



# SPRAWOZDANIE

z zadania pt.

## **„Prowadzenie badań nad nowymi recepturami piw ( piwo bezalkoholowe)”**

Umowa w ramach realizacji projektu:

**Wdrożenie programu badawczego laboratorium Maryendsztadt”.**

Jednostka realizująca:

**Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. Prof. Wacława  
Dąbrowskiego – Państwowy Instytut Badawczy**

**ul. Rakowiecka 36, 02-532 Warszawa**

Warszawa, grudzień 2021

## Wstęp

Rosnąca produkcja piw bezalkoholowych odzwierciedla światowy trend w kierunku zdrowego stylu życia. Na wzrost spożycia piwa bezalkoholowego mają też wpływ restrykcyjne przepisy ruchu drogowego zabraniające jazdy pod wpływem alkoholu. Po piwa bezalkoholowe sięgają więc kierowcy, ale też ludzie poszukujący nowych smaków, preferujący aktywny styl życia, dbający o zdrowie (kobiety w ciąży, osoby z chorobami układu krążenia czy wątroby). Znaczny spadek spożycia słodzonych napojów gazowanych i popyt na zdrowsze alternatywy napojów alkoholowych zwiększają ludzie młodzi oraz osoby niepijące. Piwo bez alkoholu nie uzależnia, zachowuje wszystkie składniki odżywcze i bioaktywne pochodzące z piwa, jest niskokaloryczne i może wykazywać cechy napoju izotonicznego.

Według danych firmy Nielsen IQ za rok 2020 wynika, że mimo pandemii, piwa bezalkoholowe odnotowały wzrost popularności kolejny już rok z rzędu. W minionym roku w Polsce, kategoria piwnych „zerówek” stanowiła 5,7% rynku piwa i w porównaniu z ub. rokiem wzrosła o 1%. Wśród piw 0,0% najchętniej kupowane były warianty smakowe (wzrost o 34%) i bezalkoholowe lagery (wzrost o 13%).

Efektom rosnącego zainteresowania polskich konsumentów jest rozszerzenie oferty piw bezalkoholowych przez wszystkich głównych graczy na krajowym rynku, ale również przez wiele browarów lokalnych i rzemieślniczych.

Potencjał piwa bezalkoholowego nie ogranicza się jedynie do rynku krajowego. Wzrost popytu notowany jest również w innych krajach Unii Europejskiej oraz poza UE. Dla przedsiębiorstw, które są obecne w kanale eksportowym jest to szansa na zwiększenie sprzedaży lub na jej dywersyfikację. Co ważne, sprzedaż zagraniczna piw bezalkoholowych z Polski, jak również handel wewnętrzny UE tym asortymentem oraz eksport poza UE charakteryzują się wysokimi – dwucyfrowymi – dynamikami wzrostu. Jak wynika z danych Eurostat, w ciągu ostatnich czterech lat, wartość eksportu z Polski zwiększyła się o prawie 200%, co przełożyło się na osiągnięcie średniorocznej stopy wzrostu na poziomie 44%. Były to jedne z najwyższych dynamik odnotowanych wśród dziesięciu największych eksporterów piw bezalkoholowych w UE. W tym samym okresie handel wewnętrzny w Unii zwiększył się o 50%, co daje średnio ok. 15% wzrostu rocznie, a eksport z UE wzrósł o 70%.

Obszerne poglądy na temat produkowanych w Europie piw bezalkoholowych prezentował przed laty Piendl na łamach „Brauwelt”. Obejmowały one dziesiątki firm zachodnioeuropejskich i szereg nazw produkowanych przez nie wyrobów. Dla przykładu bezalkoholowe piwa austriackie, belgijskie i duńskie wykazywały zawartość alkoholu od 0,02 do 0,5%, najczęściej jednak pomiędzy 0,3-0,5% , podczas gdy ekstrakt brzożki podstawowej wahał się w granicach od 3,1 do 10,5% przy wartości goryczkowej od 11 do 27 jednostek BU, czyli średnio ok.20. Natomiast piwa bezalkoholowe holenderskie z reguły nie przekraczały 0,1% zawartości alkoholu, przy podobnych jak poprzednie pozostałych parametrach jakości.

### Metody produkcji piwa bezalkoholowego

Piwo bezalkoholowe, a dokładniej piwo o obniżonej zawartości alkoholu, to napój produkowany na bazie piwa, w którym wskutek procesów technologicznych zmniejszono zawartość etanolu do akceptowalnych przez konsumenta granic.

Prawodawstwo poszczególnych krajów nie jest jednolite w sprawie zawartości alkoholu w piwach bezalkoholowych. Nawet w krajach Unii Europejskiej rozpiętość zakresu piw bezalkoholowych jest całkiem spora. Przykładowo, w Polsce piwo bezalkoholowe nie może mieć więcej niż 0,5% obj. alkoholu. Takie same kryteria obowiązują w Niemczech, Czechach czy Wielkiej Brytanii. Natomiast w Norwegii dopuszczalna wartość to 0,7%, za to w Hiszpanii wspomniana wartość wynosi już 1%, najwięcej zaś piwa bezalkoholowe mogą mieć we Francji, bo aż 1,2% obj. alkoholu.

Piwo to nie tylko alkohol. Znajduje się w nim też szereg substancji wykazujących działanie prozdrowotne (np. polifenole). Dodatkowo w piwie zawarte są witaminy z grupy B, w przypadku których napój ten pokrywa znaczną część dziennego zapotrzebowania na te związki. Przykładowo, litr piwa zapewnia ok. 50% dziennego zapotrzebowania na niacynę, czyli witaminę B3. Duża część ze składników piwa decydujących o jego właściwościach organoleptycznych i prozdrowotnych pochodzi z chmielu oraz powstaje w wyniku metabolizmu drożdży. Największym wyzwaniem podczas produkcji piw bezalkoholowych jest pozbawienie napoju alkoholu bez utraty związków odpowiedzialnych za charakterystyczne cechy organoleptyczne piwa.

Ten cel można osiągnąć na dwa sposoby. Pierwszym sposobem są metody biologiczne, czyli ingerencje w biochemię procesu produkcji piwa mające na celu wyprodukowanie napoju o zawartości alkoholu akceptowalnej przez prawodawcę.

Drugim podejściem do omawianego problemu są metody fizyczne polegające na usunięciu etanolu z gotowego produktu.

### Biologiczne metody produkcji piw bezalkoholowych

Najprostszym sposobem zmniejszenia ilości alkoholu w piwie jest zmiana sposobu zacierania. Podczas tego procesu enzymy zawarte w słodzie rozkładają skrobię do prostszych cukrów fermentowanych przez drożdże takich, jak maltoza. Standardowo proces przeprowadza się dokonując zmian temperatury zacieru, aby zapewnić odpowiednie warunki dla pracy poszczególnych enzymów amylolitycznych. Przykładowo dla beta amylaz optymalna temperatura wynosi 62–65°C, zaś dla alfa amylaz 70–75°C. Niemniej proces można prowadzić w warunkach nieoptymalnych dla wymienionych enzymów, co skutkuje gorszym scukrzeniem skrobi, a co za tym idzie mniejszą zawartością cukrów fermentowalnych. Jedną z metod obniżania poziomu alkoholu jest zacieranie w wysokiej temperaturze 75–80°C. Wtedy beta amylazy ulegają dezaktywacji, zaś alfa amylazy nadal wykazują część swojej aktywności. Dzięki takiemu zabiegowi ilość cukrów fermentowalnych przez drożdże spada do około 25% w porównaniu do tradycyjnego zacierania. Drugie podejście do zmniejszenia ilości cukru w brzeczce wynika także z obniżenia aktywności enzymatycznej, ale z kolei poprzez obniżenie temperatury poniżej 60°C. Niższa aktywność enzymów skutkuje niewielką zawartością fermentowalnych cukrów w brzeczce. W literaturze angielskiej proces ten można spotkać pod nazwą cold water Malt extraction.

