

PIOTR PATELSKI, URSZULA DZIEKOŃSKA

WPLYW SELENIANU(IV) SODU NA WZROST I AKTYWNOŚĆ FERMENTACYJNĄ DROŻDŻY PIEKARSKICH

Streszczenie

W pracy oceniono wpływ dodatku selenu nieorganicznego (8 mg/dm^3) na wzrost i siłę pędną drożdży piekarskich. Hodowle prowadzono na pożywkach melasowych z dodatkiem selenianu(IV) sodu; odniesienie stanowiły próby bez dodatku selenu. Ocenie poddano piekarskie szczepy drożdży *S. cerevisiae* (13/24K, R, 16/24XXX oraz G) pochodzące z kolekcji Zakładu Technologii Spirytusu i Drożdży Politechniki Łódzkiej.

Wykazano znaczne zmniejszenie plonu biomasy w hodowlach z selenem – od 19 % w przypadku szczepu 16/24XXX do 33 % w przypadku szczepu 13/24K w odniesieniu do hodowli prowadzonych bez dodatku tego związku. Drożdże otrzymane z dodatkiem selenu odznaczały się dużo mniejszą siłą pędną (suma trzech pędów większa o 30 - 70 min od normatywnej). Siła pędna drożdży selenowych otrzymanych po hodowli z dodatkiem selenianu wynosiła od 156 min (szczep 13/24K) do 190 min (szczep 16/24XXX). Zawartość białka, fosforu i związków mineralnych w postaci popiołu w biomacie drożdży hodowanych na pożywkach melasowych z dodatkiem selenu również była mniejsza niż w hodowlach bez dodatku tego związku. Wyjątek stanowił szczep 16/24XXX, którego wartości te były porównywalne w obu hodowlach. Dodatek selenianu sodu do hodowli powodował również niekorzystne zmiany w wyglądzie oraz zapachu otrzymanej biomasy (ciemne zabarwienie i czosnkowo-cebulowy zapach).

Słowa kluczowe: drożdże piekarskie, selen, aktywność fermentacyjna, hodowla

Wprowadzenie

W XX w. odkryto, że selen jest pożądanym składnikiem paszy dla zwierząt (lata 50.) oraz żywności dla człowieka (1973 r.) [21]. Zauważono także, że pewne szczepy bakterii wykazują szybszy wzrost w podłożu wzbogaconym tym pierwiastkiem. Późniejsze badania wykazały, że selen jest niezbędnym i istotnym pierwiastkiem do prawidłowego funkcjonowania organizmu zwierząt i ludzi. Jednak do początku lat 90. XX w. traktowany był z pewną ostrożnością, ze względu na niewielką różnicę pomiędzy dawką prozdrowotną a szkodliwą dla zdrowia [12, 24].

W organizmie człowieka selen spełnia bardzo ważną funkcję przeciwutleniacza, ograniczającego szkodliwe procesy peroksydacji lipidów, RNA i DNA, chroniąc tym samym komórki przed deformacją i uszkodzeniami genetycznymi [23]. Selen ma fundamentalne znaczenie dla zdrowia człowieka i bierze udział w wielu procesach fizjologicznych. Wykryto ok. 35 selenoprotein, często o nieustalonych jeszcze funkcjach [18].

Niedobór selenu wiąże się głównie z uszkodzeniem mięśnia sercowego (choroba Keshan) i z chorobami układu kostnego (choroba Kashin-Becka – objawiająca się deformacją stawów). W ostatnich czasie publikowanych jest coraz więcej informacji potwierdzających związek między niedoborem selenu a schorzeniami nowotworowymi i chorobami układu krążenia. Niedobór może prowadzić do innych chorób, jak: astma – związana z zaburzeniem aktywności peroksydazy glutationowej, AIDS – niedobór powoduje jej znaczną progresję, niepłodność u mężczyzn związana z obniżeniem ruchliwości plemników, kretynizm, udar mózgu, czy nagła śmierć łóżeczkowa noworodków. Klinicznie udowodniono, że leczenie związkami selenu może działać zapobiegawczo lub nawet cofać objawy większości z tych chorób [4, 8, 11, 23, 24]. Przewlekłe narażenie na selen wywołuje natomiast niedokrwistość, zanik narządów mięsaszowych, zaburzenia żołądkowo-jelitowe, zeszytwnienie kończyn, artretyzm, wypadanie włosów, ostrą próchnicę zębów, ślinotok, ślepotę i dermatozy [21].

