wyniósł 0,46, co jest również wskaźnikiem obecności głównie wolnych aminokwasów i peptydów (20).

Ponieważ zawartość kwasów nukleinowych ogranicza zastosowanie preparatów drożdżowych w żywieniu ze względu na możliwość odkładania się nierozpuszczalnego kwasu moczowego w stawach, oznaczano zawartość RNA i DNA we wszystkich produktach hydrolizy.

Na rysunku 1 przedstawiono poziom kwasów nukleinowych w badanych preparatach w stosunku do gęstwy. W procesie autolizy następowało uwalnianie kwasów nukleinowych z kompleksów nukleinowo-proteinowych i częściowa ich degradacja pod wpływem rodzimych enzymów drożdży. W wyniku autolizy stwierdzono spadek zawartości kwasów nukleinowych o około 58%. Dalsze obniżenie poziomu tych kwasów nastąpiło po procesie hydrolizy enzymatycznej. Końcowa ich ilość wynosiła 1,85% w suchej substancji, co stanowiło w stosunku do gęstwy drożdżowej obniżenie o 77%. W badaniach Wilskiej-Jeszka i Krakowiak (18), redukcja kwasów nukleinowych po autolizie wynosiła 52%. Ponieważ zawartość DNA w drożdżach jest stosunkowo niska (17), zatem problem redukcji odnosi się głównie do RNA. Zastosowane kolejno procesy autolizy i hydrolizy enzymatycznej spowodowały obniżenie ilości RNA średnio do poziomu 1,23%, co stanowiło spadek rzędu 79%. W badaniach prowadzonych na gęstwie drożdżowej o wyższej zawartości białka ogólnego (67%), w wyniku 42-godzinnej hydrolizy pepsyną, uzyskali Bednarski i wsp. (16) obniżenie zawartość RNA do 2,2% s.s., a preparatem alkalazy do 1,75% s.s., co stanowiło redukcję w porównaniu do gęstwy odpowiednio o około 50 i 70%.



Rys. 1. Zawartość DNA i RNA.



Rys. 2. a – Porównanie rozpuszczalności gęstwy drożdżowej I i uzyskanych preparatów; b – Porównanie rozpuszczalności gęstwy drożdżowej II i uzyskanych preparatów.

Rozpuszczalność preparatów białkowych w roztworach wodnych o szerokim zakresie pH jest jedną z najważniejszych właściwości funkcjonalnych białek. Przy założeniu wykorzystania uzyskanych preparatów drożdżowych jako potencjalnych składników żywności specjalnego przeznaczenia, właściwość ta ma szczególnie istotne znaczenie. Wykonano krzywe rozpuszczalności badanych produktów i surowca wyjściowego w zakresie pH 1-10, które przedstawiono na rysunku 2

Zarówno proces autolizy jak i hydrolizy, w wyniku uwolnienia rozpuszczalnych składników komórki, a następnie rozkładu białka, spowodował wzrost rozpuszczalności preparatów w całym zakresie pH (rys. 2). Hydrolizaty charakteryzowały się wyż-

szą rozpuszczalnością niż autolizaty w zakresie pH od 1,0 do 3,0 i powyżej pH 7,0. Najniższą rozpuszczalność wykazywały hydrolizaty w środowisku o pH 5,0, co wskazuje na przesunięcie punktu izoelektrycznego białka gęstwy w wyniku autolizy, jak i hydrolizy (rys. 2). Hydrolizaty charakteryzowała wyższa rozpuszczalność niż autolizaty przy niskich wartościach pH. Przedstawione właściwości hydrolizatów wskazują na możliwość stosowania ich jako dodatków w celu zwiększenia wartości odżywczej do roztworów o charakterze kwaśnym, np. ekstraktów i soków owocowych, co sugerowano wcześniej w literaturze (21). Podobna zależność występuje w środowisku lekko zasadowym, co jeszcze bardziej rozszerza możliwość dodawania tych hydrolizatów do żywności. W pracy Panyam i Kilara (22) podano, że wielu autorów odnotowało wzrost rozpuszczalności nawet przy niewielkim stopniu hydrolizy. W wyniku rozkładu wiązań peptydowych przy uwalnianiu aminokwasów następuje odsłonięcie grup o właściwościach silnie hydrofilowych, co wpływa dodatkowo na zwiększenie rozpuszczalności preparatów białkowych. Wraz ze wzrostem stopnia hydrolizy zwiększa się rozpuszczalność i zanika zdolność wytracania białka w punkcie izoelektrycznym. Odporność na strącanie z roztworów sterylizowanych umożliwia zastosowanie hydrolizatów i autolizatów do podniesienia wartości żywieniowej napojów i skondensowanej ciekłej żywności (21).

