

ZASTOSOWANIE DROŻDŻY WINIARSKICH W PRODUKCJI NAPOJÓW SERWATKOWYCH NATURALNIE NASYCONYCH CO₂

Agata Znamirska[✉], Przemysław Rożek, Dorota Kalicka,
Magdalena Buniowska, Małgorzata Pawłos

Uniwersytet Rzeszowski w Rzeszowie

Streszczenie. Celem pracy była ocena możliwości zastosowania do produkcji napojów serwatkowych dwóch preparatów drożdży winiarskich oraz określenie właściwości organoleptycznych i fizykochemicznych otrzymanych napojów. Serwatkę kwasową spasteryzowano, schłodzono, filtrowano i oznaczono skład chemiczny oraz kwasowość. Następnie dosłodzono sacharozą, podzielono na 2 grupy i dodano drożdże: 1) SIHA Aktiv 4, 2) MYCOFERM CRU 69. Przeprowadzono fermentację w 23°C przez 28 dni, dosładzając co 7 dni sacharozą. Po 28 dniach serwatki zlano, filtrowano i dosłodzono do zawartości cukru 12,0 ± 0,2% oraz dodano esencji. Napoje rozlano do butelek i przeprowadzono refermentację. Oznaczono skład chemiczny, zawartość alkoholu, kwasowość ogólną oraz cechy organoleptyczne. Serwatka kwasowa może być stosowana do produkcji napojów musujących fermentowanych przez drożdże winiarskie. Drożdże SIHA Aktiv 4 lepiej odfermentowały cukry, produkując większą zawartość alkoholu i CO₂ w napojach serwatkowych niż drożdże MYCOFERM CRU69. Napoje fermentowane przez SIHA Aktiv 4 były bardziej preferowane i charakteryzowały się dobrą klarownością, silnym nasyceniem CO₂ oraz bardzo słabym posmakiem obcym.

Słowa kluczowe: *Saccharomyces cerevisiae* vel. *bayanus*, *Saccharomyces bayanus* CH 158, serwatka kwasowa, napoje serwatkowe

WSTĘP

Serwatka jako mleczarski produkt uboczny składa się w około 93% z wody. Zawiera ok. 55% składników suchej masy mleka, której głównym składnikiem jest laktoza (w ok. 96% przechodzi z mleka do serwatki). Białka w serwatce stanowią ok. 1%,

[✉]aznam@univ.rzeszow.pl

przy czym są to głównie β -laktoglobulina i α -laktoglobulina, które charakteryzują się wysoką wartością odżywczą i właściwościami prozdrowotnymi. Antyrakowe właściwości są bezpośrednio przypisywane cysteinie i metioninie, aminokwasom obecnym w składzie białek serwatkowych. Aminokwasy te są prekursorem glutationu, tripeptydu, który w organizmie pełni funkcję parasola ochronnego przed wolnymi rodnikami i czynnikami rakotwórczymi. Serwatka zawiera również znaczne ilości związków mineralnych, głównie wapnia i fosforu oraz witaminy z grupy B [Wesołowska-Trojanowska i Targoński 2014].

Napoje produkowane na bazie serwatki w zachodniej Europie od lat spotykają się z dużym zainteresowaniem, w Polsce są jeszcze mało znane [Siemianowski 2014]. Fermentacja alkoholowa laktozy jest doskonałym przykładem wykorzystania odbiałczalej serwatki. Drożdże zdolne do fermentacji laktozy to np.: *Kluyveromyces lactis*, *Kluyveromyces marxianus* i *Candida pseudotropicalis* [Guimarães i in. 2010]. Najczęściej wykorzystywany przez komercyjne wytwórnie alkoholu jest *Kluyveromyces fragilis*, który wykorzystuje ponad 95% laktozy zawartej w nieskoncentrowanej serwatce [Kossevaa i in. 2009]. Guimarães i inni [2010] dowiedli, że drożdże *Saccharomyces cerevisiae*, najczęściej stosowane w przemyśle spirytusowym, po modyfikacjach nabierają zdolności do fermentacji laktozy. Drożdże gorzelnicze *Saccharomyces cerevisiae* niestety nadają napojom intensywny smak i zapach drożdżowy. Cechy te w mniejszym nasileniu występują w napojach fermentowanych z udziałem drożdży winiarskich. Do fermentacji winiarskiej stosowane są przemysłowe szczepy należące do *Saccharomyces cerevisiae* vel. *bayanus* i *Saccharomyces bayanus* reprezentowane przez liczne rasy technologiczne [Kusewicz i in. 2004]. Różne szczepy drożdży charakteryzują się różnymi właściwościami fizjologicznymi i fermentacyjnymi, a zatem wybranie odpowiedniego szczepu drożdży może mieć bezpośredni wpływ na jakość wina [Pretorius 2000, Dunn i in. 2005]. Drożdże winiarskie nie fermentują laktozy i w przypadku stosowania ich do fermentacji serwatek należy wprowadzić inne źródło węgla, np. sacharozę [Gientka i Klusek 2013].