W Europie górny poziom bezpiecznego spożycia selenu ustalono dla osób dorosłych na 300 µg/dobę. U dzieci zmniejsza się on wraz z malejącym wiekiem i dla dzieci od 1 do 3 lat wynosi 60 µg/dobę [20].

Poziom selenu w produktach żywnościowych jest zróżnicowany i zależy od jego zawartości w glebie, determinowany rodzajem gleby, warunkami agroklimatycznymi i rodzajem upraw [24].

Z uwagi na wpływ selenu na metabolizm oraz jego niedobory w diecie, prowadzone są badania nad suplementacją żywności w związku selenu. Wprowadza się go do żywności w postaci wzbogaconych selenem bakterii mlekowych, kiełków zbóż, czosnku czy drożdży [3]. W związku z tym, że w drożdżach występują inne niezbędne składniki, jak np. witaminy z grupy B oraz uwzględniając łatwość przyswajania metaloidów przez te mikroorganizmy, od lat prowadzone są prace nad otrzymywaniem biomasy drożdżowej bogatej w organiczne pochodne selenu [10]. W Polsce badania takie prowadzili m.in. Chmielowski i wsp. [24], Achremowicz i wsp. [1], Achremowicz i Podgórska [2], Danch [5] oraz Diowkszy i wsp. [7].

Otrzymywanie biomasy drożdży zawierających selen organiczny jest kontynuacją badań związanych z opracowaniem metod suplementacji diety w selen. Zastosowanie do tego celu drożdży *Saccharomyces cerevisiae* syntetyzujących selenobiotynę pozwala wykorzystać je jako drożdże piekarskie niezbędne w procesie podnoszenia ciasta

przeznaczonego do wypieku pieczywa wraz z jednoczesnym użyciem biomasy drożdży jako źródła łatwo przyswajalnego selenu organicznego.

Celem podjętych badań było określenie wpływu dodatku selenu do pożywki hodowlanej na namnażanie i siłę pędną biomasy drożdży piekarskich.

Material i metody badań

Material biologiczny stanowiły piekarskie szczepy drożdży *Saccharomyces cerevisiae* 13/24K, R, 16/24XXX oraz G pochodzące z kolekcji Zakładu Technologii Spirytusu i Drożdży Politechniki Łódzkiej. Czyste kultury drożdży przeznaczonych do badań były przechowywane na skosach agarowych przygotowanych z brzezki słodowej 8°Błg zestalonej 2 % dodatkiem agaru (pH = 5,1, sterylizacja w temp. 121 °C/21 min). Do namnożenia inokulum stosowano brzezkę słodową o ekstrakcie 8 °Błg, pH = 5,0: po 150 cm³ płynu przenoszono do kolb hodowlanych (500 cm³) i poddawano sterylizacji w autoklawie w temp. 121 °C przez 30 min. Podłoże do hodowli stanowiła pożywka melasowa 8 °Błg, pH = 5,2, dodatkowo wzbogacona źródłami azotu, magnezu i fosforu w ilości: (NH₄)₂SO₄ – 4,5 g/dm³ pożywki, (NH₄)₂HPO₄ – 4,5 g/dm³ pożywki, MgSO₄·7H₂O – 0,75 g/dm³ pożywki oraz witaminami w ilości: biotyna – 20 µg/dm³ pożywki, tiamina – 1 mg/dm³ pożywki oraz pirydoksyna – 1 mg/dm³ pożywki. Tak przygotowane podłoże przenoszono do kolb płaskodennych o pojemności 1 dm³ i poddawano sterylizacji w autoklawie (121 °C/30 min).

Hodowle prowadzono na wytrząsarce laboratoryjnej, w pomieszczeniu termostatowym (30 °C) w ciągu 24 h. Do kolb płaskodennych o pojemności 1 dm³, zawierających 150 cm³ wysterylizowanego podłoża wprowadzano 20 cm³ (2 g s.m.) inokulum w postaci zawiesiny drożdży i selenu w dawce 8 mg Se⁴⁺/dm³ w postaci wodnego roztworu selenianu(IV) sodu. Odniesienie stanowiły wyniki uzyskane z równolegle prowadzonych hodowli bez dodatku selenu.