Oznaczano również inne właściwości funkcjonalne istotne technologicznie dla włączenia badanych preparatów do żywności specjalnego przeznaczenia. W tabeli 4 zamieszczono wyniki uzyskane podczas oceny właściwości pianotwórczych (wydajność i stabilność) i emulgujących (aktywność, wydajność, stabilność) uzyskanych produktów. Zaobserwowano, że hydroliza nie poprawia właściwości pianotwórczych autolizatów drożdżowych. Panyam i Kilara (22) stwierdzili, że ograniczona hydroliza białek powoduje wzrost wydajności piany, ale jednocześnie obniża jej właściwości stabilizujące. W niniejszej pracy wyniki badań podane przez tych autorów uzyskały potwierdzenie. Na częściowe obniżenie wydajności pienienia może mieć wpływ stosunkowo wysoki stopień hydrolizy (SH = 50%). Porównanie wyników dotyczących wydajności pienienia z uzyskanymi przez Bednarskiego i Piątkowską (16) wskazuje, że zastosowanie preparatu Flavourzym zwiększa tę wydajność bardziej niż hydroliza przy użyciu pepsyny i preparatu Alkalaza (16). Podobna zależność została stwierdzona przez Einhorn-Stoll (23) przy zastosowaniu preparatu enzymatycznego Termitazy, który stosowano do hydrolizy gęstwy *Saccharomyces cerevisiae*. W naszych badaniach właściwości emulgujących stwierdzono zbliżone zależności do omawianych. Mahmud i in. (24) wykazali zależność odwrotnie proporcjonalną między stopniem hydrolizy a wydajnością emulgowania. Według tych autorów ze wzrostem stopnia hydrolizy maleje wydajność emulgowania, co znalazło potwierdzenie w wynikach uzyskanych w tej pracy (tab. 3,5). Stosunkowo dobre właściwości emulgujące w badanych hydrolizatach wiążą się prawdopodobnie z pozostawieniem krótkich peptydów. Według Kuehler i in. (25) minimalna długość łańcucha peptydowego niezbędna do stwierdzenia tych właściwości wynosi ponad 20 reszt aminokwasowych.



## Właściwości funkcjonalne autolizatów i hydrolizatów

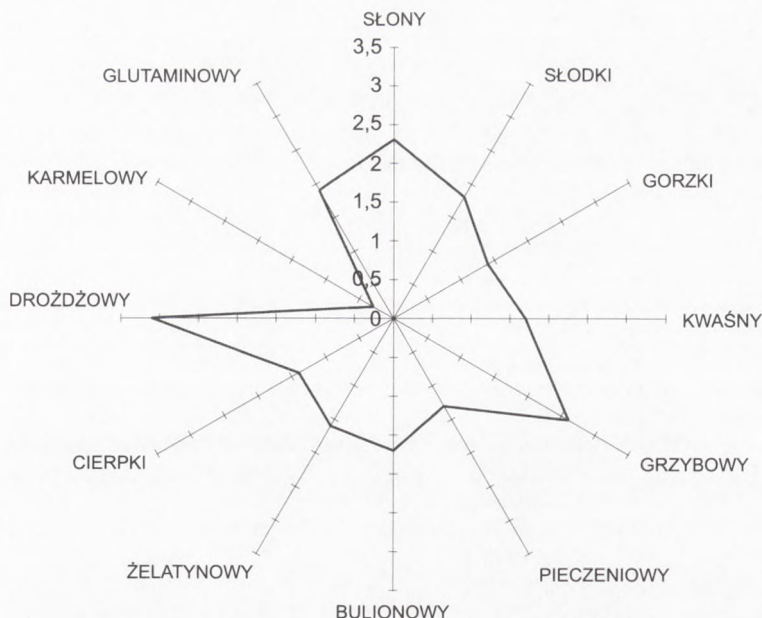
Preparat	Wydajność pienienia FC (cm <sup>3</sup> )	Stabilność piany FS (cm <sup>3</sup> )	Aktywność emulgowania EA (%)	Stabilność emulsji ES (%)	Wydajność emulgowania EC	
					cm <sup>3</sup> oleju/100 mg białka	(%)
autolizat I	171,4 ± 5,19	28,6 ± 3,13	51,5 ± 4,68	40,4 ± 3,34	24,1 ± 1,92	70,6 ± 1,04
autolizat II	182,6 ± 2,53	25,8 ± 1,84	55,9 ± 2,64	43,0 ± 1,79	28,9 ± 1,04	74,3 ± 1,02
hydrolizat I	137,8 ± 4,05	4,7 ± 0,37	33,1 ± 1,35	30,6 ± 2,87	16,9 ± 0,30	62,8 ± 2,01
hydrolizat II	128,9 ± 1,82	3,4 ± 0,46	32,5 ± 5,61	28,5 ± 0,78	21,6 ± 0,90	68,3 ± 1,89