Kolejną metodą polegającą na zmianach w procesie zacierania jest ponowne zacieranie wysłodzin nierzadko poprzedzone kwaśną hydrolizą w celu uwolnienia pozostałych cukrów, głównie niefermentowalnych pentoz [8, 9].

Niestety powyższe metody skutkują powstaniem piwa o brzeczkowym posmaku i ciężko jest uzyskać produkt porównywalny z tradycyjnymi piwami pod względem smaku. Użycie ciemnych i palonych sładów częściowo niweluje niedoskonałości piwa powstałego przez zmianę w procesie zacierania. W przypadku zacierania w niskiej temperaturze lub zacierania wysłodzin mogą wystąpić też problemy z barwą uzyskanego piwa, które będzie jaśniejsze od swoich tradycyjnych odpowiedników.

Zatrzymana fermentacja to prosta, obecnie najczęściej wykorzystywana metoda produkcji piwa bezalkoholowego. Idea tego procesu polega na tym, żeby zatrzymać proces fermentacji alkoholowej zanim drożdże piwowarskie zaczną produkować etanol.

Ograniczony stopień odfermentowania ekstraktu brzeczki można osiągnąć przez kombinację temperatury (15–20°C) z krótkim czasem kontaktu brzeczki z drożdżami (0,5–8 h) lub przez przedłużenie fermentacji do 24 h w niskiej temperaturze (0–5°C). Zapewnia się wtedy wysokie stężenie komórek drożdży (powyżej 10<sup>8</sup> komórek na 1 ml brzeczki) dokładnie kontrolując fermentację, aby zapobiec powstaniu zbyt dużej ilości etanolu. W powyższych

sposobach produkcji piwa wykorzystuje się drożdże *Saccharomyces cerevisiae*. Niestety często przy zastosowaniu tego sposobu otrzymania piwa, nie zdążą się wytworzyć także inne składniki oraz zająć przemiany składające się na charakterystyczny smak i zapach. W celu uniknięcia występowania tego efektu w piwie bezalkoholowym stosuje się przy tej metodzie różne zabiegi, wśród których najważniejsze to:

- niski ekstrakt brzeczki podstawowej, zwykle 5 do 7%,
- dodawanie do zasypu 8 do 15% jasnego słodu karmelowego,
- długie gotowanie brzeczki dla usunięcia substancji lotnych,
- użycie drożdży obficie wytwarzających uboczne produkty fermentacji
- obniżenie pH piwa, np. przez zakwaszenie brzeczki.

Prowadzone są również prace nad modyfikacją genetyczną drożdży, które nie produkowałyby alkoholu nawet w wyższej temperaturze.

Z pośród metod stosowanych do zahamowania fermentacji alkoholowej na wyróżnienie zasługują:

- a)użycie specjalnej rasy drożdży o bardzo słabej zdolności fermentacyjnej;
- b)metoda „zimnego kontaktu z drożdżami”, polegająca na dokładnym zmieszaniu brzeczki z drożdżami w temperaturze  $-2^{\circ}\text{C}$ . W tych warunkach drożdże nie produkują wcale alkoholu, przejawiają jednak pewną działalność życiową, która wystarcza do wytworzenia pewnych elementów smaku piwa, osłabieniu zapachu brzeczki i zredukowania związków karbonylowych, głównych nośników brzeczkowego smaku;
- c)przerwanie fermentacji po osiągnięciu zawartości 0,5% alkoholu co następuje przez:
  - odwirowanie drożdży,
  - przefiltrowanie młodego piwa,
  - błyskawiczną pasteryzacją.

Po przerwaniu fermentacji piwo musi następnie leżakować w temperaturze  $0-1^{\circ}\text{C}$ , dla pozbycia się smaku „siarkowego”, w ciągu co najmniej 10 dni. Następnie jest filtrowane, stabilizowane, karbonizowane i utrwalone przez pasteryzację.

#### Zastosowanie nowych szczepów drożdży

Nowym sposobem wytwarzania piwa bezalkoholowego, dotychczas niestosowanym, może być zastąpienie drożdży piwowskich drożdżami, które nie fermentują maltozy i maltotriozy, które w brzeczce piwowskiej w ogólnej puli węglowodanów stanowią ponad 70%. Do drożdży, które charakteryzują się brakiem zdolności metabolizowania maltozy i maltotriozy zalicza się niektóre szczepy *Kluyveromyces*. Wyizolowano je z produktów mleczarskich m. in. z jogurtu i masła. Cukry proste, a także sacharozę i laktozę fermentują do alkoholu etylowego i dwutlenku węgla, wytwarzają przy tym szereg produktów ubocznych istotnych dla aromatu i smaku piwa. Drożdże *Kluyveromyces* z uwagi na to, że nie asymilują maltozy i maltotriozy w brzeczce słodowej mają do dyspozycji znacznie mniej substratu, a w określonych warunkach fermentacji szybko asymilują dostępne dla nich cukry. Podczas tego procesu podobnie jak szczepy piwowskie wytwarzają one uboczne produkty fermentacji istotne dla aromatu i smaku piwa.

#### Usuwanie etanolu ze standardowego piwa

W piwie obecne są związki lotne o podobnych do alkoholu właściwościach, które nawet w śladowych ilościach dopełniają bukiet piwa. Dlatego usuwanie alkoholu z gotowego produktu stanowi spore wyzwanie, gdyż trzeba zrobić bez usuwania pozostałych związków odpowiedzialnych za profil aromatyczny piwa. Warunki procesu trzeba też tak dobrać, aby nie doszło do rozkładu związków odpowiedzialnych za smak gotowego produktu. Pomimo

tę, przy dobrej technologii można uzyskać piwo bezalkoholowe o cechach organoleptycznych niemalże identycznych z alkoholowym odpowiednikiem.

### Odwrócona osmoza

Przy usuwaniu alkoholu tą metodą piwo jest przepompowywane porcjami lub w sposób ciągły przez moduły rozdzielające. Woda i alkohol pod ciśnieniem 40 bar przenikają przez membranę przeciwko ciśnieniu osmotycznemu. Wszystkie większe cząsteczki, w tym substancje smakowe i aromatyczne pozostają w piwie. Objętość piwa trzeba ciągle uzupełniać odsoloną i odgazowaną wodą. W ten sposób stale zmniejsza się w nim zawartość alkoholu. Praca pompy wytwarza ciepło, więc cały układ trzeba chłodzić, żeby temperatura piwa nie przekroczyła 15<sup>0</sup>C. Jego przepływ jest styczny do membrany, której powierzchnia jest dzięki temu splukiwana i czysta. Nazywa się to filtracją krzyżową lub po angielsku „cross-flow-filtration”. Stosowane membrany powinny wykazywać wysoką przepuszczalność dla etanolu i wody, jednocześnie będąc nieprzepuszczalne dla reszty związków decydujących o cechach organoleptycznych piwa. Jak pokazały badania w procesie odwróconej osmozy z piwa usuwany jest etanol, woda oraz niektóre niekorzystne związki chemiczne takie, jak siarczek dimetylu, niestety usunięciu ulegają również niektóre estry i wyższe alkohole. Po zakończonym procesie do retentatu trzeba dodać wodę, aby uzupełnić straty wynikające z mechanizmu odwróconej osmozy. Jedną z interesujących metod jest wykorzystanie do tego celu permeatu po odparowaniu etanolu. Wskutek tego zabiegu do retentatu wraca nie tylko woda, ale również część związków, które zostały usunięte w toku trwania procesu. Niestety obecnie proces odwróconej osmozy jest kosztowny i najprawdopodobniej w najbliższym czasie nie będzie stosowany na skalę przemysłową.