Wszystkie hodowle i oznaczenia wykonywano trzykrotnie.

Po przeprowadzeniu hodowli pobierano po 7 cm³ zawiesiny w celu oznaczenia przyrostu biomasy, pozostałą część biomasy wydzielano przez odwirowanie (3000 rpm/min przez 10 min w temp. 4 °C) oraz 3-krotnie przemywano wodą destylowaną. Zlany z nad osadu supernatant służył do zbadania zawartości cukrów. Otrzymane drożdże odciskano na bibule filtracyjnej i przechowywano w szczelnych pojemnikach. Biomase poddawano podstawowej analizie fizykochemicznej.

Oznaczenie zawartości suchej masy drożdży wykonywano metodą wagową, zgodnie z Polską Normą [14]. Suszenie do stałej masy prowadzono w temp. 105 °C. Oznaczenie plonu biomasy polegało na pobraniu określonej ilości otrzymanej zawiesiny, odwirowaniu, przemyciu wodą destylowaną a następnie wysuszeniu do stałej masy. Wyniki podano w g s.m./100 cm³ zawiesiny.

Siłę pędną, wyrażoną jako sumę trzech czasów podnoszenia ciasta, oznaczano zgodnie z Polską Normą [15]. Metoda polega na określeniu czasu potrzebnego do wyrośnięcia ciasta, sporządzonego według ustalonej receptury i fermentowanego w temp. 35 °C. Oznaczenie białka surowego oraz zawartości fosforu i popiołu wykonywano zgodnie z Polską Normą [16].

Oznaczenie cukrów wykonywano metodą Schoorla-Regenboga, polegającą na redukcji związków miedzi przez obecne w roztworze cukry o właściwościach redukujących.

Wyniki i dyskusja

Przyrost biomasy to jedna z ważniejszych cech technologicznych drożdży piekarskich. Badane szczepy poddano 24 h hodowli wstrząsanej w pożywce melasowej z dodatkiem soli mineralnych i witamin. Po hodowli oceniono namnożenie wybranych szczepów z dodatkiem i bez dodatku selenu.

Tabela 1

Plon biomasy badanych szczepów drożdży hodowanych w podłożach bez i z dodatkiem selenu.
Biomass of analyzed yeast strains grown in media with and without selenium added.

Badany szczep drożdży Yeasts strain analyzed	Dawka selenu [mg/dm ³] Dose of selenium [mg/dm ³]	Plon biomasy [g s.m./100 cm ³] Biomass [g dry matter/100 cm ³]
13/24K	0	1
13/24K	8	0,66
G	0	1,14
G	8	0,77
16/24XXX	0	0,86
16/24XXX	8	0,7
R	0	0,66
R	8	0,53

W przypadku hodowli drożdży w pożywkach bez dodatku selenu największy przyrost biomasy osiągnął szczep G – 1,14 g s.m./100 cm³, nieco mniejszy, równy 1 g s.m./100 cm³ szczep 13/24K, natomiast najmniejszym przyrostem charakteryzował się szczep R – 0,66 g s.m./100 cm³, jest to przyrost mniejszy o 42,4 % niż wspomnianego wyżej szczepu G.

W próbach z dodatkiem selenu największe namnożenie, podobnie jak to miało miejsce w serii bez tego pierwiastka, obserwowano w przypadku szczepu G – 0,77 g s.m./100 cm³, najniższy wynik otrzymano po hodowli szczepu R – 0,53 g s.m./100 cm³. Pozostałe dwa szczepy charakteryzowały się zbliżonym namnożeniem wynoszącym 0,66 g s.m./100 cm³ w przypadku szczepu 13/24K oraz 0,7 g s.m./100 cm³ - szczep 16/24XXX. Dodatek selenu w ilości 8 mg/dm³ spowodował zmniejszenie namnożenia biomasy. Najwyższe, 32-procentowe zmniejszenie namnożenia odnotowano w hodowlach szczepu G. W przypadku drożdży 13/24K wynosił on 33 %, pozostałe dwa szczepy charakteryzowały się znacznie słabszym przyrostem biomasy w hodowli bez selenu. Toksyczny wpływ SeO₂ na przeżywalność drożdży *Saccharomyces cerevisiae* wykazali m.in. Diowksz i wsp. [7]: przy wzroście stężenia selenu do 20 µg/cm³ podłoża MRS zaobserwowali zmniejszenie plonu komórek drożdży z poziomu 1,68×10⁷ do 8,5×10⁶ jtk/cm³. Wyniki uzyskane przez Demirci i Pometto [6] w hodowlach suplementowanych selenianem (IV) sodu również potwierdzają toksyczny wpływ selenu na wzrost drożdży.