Celem pracy była ocena możliwości zastosowania do produkcji napojów serwatkowych dwóch preparatów drożdży winiarskich oraz określenie właściwości organoleptycznych i fizykochemicznych otrzymanych napojów.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do produkcji napojów stanowiła serwatka z produkcji twarogu ukwaszonego szczepionką CHN19 [Chr. Hansen, Dania] o składzie: *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis*.

Serwatkę spastyzowano (95°C, 30 min), schłodzono (30°C), przefiltrowano i oznaczono jej skład chemiczny oraz kwasowość. Następnie dosłódzono sacharozą (40 g sacharozy na litr serwatki) i podzielono na 2 grupy. Do pierwszej dodano drożdże SIHA Aktiv 4, (*Saccharomyces bayanus* – szczep CH 158) wyprodukowane przez E. Begerow GmbH & Co [Niemcy], a do drugiej drożdże MYCOFERM CRU 69 (*Saccharomyces cerevisiae* vel. *bayanus*) wyprodukowane przez Ever srl [Włochy]. Doświadczenie wykonano w pięciu niezależnych powtórzeniach w każdej grupie.

Przeprowadzono fermentację w 23°C przez 28 dni, dosładzając co 7 dni sacharozą (40 g sacharozy na litr serwatki) oraz kontrolując raz w tygodniu, przed dosłodzeniem, skład chemiczny, pH, kwasowość ogólną. Po 28 dniach serwatki zlano, filtrowano, dosłodzono do zawartości cukru $12,0 \pm 0,2\%$ oraz dodano esencji mango-maracuja [Biowin, Polska] lub esencji gruszkowej [Biowin, Polska] w ilości 10 ml na 1 litr serwatki. Napoje rozlano do butelek o pojemności 1 litra i dokładnie zakreślono. Przeprowadzono refermentację w temperaturze 25°C przez 4 dni w celu nasycenia CO₂. Następnie napoje schłodzono do temperatury 5°C i tak wychłodzone poddano ocenie.

Oznaczono zawartości alkoholu [Gonchar i in. 2001], kwasowość miareczkową w °SH [Litwińczuk i in. 2011] oraz skład chemiczny analizatorem składu chemicznego mleka Bentley B-150 (Bentley, USA). Kwasowość czynną oznaczono pH-metrem FiveEasy PLUS FP20 (Mettler Toledo, Szwajcaria) wyposażonym w elektrodę LE438 z zintegrowanym czujnikiem temperatury. Do oceny organoleptycznej napojów serwatkowych wykorzystano metody profilowania sensorycznego [PN-ISO 11035:1999, PN-ISO 4121:1998]. Oceniono: wygląd, nasycenie CO₂, barwę, klarowność, smak kwaśny, słodki, obcy, gorycz, drożdżowy, wyczuwalność alkoholu, intensywność aromatu, trwałość aromatu i smaku oraz obecność zapachu obcego. Odpowiednio przeszkolony, 20-osobowy panel konsumencki oceniał zakodowane próbki pod względem intensywności występowania ocenianej cechy. Oceniający podawali swoją ocenę na kartach ze skalą liniową podzieloną na 9 odcinków, z oznaczeniami na obu jej końcach w przypadku oceny konsystencji i barwy: na lewym (1 jednostka): „mało charakterystyczna” i na prawym (9 jednostek) „bardzo charakterystyczna”. W ocenie smaku i zapachu oznaczeniami brzegowymi były „niewyczuwalny” i „bardzo intensywny”. Ocena pożądalności polegała na uszeregowaniu próbek według kolejności od najbardziej pożądanej (1 – najlepsza) do najmniej pożądanej (4 – najgorsza).

Obliczenia statystyczne wykonano z użyciem programu Statistica ver. 12. Przeprowadzono jednoczynnikową i dwuczynnikową analizę wariancji, a istotność między wartościami średnimi weryfikowano testem Tukeya, przy $p < 0,05$.