Perwaporacja jest to technika, które wiąże ze sobą trzy mechanizmy separacji: adsorpcji separowanego składnika na membranie, jego dyfuzję przez materiał membrany oraz desorpcję po drugiej stronie membrany. Ostatni etap wiąże się z pracą pod obniżonym ciśnieniem, a tym samym odbiorem permeatu w formie gazowej. Zdolność danego składnika (w tym przypadku etanolu) do przechodzenia przez membranę perwaporacyjną jest ściśle związana z jego ciśnieniem cząstkowym oraz selektywnością membrany. Z racji faktu, że jest to proces wykorzystujący właściwości lotne separowanych składników, poza samym alkoholem do permeatu mogą przechodzić inne związki odpowiadające za bukiet piwa. Badania prowadzone do tej pory nie były satysfakcjonujące, co wynikało przede wszystkim z faktu braku odpowiedniej selektywności membrany. W przypadku gdy stężenie alkoholu zostaje zredukowane o ponad połowę (z 5% do 2,6%) niemal 88% wyższych alkoholi oraz estrów znajduje się wraz z alkoholem w permeacie, a dalsza redukcja stężenia alkoholu (do 0,6%) powoduje, że w piwie zostaje jedynie 3,4% wszystkich wspomnianych aromatów.

### Metody destylacyjne

We wszystkich tych metodach znajduje zastosowanie destylacja pod obniżonym ciśnieniem, tzn. destylacja próżniowa. Etanol, jako związek lotny, może być usunięty na drodze odparowania. Proces ten prowadzony jest w wyparkach z tzw. spadającym filmem lub kolumnach z wirującymi elementami. Im wyższa temperatura, tym większy stopień redukcji alkoholu, ale jednocześnie większa strata cennych związków aromatycznych, np. przy redukcji zawartości etanolu z poziomu 5,0% do 0,5% v/v stężenie wyższych alifatycznych alkoholi stanowi jedynie 6% w stosunku do początkowej ilości, natomiast związki ogólnie niekorzystnie wpływające na smak produktu takie, jak: siarczek dimetylu czy diacetyl po procesie są praktycznie nieobecne w piwie. Podobne efekty zaobserwowano dla kolumn z wirującymi elementami, które działają na bardzo podobnej zasadzie jak wyparki ze spadającym filmem.

Bardziej kontrolowane odparowanie piwa, prowadzące do pewnego rodzaju rozfrakcjonowania alkoholu i aromatów ma miejsce na kolumnach rektyfikacyjnych. Niewątpliwą zaletą tego procesu jest możliwość odebrania jedynie frakcji alkoholowej oraz frakcji zawierającej tylko pewną grupę składników. Dzięki rozfrakcjonowaniu destylatu można zawrócić związki aromatyczne z powrotem do piwa bezalkoholowego, przez co jego aromat jest bogatszy niż przy zastosowaniu innych metod. Cały proces można znacznie usprawnić stosując obniżone ciśnienie lub próżnię w celu obniżenia temperatury wrzenia etanolu, a co za tym idzie temperatury procesu. Dzięki temu można usunąć etanol w temperaturze ok. 40°C. Rektyfikacja próżniowa, w przeciwieństwie do metod membranowych pozwala bez trudu osiągnąć produkt o zawartości etanolu 0,0%. Tego typu rozwiązania z powodzeniem są obecnie stosowane w przemyśle napojów bezalkoholowych.

Obserwując obecne trendy w rozwoju piw niskoalkoholowych oraz bezalkoholowych można się spodziewać, że coraz większa ilość browarów zacznie włączać tego typu produkty do swojej oferty. Najtańszym sposobem jest użycie metod biologicznych, które polegają na niedopuszczeniu do produkcji etanolu w procesie fermentacji. Niemniej tego typu metody znacznie ograniczają wybór dostępnych stylów piwa. Jeżeli dąży się do konkurencyjności na rynku piw bezalkoholowych to trzeba dokonać inwestycji w linię do dealkoholizacji piwa. Mimo znacznych kosztów inwestycyjnych tego typu instalacje pozwalają usuwać alkohol z każdego rodzaju piwa, natomiast teraz jest najlepszy czas aby zaistnieć na rynku piw bezalkoholowych i wyrobić sobie renomę, która będzie procentowała w najbliższych latach.

### **Cel i zakres pracy**

Celem był znalezienie szczepu/szczepów drożdży o właściwościach umożliwiających ich zastosowanie do produkcji piwa bezalkoholowego o zawartości alkoholu poniżej 0,5% obj. i jak najlepszych/najciekawszych cechach sensorycznych.

Zakres badań obejmował wybór kilku szczepów drożdży pochodzących z kolekcji kultur IBPRS lub pozyskanych ze źródeł komercyjnych o słabych właściwościach fermentacyjnych, namnożenie ich i przeprowadzenie prób fermentacji w skali laboratoryjnej.

Otrzymane piwa zostały poddane kompleksowej ocenie w zakresie: parametrów fizykochemicznych (w tym: zawartość alkoholu, barwa, pH, goryczka, profil związków lotnych) i cech sensorycznych.

### **Metodyka badań**

Przygotowanie brzeczek (zacieranie, gotowanie z chmielem), nastaw, fermentację i leżakowanie piw prowadzono w skali laboratoryjnej w laboratorium Pracowni Piwa i Słodu. Fermentowano brzeczki o ekstrakcie około 7 stopni Plato.

Do zaszczepienia brzeczek nastawnych wykorzystano 3 szczepy pochodzące z kolekcji kultur IBPRS:

- KKP 3608 *Kluyveromyces marxianus*
- KKP 2011 *Kluyveromyces fragilis*
- KKP 2010p *Kluyveromyces bulgaricus*

i 1 pozyskany ze źródeł komercyjnych (często stosowany w przemyśle):

- SAFBREW LA-01(*Saccharomyces cerevisiae* var. *chevalieri*)

Wszystkie te szczepy, wg opisu, nie mają uzdolnień do fermentacji dwucukrów (maltozy i sacharozy) ani też maltoriozy, stanowiących większość dostępnej puli w brzeczce słodowej, a fermentują tylko glukozę i fruktozę.

Namnażanie szczepów (przygotowanie gęstwy drożdżowej do zaszczepienia brzeczki nastawnych) wykonano w laboratorium Zakładu Mikrobiologii IBPRS-PIB.

Stosowano dawkę drożdży do brzeczki nastawnej w ilości ok. 2%, tak by po zaszczepieniu uzyskać koncentrację ok.  $5 \cdot 10^6$  jtk/ml brzeczki.

Fermentację (2-3 dni) i leżakowanie (14 dni) piw prowadzono w pomieszczeniach z możliwością regulacji temperatury.