Aktywność fermentacyjna to najważniejsza cecha drożdży przeznaczonych do celów piekarskich. Czas podnoszenia ciasta powinien wynosić według Polskiej Normy [17] <60 min (pierwszy pęd) i <120 min (suma trzech pędów). Oznaczenie polegało na określeniu czasu potrzebnego do wyrośnięcia ciasta w znormalizowanej foremce i w temp. 35 °C do określonej wysokości. Wyniki oznaczenia stanowiły czas poszczególnych pędów oraz ich sumę [min]. Na siłę pędną ma wpływ wiele czynników, m.in. skład chemiczny biomasy oraz stan metaboliczny komórki związany z obecnością substancji toksycznych.

Wyniki przedstawione w tab. 2. wskazują, że otrzymana biomasa, niezależnie od szczepu, nie spełniała wymagań ze względu na siłę pędną zalecaną w Polskiej Normie [17]. Tylko dwa szczepy osiągnęły zbliżoną do normatywnej sumę trzech pędów. W przypadku drożdży *Saccharomyces cerevisiae* G suma trzech pędów była równa 121 min, a szczepu 16/24XXX wynosiła 119 min. Dwie pozostałe odmiany: R i 13/24K przekroczyły wartość graniczną o odpowiednio 10 i 17 min.

W przypadku hodowli z dodatkiem 8 mg Se/dm³ najwyższą siłę pędną wykazywały szczepy 16/24XXX oraz G, odpowiednio: 156 i 158 min. Są to wyniki znacznie przekraczające wartości normatywne – określone jednak w stosunku do drożdży piekarskich bez dodatku selenu. Najniższą siłę pędną równą 190 min obserwowano w przypadku biomasy drożdży 13/24K.

W przypadku wszystkich testowanych drożdży piekarskich obserwowano znaczne wydłużenie czasu pierwszego pędu, który ma istotny wpływ na sumę wszystkich trzech pędów. Dawka selenu wpływała istotnie na obniżenie siły pędnej, spowodowane to było prawdopodobnie toksycznym działaniem selenu na metabolizm drożdży. Podobne

zmniejszenie siły pędnej w przypadku suplementacji drożdży selenem wykazał Patel-ski [13].

Tabela 2

Siła pędna drożdży wyhodowanych w pożywce melasowej z (i bez) dodatku selenu.
Rising power of yeast strains grown in molasses medium with (and without) selenium added.

Badany szczep drożdży Yeasts strain analyzed	Dawka selenu [mg/dm ³] Dose of selenium [mg/dm ³]	Siła pędna [min] Rising power [min]			
		I	II	III	Suma Sum
13/24K	0	69	41	27	137
13/24K	8	95	55	40	190
G	0	62	32	27	121
G	8	80	40	38	158
16/24XXX	0	70	27	22	119
16/24XXX	8	80	41	35	156
R	0	75	30	25	130
R	8	97	48	35	180

Tabela 3

Zawartość białka, popiołu i fosforu w biomacie badanych drożdży wyhodowanych z (i bez) dodatku selenu.
Protein, ash and P₂O₅ content in biomass of tested yeasts cultivated with (or without) selenium addition.

Badany szczep drożdży Yeasts strain analyzed	Dawka selenu [mg/dm ³] Dose of selenium [mg/dm ³]	Zawartość białka [% s.m.] Protein content [% of dry matter]	Zawartość popiołu [% s.m.] Ash content [% of dry matter]	Zawartość P ₂ O ₅ [% s.m.] P ₂ O ₅ content [% of dry matter]
		13/24K	0	40,6
13/24K	8	37,2	8,2	5,5
G	0	51,8	9,5	6,7
G	8	46,6	8,1	5,6
16/24XXX	0	48,7	8,8	5,3
16/24XXX	8	48,9	7,6	4,5
R	0	43,8	9,5	6,8
R	8	30,6	7,5	5,7

W biomacie uzyskanej po 24-godzinnej hodowli bez oraz z dodatkiem selenu zawartość białka ogółem wynosiła od 30,6 do 51,8 % w s.m. drożdży. Dodatek seleny do podłoża zmniejszał ilość białka w biomacie. W przypadku hodowli bez dodatku seleny największą zawartością białka charakteryzował się szczep G – 51,8 % s.m., najmniejszą obserwowano w przypadku drożdży 13/24K – 40,6 % s.m. Pozostałe dwa szczepy użyte w badaniach odznaczały się następującą zawartością białka w suchej masie: 48,7 % - drożdże 16/24XXX i 43,8 % – szczep R.