WYNIKI I DISKUSJA

Stosowane w badaniach przemysłowe rasy drożdży zostały wyselekcjonowane jako przydatne do fermentacji w trudnych warunkach, np. przy niższych temperaturach, większej zawartości cukru oraz do uruchamiania zatrzymanej przedwcześnie fermentacji. W prezentowanych badaniach sprawdzono ich aktywność fermentacyjną w serwatce kwasowej o obniżonej zawartości białka i tłuszczu. Kwasowość początkowa serwatki (dzień fermentacji „0”) wynosiła 31,12 °SH i systematycznie rosły jej wartości w kolejnych dniach w obu nastawach (tab. 1). W serwatce fermentowanej przez SIHA Aktiv 4 kwasowość była istotnie wyższa niż w serwatkach z MYCOFERM CRU69, począwszy od 7. aż do 28. dnia fermentacji. Z kolei pH było istotnie niższe w serwatkach zaszczerpionych SIHA Aktiv 4 od 14. dnia fermentacji.

W badaniach Rajkowskiej i Kunickiej [2005] kwasowość ogólna moszczów fermentowanych przez *S. cerevisiae* i *S. bayanus* różniła się w zależności od zastosowanego szczepu. Spośród oznaczonych kwasów organicznych – jabłkowego, octowego,

Tabela 1. Kwasowość serwatki w czasie fermentacji

Table 1. Acidity of whey during fermentation time

Kwasowość Acidity	Czas fermentacji [dni] Fermentation time [days]	Fermentacja przez drożdże – Fermentation by yeast	
		MYCOFERM CRU 69 (n = 5)	SIHA Aktiv 4 (n = 5)
pH	0	4,35 ^{aC} ±0,04	4,35 ^{aC} ±0,04
	7	4,29 ^{bB} ±0,14	4,18 ^{aB} ±0,01
	14	4,22 ^{aA} ±0,05	4,01 ^{bA} ±0,05
	21	4,21 ^{aA} ±0,02	3,97 ^{bA} ±0,03
	28	4,20 ^{aA} ±0,02	3,95 ^{bA} ±0,06
Kwasowość miareczkowa Total acidity [°SH]	0	31,12 ^{aA} ±0,02	31,13 ^{aA} ±0,02
	7	33,40 ^{aB} ±0,84	33,60 ^{aB} ±0,56
	14	35,80 ^{aC} ±0,28	42,00 ^{bC} ±0,40
	21	36,20 ^{aD} ±0,28	44,80 ^{bD} ±1,13
	28	39,45 ^{aE} ±0,92	46,92 ^{bE} ±0,78

W tabeli przedstawiono wartości średnie ±odchylenia standardowe; ^{a, b, c} – wartości średnie w wierszu oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$); ^{A, B, C, D, E} – wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$).

Table shows mean values ±standard deviations; ^{a, b, c} – mean values in rows denoted by different letters differ statistically significantly at $p < 0,05$; ^{A, B, C, D, E} – mean values in columns denoted by different letters differ statistically significantly at $p < 0,05$.

mlekowego i bursztynowego – największy udział w kwasowości ogólnej miał kwas jabłkowy. W badaniach tych szczepy produkowały również kwas mlekowy w ilości do $0,46 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ oraz kwas octowy do $0,7 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ [Lambrechts i in. 2000]. W związku z tym w badanych serwatkach wzrost kwasowości należy tłumaczyć zwiększającą się ilością kwasów organicznych podczas fermentacji.

Początkowa zawartość białka w serwatkach wynosiła 0,28%. Związki azotowe wykorzystywane są przez drożdże do syntezy substancji strukturalnych i funkcjonalnych, są aktywatorami enzymów komórkowych, wchodzą w skład enzymów i białek [Walker 2000]. Manginot i inni [1999] stwierdzili, że ilość zużytego azotu zależy od liczby komórek drożdży i ich aktywności życiowej.

Zawartość białka w serwatkach podczas fermentacji różniła się w zależności od stosowanego szczepu i była istotnie wyższa w serwatkach fermentowanych przez SIHA Aktiv 4 (tab. 2). Przyrost ilości białka w serwatce z SIHA Aktiv 4 wyniósł 0,12%, a w serwatce ze szczepem MYCOFERM CRU69 wyniósł tylko 0,07% w ciągu 28 dni fermentacji. Wyższa zawartość białka w serwatkach związana była z obecnością białka pochodzenia drożdżowego i przyrostem biomasy komórkowej drożdży.