Badania fizykochemiczne, instrumentalne i sensoryczne brzeczki, piw fermentujących i piwa po leżakowaniu wykonano w akredytowanym laboratorium Pracowni Piwa i Słodu Zakładu Technologii Przetworów Owocowych i Warzywnych IBPRS-PIB (certyfikat akredytacji Polskiego Centrum Akredytacji nr AB 452), wg poniższych metod:

- Zapach, smak, smakowitość, goryczka metodą sensoryczną wg PN-A-79093-1:2000
- Zawartość alkoholu, ekstraktu pozornego, ekstrakt rzeczywistego, ekstrakt brzeczki podstawowej oraz stopień odfermentowania pozornego i rzeczywistego metodą spektrometrii w zakresie bliskiej podczerwieni (NIR) wg PB-ZO/PPS 16 wyd.6 z 31.05.2021
- Wartość energetyczną piw metodą z obliczeń wg PB-ZO/PPS 16 wyd.6 z 31.05.2021
- pH oznaczono metodą potencjometryczną wg PN-A-79093-4:2000.
- Kwasowość ogólną metodą miareczkowania potencjometrycznego wg PB-ZO/PPS 18 wyd. 3 z 06.08.2020 r.
- Zawartość goryczki metodą spektrofotometryczną wg PB-ZO/PPS 10 wyd.6 z 06.08.2020
- Barwę metodą kolorymetryczną wg PN-A-79093-5:2000.
- Zawartość ubocznych produktów fermentacji (aldehyd octowy, estry, alkohole, diacetyl) metodą chromatografii gazowej z detekcją płomieniowo-jonizacyjną (GC-FID) 9.39 Analytica EBC, 2.21.1 MEBAK (wyd. 2013)
- Zawartość cukrów fermentujących (w tym: fruktozy, glukozy, dwucukrów i maltotriozy) metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej z detekcją refraktometryczną (HPLC/RID) wg 9.27, 8.7 Analytica EBC, 2.7.2 MEBAK (wyd. 2013)
- Zawartość wolnego azotu aminowego (FAN) metodą spektrofotometryczną wg PB-ZO/PPS 11 wyd. 5 z 06.08.2020 r.
- Zawartość azotu ogółem metoda miareczkową (Kjeldahla) wg PB-ZO/PPS 03 wyd. 7 z 06.08.2020

## Wyniki badań

Tabela 1. Parametry fizykochemiczne brzeczki nastawnej (seria I)

Parametr	Wynik średni
Ekstrakt (Plato),% (m/m)	7,00
Azot ogółem, mg/l	638
Wolny azot aminowy (FAN), mg/l	118
pH	5,26
Goryczka,j. BU	20,2
Cukry, g/100 ml	5,08
Fruktoza, g/100 ml	0,11
Glukoza, g/100 ml	1,42
Sacharoza+maltoza, g/100 ml	2,98
Maltotrioza, g/100 ml	0,56

Wykres 1. Zmiany stężenia cukrów w piwie podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **KKP 3608 *Kluyveromyces marxianus*** (seria I)