W próbach z dodatkiem 8 mg/dm³ seleny największą zawartość białka stwierdzono w biomacie szczepu 16/24XXX – 48,9 % s.m. W przypadku szczepów 13/24K i R dodatek seleny spowodował znaczne zmniejszenie zawartości białka odpowiednio do wartości: 37,2 % s.m. i 30,6 % s.m. drożdży.

Wyniki badań prób bez dodatku seleny znajdują potwierdzenie w badaniach Sobczaka [22] – zawartość białka na poziomie 45 - 46 %. Według Rose'a i Harrisona [19] drożdże wyhodowane w pożywce melasowej powinny zawierać ok. 50 % białka. Należy zaznaczyć, że zawartość białek w biomacie drożdży jest wypadkową wielu czynników: składu pożywki, warunków hodowli oraz cech szczepu. Otrzymane wyniki są porównywalne z wynikami charakterystycznymi dla drożdży *Saccharomyces cerevisiae* prezentowanymi w literaturze [9, 23].

Aby uzyskać niezbędną wydajność i jakość drożdży piekarskich z melasy należy zapewnić odpowiednią ilość pożywek mineralnych, łatwo przyswajalnych dla drożdży. Melasa – podstawowe źródło cukru nie zawiera odpowiedniej ilości azotu, fosforu, magnezu, a często także wielu innych mikroelementów.

Zawartość fosforu, przeliczona na pięciotlenek, w przypadku wszystkich szczepów zawierała się w granicach od 4,5 do 6,8 % s.m. drożdży (tab. 3). Zawartość związków mineralnych oznaczonych jako popiół mieściła się natomiast w zakresie 7,5 - 9,5 % s.m. analizowanej biomasy. Największą zawartość fosforu w biomacie po hodowli bez dodatku seleny oznaczono w biomacie szczepu R – 6,8 % s.m., a najmniejszą wartość – 5,3 % s.m. obserwowano w przypadku szczepu 16/24XXX. Dodatek selenianu(IV) sodu do pożywki hodowlanej powodował zmniejszenie zawartości omawianego pierwiastka w otrzymanej biomacie. Zawartość fosforu wynosiła ok. 50 % wszystkich oznaczonych substancji mineralnych otrzymanej biomasy, co odpowiada danym literaturowym [13, 19]. Zwiększona zawartość popiołu, jak i fosforu może wynikać z zastosowania do badań zbyt bogatego podłoża hodowlanego.

W badaniach określono także wydajność biomasy oraz bilans cukrów pożywki w hodowlach drożdży prowadzonych z dodatkiem selenianu sodu.

Korzystając z poniższego równania obliczono wydajność plonu biomasy (W) w stosunku do zużytego cukru inwertowanego:

$$W[\%] = \frac{X[g_{s.s.}/100cm^3]}{\Delta\text{cukrów}[g_{s.s.}/100cm^3]} \cdot 100\%$$

gdzie:

X – plon biomasy [g s.m./100 cm³] / biomass [g d.m./100 cm³],

Δ cukrów – różnica między zawartością cukru inwertowanego w brzezce przed hodowlą i w odcieku pochodzonym / usage of inverted sugar during cultivation.

Tabela 4

Zużycie cukru inwertowanego oraz wydajność tworzenia biomasy podczas hodowli badanych szczepów.
Consumption of inverted sugar and biomass yield during the cultivation of strains analyzed.