Również Bonin i Wzorek [2004] podają, że zawartość azotu ogólnego jest najniższa w początkowym okresie fermentacji, po czym obserwuje się jej wzrost np. do $113,0 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ dla drożdży *Saccharomyces bayanus* S.o./1AD

Drożdże SIHA Aktiv 4 lepiej odfermentowały cukier niż MYCOFERM CRU69, wytwarzając wyższą zawartość alkoholu (tab. 3). Stwierdzono statystycznie istotne różnice zawartości etanolu w wytworzonych napojach serwatkowych, co związane było z odmienną dynamiką wykorzystania cukrów przez drożdże podczas fermentacji.

Tabela 2. Skład chemiczny serwatki w czasie fermentacji

Table 2. Chemical composition of whey during fermentation time

Skład chemiczny Chemical composition	Czas fermentacji [dni] Fermentation time [days]	Fermentacja przez drożdże – Fermentation by yeast	
		MYCOFERM CRU 69 (n = 5)	SIHA Activ 4 (n = 5)
Białko – Protein [%]	0	0,28 ^{aA} ±0,02	0,28 ^{aA} ±0,02
	7	0,30 ^{aA} ±0,03	0,31 ^{aB} ±0,01
	14	0,32 ^{aA} ±0,01	0,35 ^{bC} ±0,02
	21	0,33 ^{aA} ±0,00	0,37 ^{bD} ±0,01
	28	0,35 ^{aB} ±0,00	0,40 ^{bE} ±0,02
Tłuszcz – Fat [%]	0	0,13 ^{aA} ±0,03	0,13 ^{aA} ±0,03
	7	0,12 ^{aA} ±0,03	0,12 ^{aA} ±0,03
	14	0,13 ^{aA} ±0,03	0,12 ^{aA} ±0,01
	21	0,13 ^{aA} ±0,03	0,12 ^{aA} ±0,01
	28	0,13 ^{aA} ±0,03	0,13 ^{aA} ±0,02
Cukry – Carbohydrates [%]	0	4,45 ^{aA} ±0,03	4,45 ^{aA} ±0,03
	7	4,85 ^{bB} ±0,02	4,77 ^{bB} ±0,02
	14	6,86 ^{bC} ±0,04	6,65 ^{bC} ±0,03
	21	8,46 ^{bD} ±0,05	8,27 ^{bD} ±0,03
	28	9,87 ^{bE} ±0,04	9,46 ^{bE} ±0,01

W tabeli przedstawiono wartości średnie ±odchylenia standardowe; ^{a, b, c} – wartości średnie w wierszu oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$); ^{A, B, C, D, E} – wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$).

Table shows mean values ±standard deviations; ^{a, b, c} – mean values in rows denoted by different letters differ statistically significantly at $p < 0,05$; ^{A, B, C, D, E} – mean values in columns denoted by different letters differ statistically significantly at $p < 0,05$.

Tabela 3. Skład chemiczny napojów serwatkowych smakowych

Table 3. Chemical composition of whey beverages with flavours addition

Skład chemiczny Chemical composition	MYCOFERM CRU69		SIHA Activ 4	
	mango-marakuja mango & maracuja (n = 5)	gruszkowy pear (n = 5)	mango-marakuja mango & maracuja (n = 5)	gruszkowy pear (n = 5)
Białko – Protein [%]	0,19 ^a ±0,03	0,22 ^a ±0,02	0,23 ^a ±0,01	0,20 ^a ±0,01
Tłuszcz – Fat [%]	0,12 ^a ±0,05	0,13 ^a ±0,04	0,12 ^a ±0,03	0,13 ^a ±0,04
Cukry – Carbohydrates [%]	12,15 ^a ±0,03	12,12 ^a ±0,11	12,17 ^a ±0,11	12,15 ^a ±0,12
Alkohol – Alcohol [%]	7,50 ^a ±0,01	7,52 ^a ±0,01	8,50 ^b ±0,02	8,50 ^b ±0,02

W tabeli przedstawiono wartości średnie ±odchylenia standardowe; ^{a, b, c} – wartości średnie w wierszu oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$).

Table shows mean values ±standard deviations; ^{a, b, c} – mean values in rows denoted by different letters differ statistically significantly at $p < 0,05$.