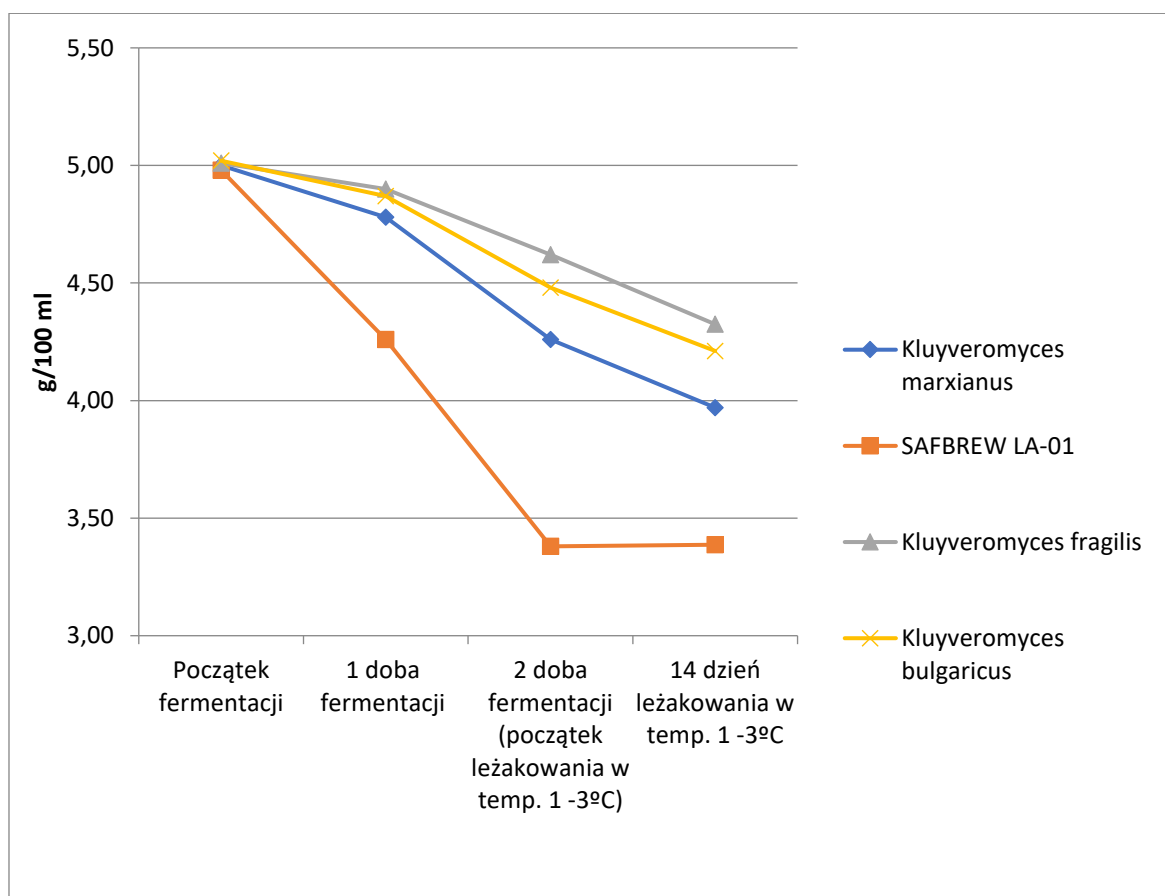




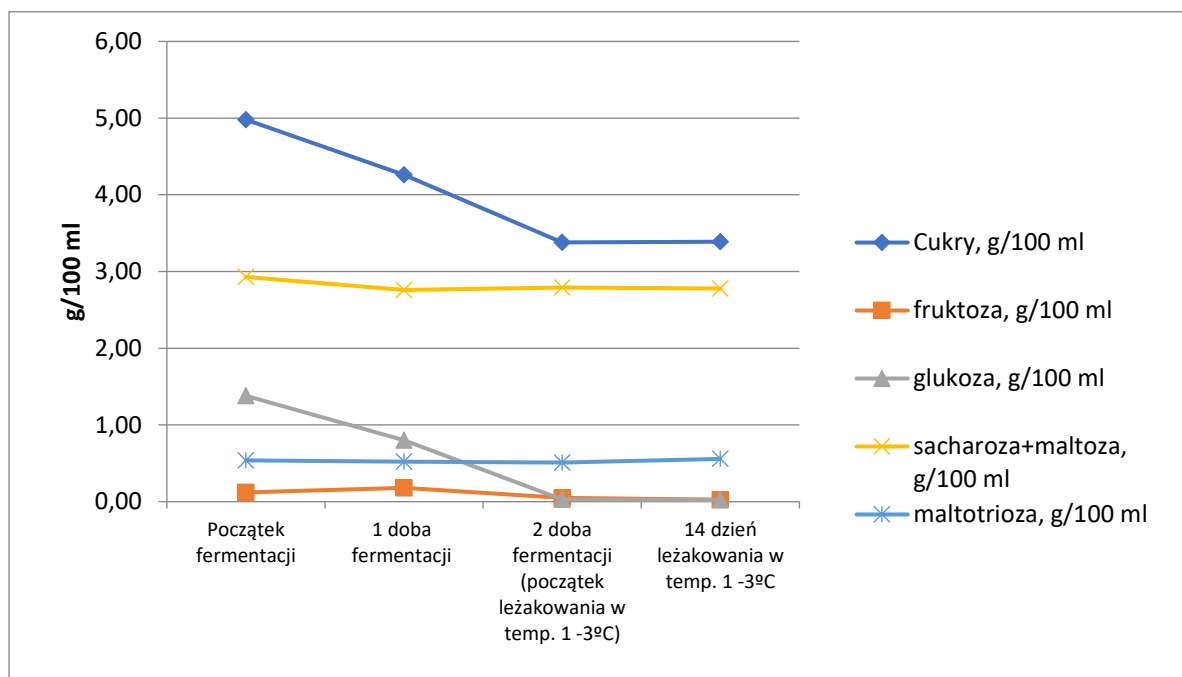
Tabela 2. Zmiany parametrów fizykochemicznych piwa podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **KKP 3608 *Kluyveromyces marxianus*** (seria I)

Parametr	KKP 3608 <i>Kluyveromyces marxianus</i>		
	1doba fermentacji (15°C)	2 doba fermentacji (początek leżakowania w temp. 1 -3°C)	14 dzień leżakowania w temp. 1 -3°C
<b>Ekstrakt pozorny, % (m/m)</b>	6,67	6,02	5,69
<b>Ekstrakt rzeczywisty, % (m/m)</b>	6,71	6,19	5,94
<b>Alkohol, % (m/m)</b>	0,10	0,36	0,51
<b>Alkohol, % (v/v)</b>	0,13	0,47	0,66
<b>Ekstrakt brzeczki podstawowej, % (m/m)</b>	8,42	6,91	6,95
<b>Stopień odfermentowania pozornego, %</b>	3,67	12,86	18,19
<b>Stopień odfermentowania rzeczywistego, %</b>	3,05	10,67	15,07
<b>Wartość energetyczna, kcal/100 ml</b>	24,81	24,70	24,82
<b>Wartość energetyczna, kJ/100 ml</b>	106,23	105,48	105,94
<b>pH</b>	4,82	4,61	4,54
<b>Kwasowość ogólna, ml 1 M NaOH/100 ml</b>	-	-	1,4
<b>Goryczka, j. BU</b>	-	-	22,0
<b>Cukry, g/100 ml</b>	4,78	4,26	3,97
<b>Fruktoza, g/100 ml</b>	0,27	0,24	0,22
<b>Glukoza, g/100 ml</b>	1,22	0,72	0,45
<b>Sacharoza+maltoza, g/100 ml</b>	2,77	2,78	2,78
<b>Maltotrioza, g/100 ml</b>	0,52	0,52	0,52
<b>Aldehyd octowy, mg/l</b>	7,51	18,84	10,94
<b>Octan etylu, mg/l</b>	2,96	3,52	6,46
<b>Diacetyl, mg/l</b>	0,0016	0,001	0,002
<b>n-propanol, mg/l</b>	2,00	3,02	3,02
<b>Izo-butanol, mg/l</b>	4,75	7,50	9,04
<b>Octan izoamylu, mg/l</b>	0,009	0,03	0,05
<b>Alkohole amyłowe, mg/l</b>	9,32	16,51	17,88

Tabela 3. Zmiany parametrów fizykochemicznych piwa podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **SAFBREW LA-01** (seria I)

Parametr	SAFBREW LA-01		
	1doba fermentacji (15°C)	2 doba fermentacji (początek leżakowania w temp. 1 -3°C)	14 dzień leżakowania w temp. 1 -3°C
<b>Ekstrakt pozorny, % (m/m)</b>	6,12	4,96	3,98
<b>Ekstrakt rzeczywisty, % (m/m)</b>	6,28	5,33	4,38
<b>Alkohol, % (m/m)</b>	0,31	0,76	0,81
<b>Alkohol, % (v/v)</b>	0,40	0,98	1,04
<b>Ekstrakt brzożki podstawowej, % (m/m)</b>	6,89	6,85	6,00
<b>Stopień odfermentowania pozornego, %</b>	11,15	27,60	33,65
<b>Stopień odfermentowania rzeczywistego, %</b>	9,25	22,82	27,70
<b>Wartość energetyczna, kcal/100 ml</b>	24,66	24,42	21,26
<b>Wartość energetyczna, kJ/100 ml</b>	105,38	103,87	90,30
<b>pH</b>	4,42	4,38	4,51
<b>Kwasowość ogólna, ml 1 M NaOH/100 ml</b>	-	-	1,1
<b>Goryczka, j. BU</b>	-	-	22,3
<b>Cukry, g/100 ml</b>	4,26	3,38	3,39
<b>Fruktoza, g/100 ml</b>	0,18	0,05	0,03
<b>Glukoza, g/100 ml</b>	0,80	0,03	0,02
<b>Sacharoza+maltoza, g/100 ml</b>	2,76	2,79	2,78
<b>Maltotrioza, g/100 ml</b>	0,52	0,51	0,56
<b>Aldehyd octowy, mg/l</b>	17,16	12,90	3,41
<b>Octan etylu, mg/l</b>	0,38	1,78	2,17
<b>Diacetyl, mg/l</b>	0,0005	0,001	0,001
<b>n-propanol, mg/l</b>	3,51	5,15	5,05
<b>Izo-butanol, mg/l</b>	3,29	6,56	5,70
<b>Octan izoamylu, mg/l</b>	0,057	0,29	0,35
<b>Alkohole amyłowe, mg/l</b>	16,26	27,86	25,63

Wykres 2. Zmiany stężenia cukrów w piwie podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **SAFBREW LA-01** (seria I)



Wykres 3. Zmiany stężenia cukrów (g/100 ml) w piwie podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **KKP 2011 *Kluyveromyces fragilis*** (seria I)