Badany szczep drożdży Yeasts strain analyzed	Dawka selenu [mg/dm ³] Dose of selenium [mg/dm ³]	Cukier inwertowany [g/100 cm ³] Invert sugar [g/100 cm ³]		Ubytek cukrów Loss of sugars ΔC = [a-b]	Wydajność Biomass yield [%]
		Brzezka przed hodowlą Wort before yeast cultivation [a]	Odciek po hodowli Effluent after yeast cultivation [b]		
13/24K	0	4,9	0,26	4,64	22
13/24K	8	4,9	0,24	4,66	14
G	0	4,9	0,29	4,61	24
G	8	4,9	0,22	4,68	16
16/24XXX	0	4,9	0,29	4,61	19
16/24XXX	8	4,9	0,2	4,7	15
R	0	4,9	0,33	4,57	14
R	8	4,9	0,29	4,61	11

W serii prób bez dodatku selenu największą, 24-procentową wydajność wykazywał szczep G. Nieznacznie mniejszą, 22-procentową wydajnością odznaczał się szczep 13/24K. Najmniejszą, 14-procentową wydajność uzyskano po hodowli drożdży R. W próbach z selenem największe wydajności biomasy równe 15 i 16 % stwierdzono

w przypadku szczepów: 16/24XXX oraz G. W przypadku pozostałych dwóch szczepów: 13/24K i R otrzymano wydajność odpowiednio 14 i 11 %.

Zmniejszenie wydajności biomasy po dodaniu selenu znajduje potwierdzenie w pracy Demirci i Pometto [6]. Otrzymane wydajności są bardzo małe. Może być to spowodowane słabym napowietrzaniem w czasie hodowli wstrząsanej, dlatego nie można otrzymanych wartości porównywać z wydajnościami obserwowanymi w przemyśle.

Zawartość cukrów w odciekach po hodowlach bez dodatku selenianu sodu mieściła się w granicach od 0,22 do 0,33 g/100 cm³ odcieku. W przypadku hodowli z dodatkiem selenu, największy wynik cukrów resztkowych otrzymano dla szczepu R – 0,29 g/100 cm³, najmniejszą zawartość cukru oznaczono po hodowli drożdży 16/24XXX – 0,2 g/100 cm³ odcieku.

W trakcie powyższych badań oceniono również wpływ selenu na wygląd i zapach otrzymanych drożdży. W przypadku biomasy otrzymanej z dodatkiem selenu obserwowano nieswoiste różowo-czerwone zabarwienie biomasy odznaczającej się również „czosnkowo-cebulowym” zapachem. Zmiany te są prawdopodobnie wynikiem detoksyfikacji komórki poprzez wydzielenie zredukowanego selenu na powierzchnię komórki oraz powstawania lotnych związków zawierających selen [24].

Wnioski

1. Dodatek selenu wpływał na zmniejszenie wydajności biomasy (nawet o 33 % w przypadku szczepu G).
2. Biomasa drożdży wyhodowanych w pożywkach z selenem odznaczała się mniejszą zawartością białka niż uzyskana bez dodatku selenu.
3. Selen wpływał na istotne zmniejszenie siły pędnej drożdży (nawet o 53 min w przypadku szczepu 13/24K).
4. Drożdże z dodatkiem selenu charakteryzowała nieswoista czerwona barwa i zapach „cebulowo-czosnkowy”.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2010-2011 jako projekt badawczy N312 197838.

Literatura

- [1] Achremowicz B., Podgórska E., Udeh K.O.: Effect of different sources in inorganic selenium on the production of Se-enriched biomass of selected yeast strains. *Agro Food Industry Hi-Tech.*, 2002, **13(3)**, 27-30.
- [2] Achremowicz B., Podgórska E.: Sposób otrzymywania drożdży selenowych. Patent PL 165811, 1991.