W badaniach Bonin i Ślusarskiej [2007] w winach fermentowanych przez *Saccharomyces bayanus* uzyskano ok. 9% obj. alkoholu. Natomiast w badanych serwatkach drożdże SIHA Aktiv 4 (*Saccharomyces bayanus* – szczep CH 158) wyprodukowały 8,5% obj. alkoholu. Z kolei Nabais i inni [1988] podają, że drożdże *Saccharomyces bayanus* IST154 wyprodukowały ok. 12% obj. etanolu, po 72 godz. fermentacji podłoża o zawartości $320 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ cukrów, wzbogaconego w 30 mg wapnia.

Nadmierne stężenie serwatki powoduje wzrost ciśnienia osmotycznego w podłożu fermentacyjnym i prowadzi do zahamowania aktywności drożdży [Wzorek 1981]. Lipińska i inni [2011] wykazali, że dodatek serwatki do podłoża melasowego prowadzi do wytworzenia większych ilości wyższych alkoholi określanych jako fuzle. Związane jest to ze zwiększoną zawartością białka (aminokwasów) w serwatce. Powstawanie alkoholi wyższych ma miejsce podczas metabolizmu drożdży, które odszczepiają z aminokwasów amoniak w celu syntezy własnego białka, a pozostałe reszty w postaci wyższych alkoholi są wydzielane z komórki, np. izobutanol tworzy się z alaniny, 3-metylobutanol z leucyny, 2-metylobutanol z izoleucyny [Kłosowski i in. 2003, Dragone i in. 2009]. Należy jednak dodać, że w badaniach Lipińskiej i innych [2011] zastosowano *Saccharomyces cerevisiae* i *Kluyveromyces fragilis*, wykorzystując jako źródło węgla również laktozę z serwatki oraz podłoża melasowe z dodatkiem serwatki. W przeprowadzonych fermentacjach serwatek kwasowych głównym źródłem węgla była dawkowana co 7 dni sacharoza i nie stosowano drożdży fermentujących laktozę.

Napoje serwatkowe po fermentacji nadal posiadały posmak serwatkowy, nieakceptowalny przez konsumentów. Wśród polecanych przez literaturę dodatków wyróżnia się: cytrynowy, pomarańczowy, mango, kakao, zielona herbata, a nawet kmin rzymski [Djuric i in. 2004, Sakhale i in. 2012 i Landge i in. 2013]. W tych badaniach postanowiono wykorzystać mango-maracuja jako jeden ze smaków polecanych przez literaturę, a drugi wybrano z europejskiej strefy klimatycznej, tj. gruszkowy.

Parametry chemiczne uzyskanych napojów serwatkowych wskazują na zbliżoną zawartość białka, tłuszczu i cukrów (tab. 3). Normalizacja tych parametrów jest zabiegiem niezbędnym w produkcji przemysłowej, gdyż producent jest zobligowany do podania składu na etykiecie napoju. Wnikliwa ocena wyróżników jakości organoleptycznej i preferencji wskazuje, że napoje fermentowane przez drożdże SIHA Aktiv 4 były bardziej akceptowane przez oceniających (tab. 4).

Napój fermentowany przez SIHA Aktiv 4 o smaku mango-maracuja był najbardziej preferowany przez oceniających i charakteryzował się charakterystyczną barwą, dobrą klarownością, silnym nasyceniem CO_2 oraz intensywnym aromatem ze słabym posmakiem obcym. Napój gruszkowy SIHA Aktiv 4 oceniający preferowali w drugiej kolejności, doceniając jego aromat i dobre nasycenie CO_2 . W napojach fermentowanych przez MYCOFERM CRU69 stwierdzono intensywniejszą gorycz i smak drożdżowy oraz intensywniejszy zapach obcy niż w napojach SIHA Aktiv 4. To właśnie te składowe jakości przyczyniły się do niższej akceptowalności napojów smakowych fermentowanych przez ten szczep.