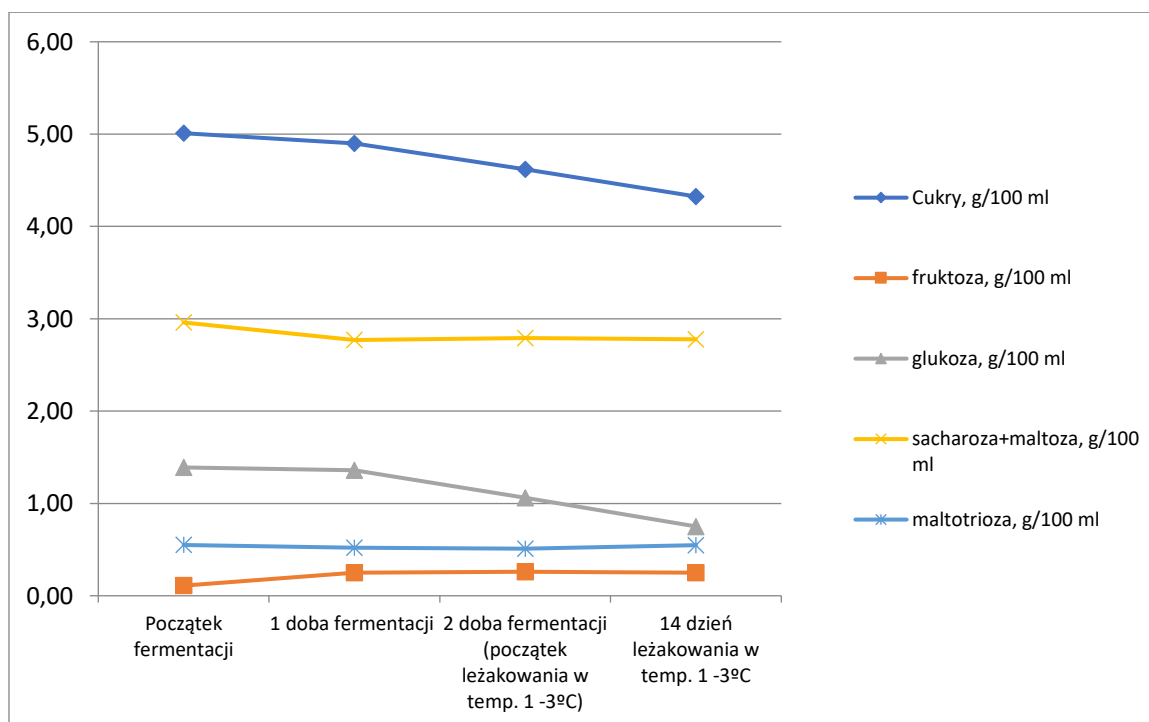


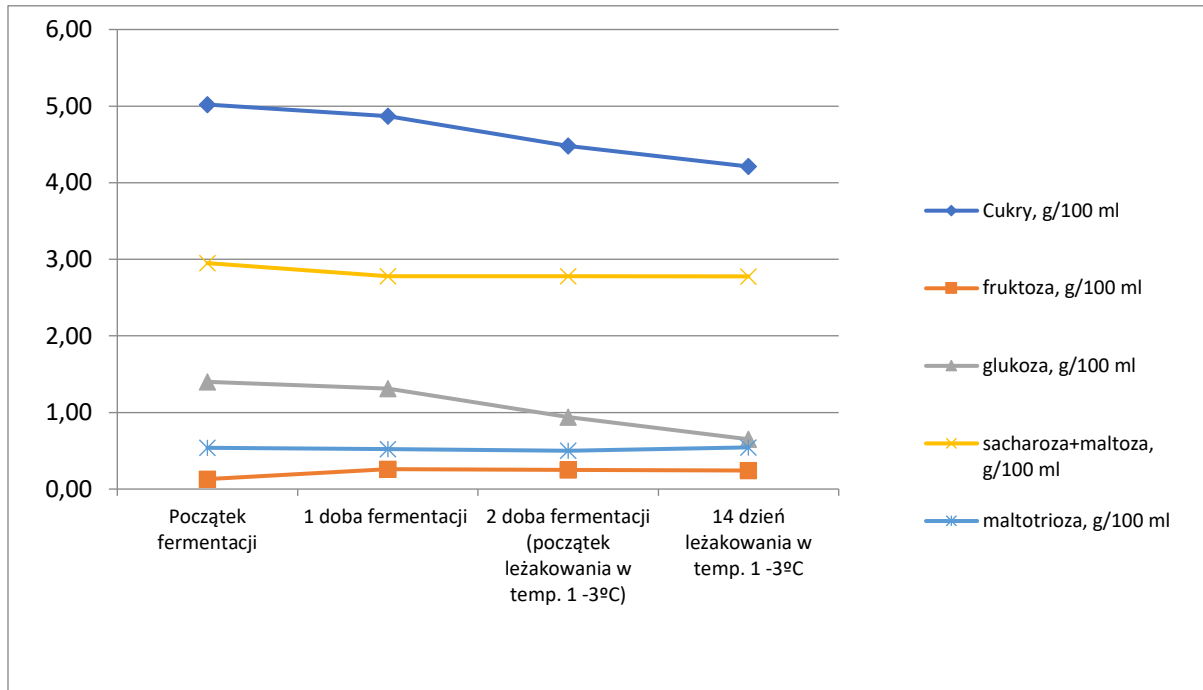
Tabela 4. Zmiany parametrów fizykochemicznych piwa podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **KKP 2011 *Kluyveromyces fragilis*** (seria I)

Parametr	KKP 2011 <i>Kluyveromyces fragilis</i>		
	1doba fermentacji (15°C)	2 doba fermentacji (początek leżakowania w temp. 1 -3°C)	Po 14 dzień leżakowania w temp. 1 -3°C
<b>Ekstrakt pozorny, % (m/m)</b>	6,83	6,45	6,09
<b>Ekstrakt rzeczywisty, % (m/m)</b>	6,86	6,55	6,26
<b>Alkohol, % (m/m)</b>	0,06	0,20	0,35
<b>Alkohol, % (v/v)</b>	0,08	0,26	0,46
<b>Ekstrakt brzeczki podstawowej, % (m/m)</b>	6,97	6,96	6,97
<b>Stopień odfermentowania pozornego, %</b>	2,10	7,26	12,58
<b>Stopień odfermentowania rzeczywistego, %</b>	1,74	6,03	10,44
<b>Wartość energetyczna, kcal/100 ml</b>	25,02	24,93	24,93
<b>Wartość energetyczna, kJ/100 ml</b>	107,15	106,61	106,47
<b>pH</b>	4,93	4,73	4,66
<b>Kwasowość ogólna, ml 1 M NaOH/100 ml</b>	-	-	1,2
<b>Goryczka, j. BU</b>	-	-	28,3
<b>Cukry, g/100 ml</b>	4,90	4,62	4,32
<b>Fruktoza, g/100 ml</b>	0,25	0,26	0,25
<b>Glukoza, g/100 ml</b>	1,36	1,06	0,75
<b>Sacharoza+maltoza, g/100 ml</b>	2,77	2,79	2,78
<b>Maltotrioza, g/100 ml</b>	0,52	0,51	0,55
<b>Aldehyd octowy, mg/l</b>	4,29	16,77	9,58
<b>Octan etylu, mg/l</b>	4,93	6,29	10,70
<b>Diacetyl, mg/l</b>	0,003	0,004	0,005
<b>n-propanol, mg/l</b>	1,26	2,20	3,02
<b>Izo-butanol, mg/l</b>	3,23	7,07	11,72
<b>Octan izoamylu, mg/l</b>	0,01	0,02	0,06
<b>Alkohole amyłowe, mg/l</b>	8,43	15,51	24,52