Ponieważ badania hydrolizatu drożdżowego *Saccharomyces uvarum* po działaniu preparatu Flavourzym prowadzono w kierunku ewentualnego wykorzystania go jako składnika prozdrowotnego żywności, stąd poddano go analizie sensorycznej. W ramach tej analizy wyznaczono wskaźnik rozcieńczenia *N*, określający poziom rozcieńczenia, przy którym był wyczuwalny smak hydrolizatu. Określono profil sensoryczny hydrolizatu oceniając poszczególne noty smaku (glutaminowy, słodki, słony, gorzki, kwaśny, grzybowy, pieczeniowy, bulionowy, żelatynowy, cierpki, drożdżowy, karmelowy).

Wskaźnik rozcieńczenia *N*, jako miara progu wyczuwalności dodatku hydrolizatu otrzymanego z gęstwy wynosił 8%, przy błędzie ± 0,89. Prawdopodobnie wyczuwalna ilość hydrolizatu mogłaby być wyższa, w przypadku zastosowania medium rozpuszczającego o określonym smaku zamiast neutralnej wody. Na rysunku 3 przedstawiono graficznie wyniki oceny smaku badanego hydrolizatu, ocenionego przez 12 degustatorów. W preparacie drożdżowym otrzymanym w wyniku hydrolizy z użyciem preparatu Flavourzym najbardziej wyczuwalnymi smakami były drożdżowy, grzybowy i słony. Na nieco niższym poziomie wyczuwalności kształtował się smak: słodki, kwaśny, bulionowy, żelatynowy i glutaminowy.

Ocena wyczuwalności smaków hydrolizatów otrzymanych po działaniu pepsyny i preparatu Alkalazy zawarta w pracy Bednarskiego i Piątkowskiej (16) wskazywała na smak bulionowy i lekko grzybowy. Stopień hydrolizy rzędu 80% uzyskany przez tych autorów może powodować powstanie bardziej wyczuwalnego smaku bulionowego. Hydroliza wiązań peptydowych (3 godziny) przy użyciu preparatu Flavourzym nie niwelowała charakterystycznego smaku drożdżowego (rys. 3). Różnica w najbardziej wyczuwalnych smakach uzyskanych w niniejszej pracy w porównaniu z cytowanymi autorami jest prawdopodobnie uzasadniona znaczną różnicą stopnia hydrolizy białka.

Wynik przeprowadzonej analizy sensorycznej wskazuje na możliwość zastosowania uzyskanego hydrolizatu jako składnika żywności funkcjonalnej.



Rys. 3. Wykres biegunowy wyników analizy profilowej hydrolizatu otrzymanego z drożdży *Saccharomyces uvarum*.

#### 4. Wnioski

Hydrolizat uzyskany w wyniku zastosowania preparatu enzymatycznego Flavourzym firmy Novo Nordisk do hydrolizy odpadowej gęstwy drożdżowej *Saccharomyces uvarum* charakteryzował się:

- zawartością białka ogólnego na poziomie 65%, a rozpuszczalnego 23% s.s.;
- ilością azotu aminowego na poziomie średnio około 38% przy stopniu hydrolyzy wynoszącym 50% i stosunku azotu aminowego do ogólnego rzędu 0,46;
- zawartością kwasów nukleinowych około 2%, co wynikało z obniżenia ich ilości w stosunku do gęstwy o ponad 77%;
- zwiększoną rozpuszczalnością w zakresie pH od 1 do 10, przy czym najniższą rozpuszczalność wykazywał w pH 5,0;
- dobrymi właściwościami emulgacyjnymi i pianotwórczymi;
- wyczuwalnym smakiem drożdżowym i grzybowym.