Na cechy organoleptyczne napojów serwatkowych wpływ miały najprawdopodobniej produkty uboczne fermentacji, których ilość zależała od szczepu drożdży. Do nich zalicza się: aldehydy, estry, kwasy organiczne i alkohole wyższe. Na jakość wina silny wpływ wywiera kwas octowy, którego optymalna zawartość w winie powinna wynosić między

Tabela 4. Właściwości organoleptyczne smakowych napojów serwatkowych naturalnie nasyconych CO₂

Table 4. Organoleptic characteristics of properties of naturally carbonated whey beverages

Cecha Attributes	MYCOFERM CRU 69 (n = 20)		SIHA Aktiv 4	
	mango-marakuja mango & maracuja (n = 20)	gruszkowy pear (n = 20)	mango-marakuja mango & maracuja (n = 20)	gruszkowy pear (n = 20)
Preferencje – Preferences	2,00 ^c ± 0,85	1,75 ^b ± 0,96	1,30 ^a ± 0,48	1,69 ^b ± 0,48
Wygląd – Appearance	5,91 ^b ± 0,99	5,83 ^b ± 1,69	7,15 ^c ± 1,14	5,30 ^a ± 1,49
Nasylenie CO ₂ Carbonation CO ₂	4,83 ^a ± 1,33	4,00 ^a ± 1,65	6,30 ^b ± 1,11	5,38 ^a ± 1,12
Barwa – Colour	5,50 ^a ± 1,78	4,91 ^a ± 2,23	7,15 ^b ± 1,21	6,23 ^a ± 1,42
Klarowność – Clarity	4,28 ^a ± 2,15	5,00 ^a ± 1,95	4,76 ^a ± 2,58	4,69 ^a ± 1,93
Smak kwaśny – Sour taste	4,91 ^a ± 1,80	4,25 ^a ± 2,26	4,38 ^a ± 1,80	3,76 ^a ± 1,42
Smak słodki – Sweet taste	3,60 ^a ± 1,88	4,12 ^a ± 1,97	3,60 ^a ± 1,75	4,16 ^a ± 1,42
Smak obcy – Off-flavours	3,83 ^a ± 1,85	3,41 ^a ± 2,67	2,46 ^a ± 1,12	2,46 ^a ± 1,39
Gorycz – Bitterness	4,11 ^b ± 2,23	3,75 ^a ± 2,26	2,84 ^a ± 1,51	3,38 ^a ± 2,36
Smak drożdżowy Yeasty taste	4,50 ^a ± 1,88	3,66 ^a ± 2,14	2,92 ^a ± 1,32	3,38 ^a ± 1,60
Wyczuwalność alkoholu Alcohol taste	3,83 ^a ± 1,64	4,25 ^a ± 1,60	5,38 ^b ± 1,85	4,61 ^{ab} ± 1,38
Intensywność aromatu Intensity of aroma	4,75 ^a ± 1,42	4,66 ^a ± 1,87	5,23 ^a ± 1,92	5,00 ^a ± 1,68
Trwałość aromatu i smaku Fastness of aroma and taste	4,75 ^a ± 1,42	4,66 ^a ± 1,37	5,76 ^a ± 1,30	5,46 ^a ± 0,87
Zapach obcy Off-flavours smell	4,16 ^b ± 2,62	3,25 ^{ab} ± 1,76	1,76 ^a ± 1,36	1,92 ^a ± 1,75

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe; ^{a, b, c} – wartości średnie w wierszu oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$).

Table shows mean values ± standard deviations; ^{a, b, c} – mean values in rows denoted by different letters differ statistically significantly at $p < 0.05$.

0,2 a 0,7 g·dm⁻³ [Lambrechts i in. 2000]. Dodatkowo na sensoryczną jakość wina wpływa glicerol, który już w stężeniu 5,2 g·dm⁻³ nadaje winu wrażenie lekkiej słodczy [Romano i in. 2003]. Szczególnie duże różnice w składzie produktów ubocznych stwierdzono w napojach winopodobnych produkowanych z wykorzystaniem drożdży immobilizowanych na owocach: jabłka, gruszki, pigwa [Bonin 2006]. W badaniach Djurić i innych [2004] napój serwatkowy brzoskwiniowy zawierający 6% suchej masy oraz o pH 3,6 okazał się najlepszy. Ponadto autorzy wykazali, że jakość sensoryczna napojów z pomarańczą i gruszką zależała głównie od zawartości sacharozy, a jakość napojów z brzoskwinia i jabłkiem od ilości suchej masy owoców. Landge i inni [2013], prowadząc badania nad wpływem ilości dodanego cukru (10%, 12%, 14%) na jakość i trwałość napojów serwatkowych smakowych stwierdzili, że napój serwatkowy z dodatkiem cukru (14%) i kminu Jeera był najbardziej akceptowalny.