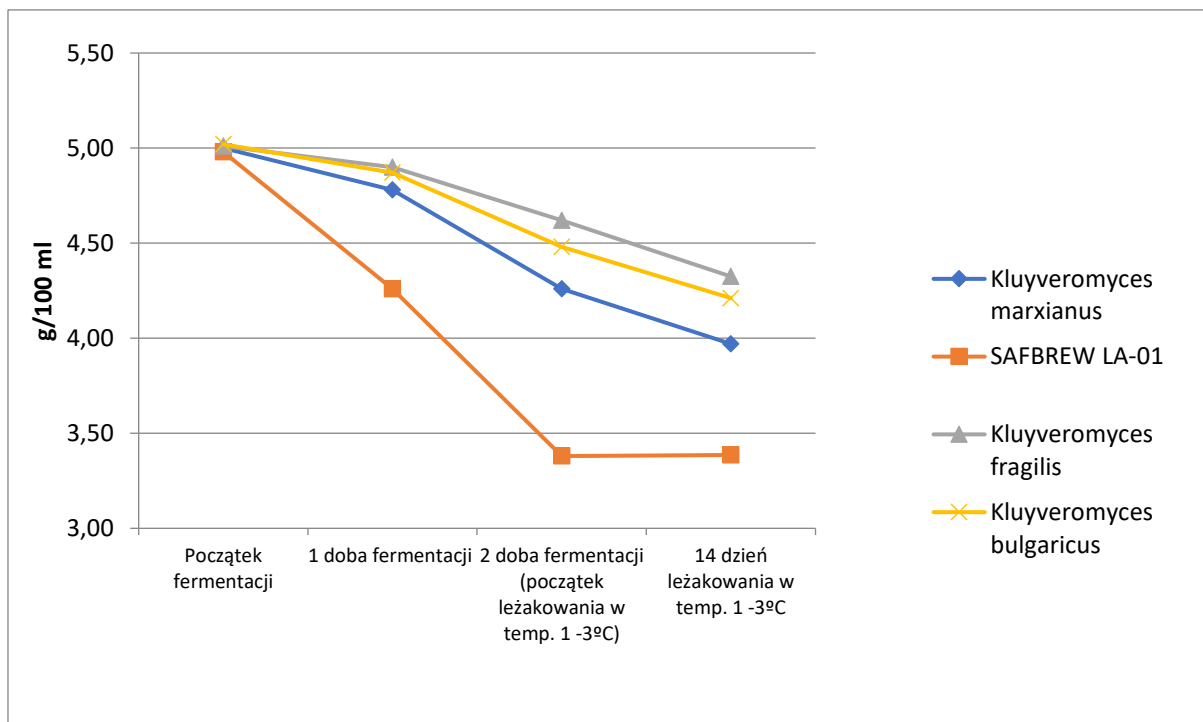
Tabela 5. Zmiany parametrów fizykochemicznych piwa podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **KKP 2010p *Kluyveromyces bulgaricus*** (seria I)

Parametr	KKP 2010p <i>Kluyveromyces bulgaricus</i>		
	1doba fermentacji (15°C)	2 doba fermentacji (początek leżakowania w temp. 1 -3°C)	14 dzień leżakowania w temp. 1 -3°C
<b>Ekstrakt pozorny, % (m/m)</b>	6,75	6,27	5,93
<b>Ekstrakt rzeczywisty, % (m/m)</b>	6,79	6,40	6,13
<b>Alkohol, % (m/m)</b>	0,09	0,26	0,41
<b>Alkohol, % (v/v)</b>	0,11	0,34	0,53
<b>Ekstrakt brzeczki podstawowej, % (m/m)</b>	6,96	6,92	6,94
<b>Stopień odfermentowania pozornego, %</b>	3,03	9,34	14,50
<b>Stopień odfermentowania rzeczywistego, %</b>	2,51	7,76	12,02
<b>Wartość energetyczna, kcal/100 ml</b>	24,95	24,78	24,81
<b>Wartość energetyczna, kJ/100 ml</b>	106,84	105,92	105,96
<b>pH</b>	4,86	4,69	4,63
<b>Kwasowość ogólna, ml 1 M NaOH/100 ml</b>	-	-	1,2
<b>Goryczka, j. BU</b>	-	-	28,3
<b>Cukry, g/100 ml</b>	4,87	4,48	4,21
<b>Fruktoza, g/100 ml</b>	0,26	0,25	0,24
<b>Glukoza, g/100 ml</b>	1,31	0,94	0,65
<b>Sacharoza+maltoza, g/100 ml</b>	2,78	2,78	2,78
<b>Maltotrioza, g/100 ml</b>	0,52	0,50	0,54
<b>Aldehyd octowy, mg/l</b>	5,14	12,98	9,92
<b>Octan etylu, mg/l</b>	5,89	6,31	5,77
<b>Diacetyl, mg/l</b>	0,0026	0,005	0,005
<b>n-propanol, mg/l</b>	2,01	2,85	3,39
<b>Izo-butanol, mg/l</b>	5,9	8,73	14,52
<b>Octan izoamylu, mg/l</b>	0,013	0,03	0,10
<b>Alkohole amyłowe, mg/l</b>	14,82	20,25	30,69

Wykres 4. Zmiany stężenia cukrów (g/100 ml) w piwie podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **KKP 2010p** *Kluyveromyces bulgaricus* (seria I)



Wykres 5. Zmiany stężenia cukrów w piwie podczas fermentacji i leżakowania piwa w zależności od użytego szczepu (seria I)



Otrzymane w serii I piwa bezalkoholowe, pomimo generalnie przyjemnego smaku i aromatu, po procesie fermentacji i leżakowania, w większości zawierały zbyt dużo alkoholu (powyżej dopuszczalnego 0,5% obj.). Spowodowane to było za wysoką ilością dostępnych monocukrów (glukozy i fruktozy). Poza tym, piwa cechowała wysoka zawartość aldehydu octowego, co było wyczuwalne w ocenie sensorycznej.

Dlatego powtórzono proces fermentacji i leżakowania (seria 2) z użyciem brzezki nastawnej o niższej zawartości dostępnych monocukrów (glukozy i fruktozy) – tabela 6. Wydłużono za to czas fermentacji, aby nieco zmienić profil smakowo-zapachowy powstających piw bezalkoholowych.

Tabela 6. Parametry fizykochemiczne brzezki nastawnej (seria 2)

<b>Parametr</b>	<b>Wynik średni</b>
<b>Ekstrakt (Plato),%</b> (m/m)	6,91
<b>Azot ogółem, mg/l</b>	638,0
<b>Wolny azot aminowy (FAN), mg/l</b>	123
<b>pH</b>	5,88
<b>Goryczka, j. BU</b>	38,5
<b>Cukry, g/100 ml</b>	4,64
<b>Fruktoza, g/100 ml</b>	0,17
<b>Glukoza, g/100 ml</b>	0,57
<b>Sacharoza+maltoza, g/100 ml</b>	3,11
<b>Maltotrioza, g/100 ml</b>	0,79