Na podstawie przedstawionych wyników wskazuje się możliwość zastosowania preparatu enzymatycznego Flavourzym do otrzymywania hydrolizatów drożdżowych, które mogą znaleźć zastosowanie jako składniki funkcjonalne żywności, szczególnie specjalnego przeznaczenia.

## Literatura

1. AACC Method (1982), 44-19.
2. ICC Standard No. 105/2 (1994).
3. Lowry O. W., Rosenbourg N. J., Farr A. L., Randall R. J., (1951), *J. Biol. Chem.*, 193, 265-275.
4. Miller G. L., (1959), *Analytical Chem.*, 31, 426-428.
5. Skorkowska-Zieleniewska J., (1964), *Zeszyty Naukowe SGGW, Technol. Rolno-Spoż.*, 3, 73.
6. Moor S., Stein W. H., (1957), *Methods in enzymology*, Wyd. Colowick S. P., Kaplan N. O., Acad. Press INC. Publ. Comp., vol. 3, 468-469, New York.
7. Sathe S. K., (1981), *J. Food Sci.*, 48, 71-76.
8. Yasumatsu B., Sawada K., Moritaka S., Misaki M., Foda J., Ishii K., (1972), *Agric. Biol. Chem.*, 54-58.
9. Weeb N. B., Ivey F. I., Craig H. B., Iones V. A., Monroe R. J., (1970), *J. Food Sci.*, 35, 501-504.
10. Puski G., (1975), *Cereal. Chem.*, 52, 655-662.
11. Barylko-Pikielna N., (1991), *Metody profilowania*, w: *Podstawy technologii gastronomicznej*, red. Zalewski S., 31-36, WNT, Warszawa.
12. Włodarczyk M., (1999), *Kultury starterowe i ich potencjał do modyfikowania cech sensorycznych i funkcjonalnych żywności*, w: *Surowce, technologia i dodatki a jakość żywności*, red. Czapski J., Grajek W., Pospiech E., 121-129, Wyd. AR, Poznań.
13. Stecka K., Komorowska A., Mrówka E., Grzybowski R., (1999), *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 8/49, 2, 227-234.
14. Enzyme Business. Novo Nordisk. Materiały informacyjne.
15. Komorowska A. D., Mrówka E., Stecka K. M., (1997), *Materiały XXVIII Sesji Naukowej Komitetu Technologii i Chemii Żywności PAN, Gdańsk*, 86.
16. Bednarski W., Piątkowska B., (1989), *Acta. Acad. Agric. Techn. Olst.*, 23, 72-79.
17. Prończuk A., (1973), *Ocena wartości odżywczej suszonych drożdży i możliwości ich wykorzystania do wzbogacania żywności*, *Zeszyty Naukowe AR Warszawa*, 32, 7-23.
18. Wilska-Jeszka J., Krakowiak W., (1980), *Przem. Ferm. i Owocowy*, 6, 3-5.
19. Stasińska B., (1998), *Białka niekonwencjonalne i białka modyfikowane*, w: *Białka w żywności i żywieniu*, red. Gawęcki J., Wyd. Dannone, Warszawa, 51-72.
20. Lahl W. J., Braun S. D., (1994), *Food Technol.*, 48, 10, 68-71.
21. Turgeon S. L., Gauthier S. F., Paquin P., (1992), *Food Sci.*, 57 (3), 601-604, 634.
22. Panyam D., Kilara A., (1996), *Trends in Food Sci. Technol.*, 4, 120-124.
23. Einhorn- Stoll U., Kretzschmar U., Lippert E., (1994), *Acta Biotechnol.*, 14 (4), 379-385.
24. Mahmoud M. J., (1994), *Food Technol.*, 48, 10, 89-95.
25. Kuehler C. A., Stine M., (1974), *Food Sci.*, 39, 379-382.