WNIOSKI

1. Serwatka kwasowa może być stosowana do produkcji napojów musujących fermentowanych przez drożdże winiarskie.
2. Drożdże SIHA Activ 4 w porównaniu do MYCOFERM CRU69 lepiej odfermentowały cukry, produkując większą ilość alkoholu i CO₂ w napojach serwatkowych.
3. Napoje fermentowane przez SIHA Activ 4 były bardziej preferowane przez oceniających, charakteryzowały się dobrą klarownością, silnym nasyceniem CO₂ oraz bardzo słabym posmakiem obcym.

LITERATURA

- Bonin S., 2006. Zastosowanie mikroorganizmów immobilizowanych w winiarstwie. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 3(48), 5–15.
- Bonin S., Ślusarska M., 2007. Wpływ dodatku soli magnezu i wapnia do wysokocukrowych nastawów na proces fermentacji winiarskiej i przyrost biomasy drożdży. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 4(53), 109–119.
- Bonin S., Wzorek W., 2004. Porównanie ciągłych fermentacji winiarskich prowadzonych z użyciem dwóch szczepów drożdży immobilizowanych na szkle piankowym. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 3(2), 83–93.
- Djurić M., Carić M., Milanović S., Tekić M., Panić M., 2004. Development of whey-based beverages European Food Research and Technology 219, 4, 321–328.
- Dragone G., Mussatto S.I., Oliveira J.M., Teixeira J.A., 2009. Characterisation of volatile compounds in an alcoholic beverage produced by whey fermentation, *Food Chemistry* 112, 929–935.
- Dunn B, Levine RP, Sherlock G., 2005. Microarray karyotyping of commercial wine yeast strains reveals shared, as well as unique, genomic signatures. *BMC Genomics* 6(1), 53–60.
- Gientka I., Klusek E., 2013. Kefir jako źródło drożdży tolerujących duże stężenia etanolu. *ZPPNR* 575, 43–51.
- Gonchar M.V., Maidan M.M., Pavlishko H.M., Sibirny A.A., 2001. A new oxidase-peroxidase kit for ethanol assays in alcoholic beverages. *Food Technol. Biotechnol.* 39(1), 37–42.
- Guimarães P.M.R., Teixeira J.A., Domingues L., 2010. Fermentation of lactose to bio-ethanol by yeasts as part of integrated solutions for the valorisation of cheese whey. *Biotechnology Advances* 28, 375–384.
- Kłosowski G., Czupryński B., Kotarska K., Wolska M., 2003. Charakterystyka zanieczyszczeń chemicznych obniżających jakość spirytusu surowego. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny* 47(9), 37–38.
- Kossevaa M.R., Panesarb P.S., Kaurb G., Kennedyc J.F., 2009. Use of immobilised biocatalysts in the processing of cheese whey. *International Journal of Biological Macromolecules* 45, 437–447.
- Kusewicz D., Rokiciński E., Nowak A., 2004. Drożdże winiarskie Aktywność wzrostowa i fermentacyjna kriotolerancyjnych drożdży winiarskich. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny* 48(1), 20–22.
- Lambrechts M.G., Pretorius I.S., 2000. Yeast and its importance to wine aroma – a review. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 21, 97–128.
- Landge S.N., Gaikwad S.M., 2013. Studies on preparation and sensory evaluation of whey beverage *International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences* 3(3), 27–29.