- [3] Birringer M., Pilawa S., Floche L.: Trends in selenium biochemistry. Nat. Prod. Rep., 2002, **19**, 693-718.
- [4] Bronzetti G., Cini M., Andreoli E., Caltavuturo L., Panunzio M., Della Croce C.: Protective effects of vitamins and selenium compounds in yeast. Mutat. Res., 2001, **496**, 105-115.
- [5] Danch A.: Sposób otrzymywania drożdży selenowych. Patent PL 246802, 1985.
- [6] Demirci A., Pometto A.L.: Production of organically bound selenium yeast production by continuous fermentation. J. Agric. Food. Chem., 1999, **47**, 2491-2495.
- [7] Diowksz A., Ambroziak W., Włodarczyk M.: Investigation of the ability of selenium accumulation by lactic acid bacteria of *Lactobacillus* species and yeast *Saccharomyces cerevisiae*. Pol. J. Nutr. Sci., 1999, **8**, 17-21.
- [8] Drake E.N.: Cancer chemoprevention: Selenium as a prooxidant, not an antioxidant. Med. Hyp., 2006, **67**, 318-322.
- [9] Gniewosz M., Sobczak E., Kucińska I.: Ocena jakości wybranych szczepów drożdży piekarskich. Przem. Ferm. Owoc.-Warz., 1997, **1**, 18-20.
- [10] Hsia H.S., Fan D., Yang P.: Assimilation of inorganic selenium and organic germanium by yeast. Patent US 6368643, 1999.
- [11] Navarro-Alarcon M., Lopez-Martinez M.C.: Essentiality of selenium in the human body: relationship with different diseases. Sci. Total Environ, 2000, **249**, 347-371.
- [12] Ollagnier-de-Choudens S., Mulliez E., Fontecave M.: The PLP-dependent biotin synthase from *Escherichia coli*: mechanistic studies. FEBS Lett., 2002, **532**, 465-468.
- [13] Patelski P.: Mieszkańce drożdży *Saccharomyces cerevisiae* syntetyzujące selenobiotynę. Praca doktorska, PL, Łódź 2004.
- [14] PN-A-79005-4:1997. Drożdże. Metody badań. Oznaczanie suchej masy.
- [15] PN-A-79005-5:1997. Drożdże. Metody badań. Oznaczanie siły pędnej.
- [16] PN-A-79005-7:1997. Drożdże. Metody badań. Oznaczanie zawartości białka ogólnego i strawnego.
- [17] PN-A-79002:1998. Drożdże piekarskie prasowane i drożdże piekarskie suszone.
- [18] Rayman M.P.: The importance of selenium to human health. Lancet, 2000, **356 (9225)**, 233-241.
- [19] Rose A.H., Harrison J.S.: The Yeasts vol.3. Academic Press, London, 1970.
- [20] Scientific Committee on Food (European Community, Health & Consumer Protection Directorate-General, Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Selenium (expressed on 19 October 2000) [dostęp online http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out80g_en.pdf].
- [21] Sher L.: Role of thyroid hormones in the effects of selenium on mood, behavior, and cognitive function. Med. Hyp., 2001, **57**, 480-483.
- [22] Sobczak E.: Wpływ niektórych czynników na aktywność drożdży piekarskich. Przegl. Piek. Cukier., 1991, **1**, 19-22.
- [23] Tapiero H., Townsend D.M., Tew K.D.: The antioxidant role of selenium and seleno-compounds. Biomed. Pharmacother., 2003, **57**, 134-144.
- [24] Wierzbicka M. (red.): Selen. Pierwiastek ważny dla zdrowia, fascynujący dla badacza. Wyd. Malmut, Warszawa 2007.

EFFECT OF SODIUM SELENATE (IV) ON GROWTH AND FERMENTATION ACTIVITY OF BAKER'S YEAST

S u m m a r y

In the paper, the effect of inorganic selenium (8 mg/dm³) on the growth and rising power of baker's yeast was assessed. The yeast cultures were grown on media of molasses supplemented with a sodium selenate (IV); the samples without the selenium added were used as a reference. The baker's strains of *S. cerevisiae* (13/24K, R, 16/24XXX and G), originating from a collection in the Department of Spirit and Yeast Technology, Technical University of Łódź, were assessed.

Compared to the cultures developed without the addition of selenium, a significant decrease in the biomass yield in the cultures with the selenium was confirmed: from 19% for the 16/24XXX strain up to 33% as for the 13/24K strain. The yeast grown on the media with the addition of selenium were characterized by a much lower rising power (the sum of three rising times is higher by 30 - 70 minutes than the normative value). The rising power of selenium yeast cultures, grown on the media with the selenium added, ranged from 156 minutes (13/24K strain) to 190 minutes (16/24XXX strain). The contents of protein, phosphorus, and mineral components in the form of ash in the yeast biomass grown on the media of molasses and supplemented with the selenium selenate (IV) were also lower than in the cultures without the addition of this compound. The 16/24XXX strain was an exception; the content levels of the three elements as mentioned above were comparable in the two cultures. The addition of sodium selenite to the culture resulted also in adverse changes in the appearance and odour of the biomass produced (dark colour and garlic – onion odour).

Key words: baker's yeast, selenium, fermentation activity, culture 