- Lipińska E., Bonin S., Leoniuk R., Hać-Szymańczuk E., 2011. Wpływ składu podłoża fermentacyjnego i zastosowanych szczepów drożdży na przebieg fermentacji alkoholowej oraz jakość spirytusu surowego. *Bromat. Chem. Toksykol.* 3, 964–969.
- Litwińczuk A., Litwińczuk Z., Barłowska J., Florek M., Król J., Grodzicki T., Kędzierska-Matyssek M., Skalecki P., 2011. Metody oceny towaroznawczej surowców i produktów zwierzęcych. Wyd. UP w Lublinie.
- Manginot C., Sablayrolles J.M., Roustan J.L., Barre P., 1997. Use of constant rate alcoholic fermentations to compare the effectiveness of different nitrogen sources added during the stationary phase. *Enzyme Microb. Technol.* 20, 373–380.
- Nabais R.C., Sa-Correia I., Viegas C.A., Novais J.M., 1988. Influence of calcium ion on ethanol tolerance of *Saccharomyces bayanus* and alcoholic fermentation by yeasts. *Appl. Environ. Microbiol.* 54(10), 2439–2446.
- PN-ISO 11035:1999. Identyfikacja i wybór deskryptorów do ustalania profilu sensorycznego z użyciem metod wielowymiarowych.
- PN-ISO 4121:1998. Analiza sensoryczna. Metodologia. Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania.
- Pretorius I., 2000. Tailoring wine yeast for the new millennium: novel approaches to the ancient art of winemaking. *Yeast* 15, 675–679.
- Rajkowska K., Kunicka A., 2005. Analiza profili fermentacyjnych i cech genotypowych mezofilnych szczepów drożdży winiarskich. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2(43) Supl., 164–173.
- Romano P., Caruso M., Capece A., Lipani G., Paraggio M., Fiore C., 2003. Metabolic diversity of *Saccharomyces cerevisiae* strains from spontaneously fermented grape must. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 19, 311–315.
- Sakhale B.K., Pawar V.N., Ranveer R.C., 2012. Studies on the Development and Storage of Whey based RTS Beverage from Mango cv. *Kesar*. *J Food Process Technol.* 3, 148. doi: 10.4172/2157-7110.1000148.
- Siemianowski K., 2014. Przydatność serwatki do otrzymywania napojów owocowych. *Aura* 1, 17–19.
- Walker G.M., 2000. *Yeast Physiology and Biotechnology*. John Wiley Chichester, England.
- Wesołowska-Trojanowska M., Targoński Z., 2014. Wykorzystanie serwatki w procesach biotechnologicznych. *Nauki Inżynierskie i Technologiczne* 1(12), 102–116.
- Wzorek W., 1981. Badania nad fermentacyjnym wykorzystaniem koncentratu serwatki w technologii winiarskiej. *Rozprawy Naukowe i Monografie*, Wyd. SGGW, Warszawa.

USING WINE YEAST IN PRODUCTION OF NATURALLY CARBONATED WHEY BEVERAGES

Summary. In the last years, there has been an increasing interest in the production of whey-based beverages in Western Europe was observed. However, in Poland, they are still little known and only now are being gradually introduced to a wider range of consumers. Alcoholic fermentation of lactose is an excellent example of the use of deproteinized whey that is used for food purposes. The aim of the study was the evaluation of the possibility of using two formulations of wine yeast for whey beverages production and to determine the physicochemical and organoleptic *characteristics* of the beverages obtained. The acid whey was pasteurized, chilled down to 30°C, filtered and submitted to analysis of the chemical composition and total acidity. Next, whey was sweetened with saccharose and divided into

2 (experimental) group: group I with SIHA Aktiv yeast 4 addition and group II with MYCOFERM CRU 69 yeast addition. Alcoholic fermentation was performed in at 23°C for 28 days with the addition of saccharose every 7 days. After 28 days whey was filtered and sweetened to obtained a sugar content $12.0 \pm 0.2\%$. Beverages were poured into the bottle and secondary fermentation was performed. After fermentation the analysis of chemical composition, alcohol content, total acidity and organoleptic characteristics were performed. The acid whey can be suitable for use in the production of sparkling whey beverages with wine yeast. The protein content in whey during fermentation differed and depended on the strains of yeast used. Whey protein level was significantly higher in whey fermented by SIHA Aktiv 4. The total protein concentration during 28 days of fermentation increased in the sample fermented by SIHA Aktiv 4 to 0,12% and in the sample with strains of MYCOFERM CRU69 to 0,07%. Moreover, a significant increase of acidity in both types of whey beverages during the fermentation time was observed. Using of SIHA Aktiv 4 yeast showed better sugar attenuation, producing a higher level of alcohol and carbonation in beverages than MYCOFERM CRU69 yeast. The whey beverages fermented by Yeast SIHA Aktiv 4 (*Saccharomyces bayanus* – strain CH 158) indicated the higher content of alcohol (8.5%) compared to beverages fermented by MYCOFERM CRU69 (*Saccharomyces cerevisiae* vel. *bayanus*) 7.50%. In addition, samples fermented by SIHA Aktiv 4 yeast were preferred by most of testers and marked by good clarity, strong carbonated and off-flavours. Whey-based beverages fermented by MYCOFERM CRU69 indicated bitter, yeast taste and off-flavours more intense compared to beverages fermented by SIHA Aktiv 4 yeast.

Key words: *Saccharomyces cerevisiae* vel. *bayanus*, *Saccharomyces bayanus* CH 158, acid whey, whey beverages