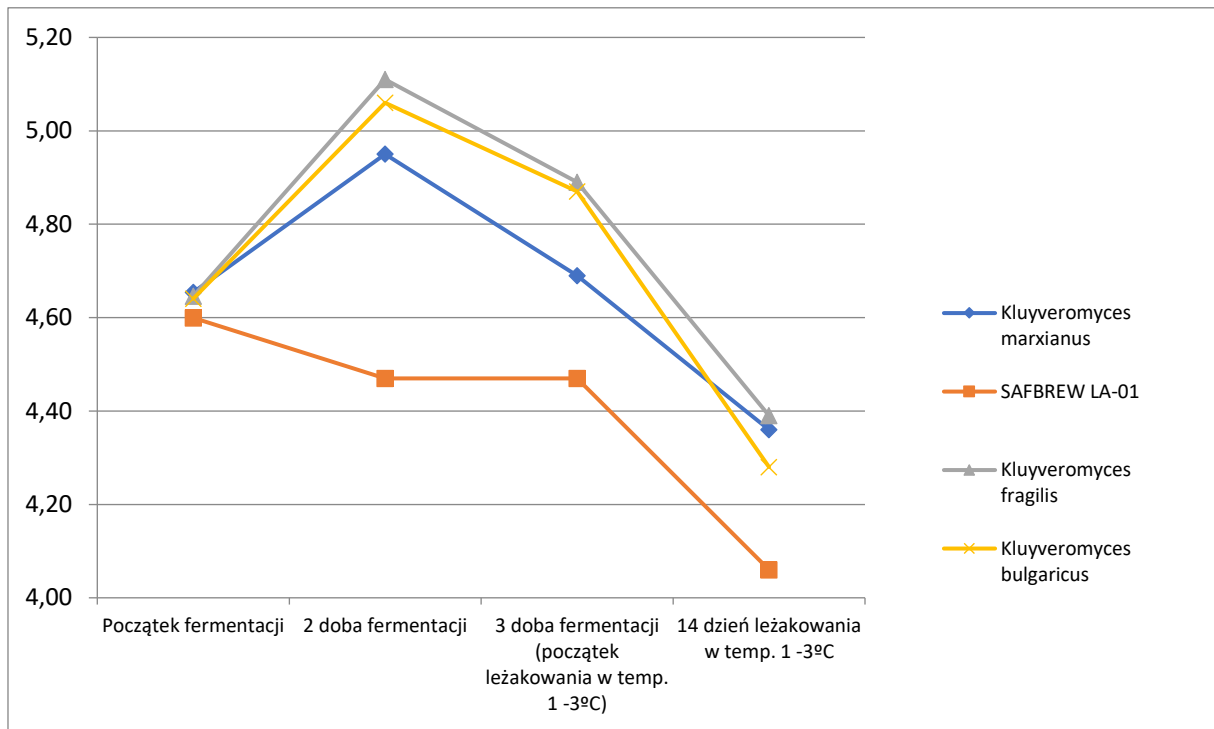
Parametry fizykochemiczne otrzymanych piw bezalkoholowych zestawiono w tabelach 6-10 i na wykresach 7-14.

Tabela 7. Zmiany parametrów fizykochemicznych piwa podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **KKP 3608 *Kluyveromyces marxianus*** (seria 2)

Parametr	KKP 3608 <i>Kluyveromyces marxianus</i>		
	2 doba fermentacji (15°C)	3 doba fermentacji (początek leżakowania w temp. 1 -3°C)	14 dzień leżakowania w temp. 1 -3°C
<b>Ekstrakt pozorny, % (m/m)</b>	6,55	6,30	6,20
<b>Ekstrakt rzeczywisty, % (m/m)</b>	6,61	6,41	6,34
<b>Alkohol, % (m/m)</b>	0,12	0,23	0,29
<b>Alkohol, % (v/v)</b>	0,16	0,30	0,37
<b>Ekstrakt brzeczki podstawowej, % (m/m)</b>	6,85	6,87	6,91
<b>Stopień odfermentowania pozornego, %</b>	4,37	8,35	10,24
<b>Stopień odfermentowania rzeczywistego, %</b>	3,62	6,93	8,50
<b>Wartość energetyczna, kcal/100 ml</b>	24,57	24,62	24,72
<b>Wartość energetyczna, kJ/100 ml</b>	105,16	105,20	105,65
<b>pH</b>	5,17	5,02	4,96
<b>Kwasowość ogólna, ml 1 M NaOH/100 ml</b>	-	-	1,2
<b>Goryczka, j. BU</b>	-	-	36,3
<b>Cukry, g/100 ml</b>	4,95	4,69	4,36
<b>Fruktoza, g/100 ml</b>	0,27	0,21	0,17
<b>Glukoza, g/100 ml</b>	0,34	0,16	0,08
<b>Sacharoza+maltoza, g/100 ml</b>	3,45	3,44	3,34
<b>Maltotrioza, g/100 ml</b>	0,89	0,88	0,77
<b>Barwa, j. EBC</b>	-	-	4,7
<b>Aldehyd octowy, mg/l</b>	5,56	11,74	8,59
<b>Octan etylu, mg/l</b>	3,81	3,37	4,13
<b>Diacetyl, mg/l</b>	0,002	0,002	0,001
<b>n-propanol, mg/l</b>	1,85	2,04	2,11
<b>Izo-butanol, mg/l</b>	5,41	5,54	6,06
<b>Octan izoamylu, mg/l</b>	0,012	0,01	0,03
<b>Alkohole amyłowe, mg/l</b>	10,80	11,64	12,16



Wykres 6. Zmiany stężenia cukrów (g/100 ml) w piwie podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **KKP 3608 *Kluyveromyces marxianus*** (seria 2)



Wykres 7. Zmiany stężenia cukrów (g/100 ml) w piwie podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **SAFBREW LA-01** (seria 2)

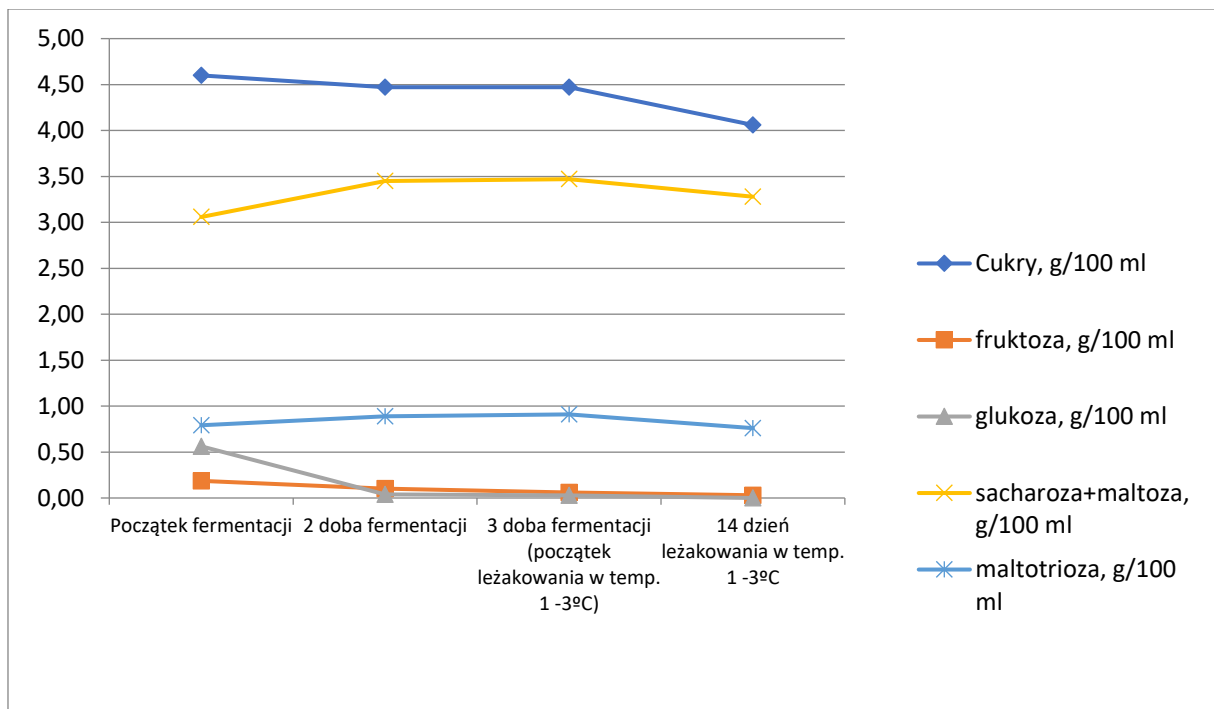


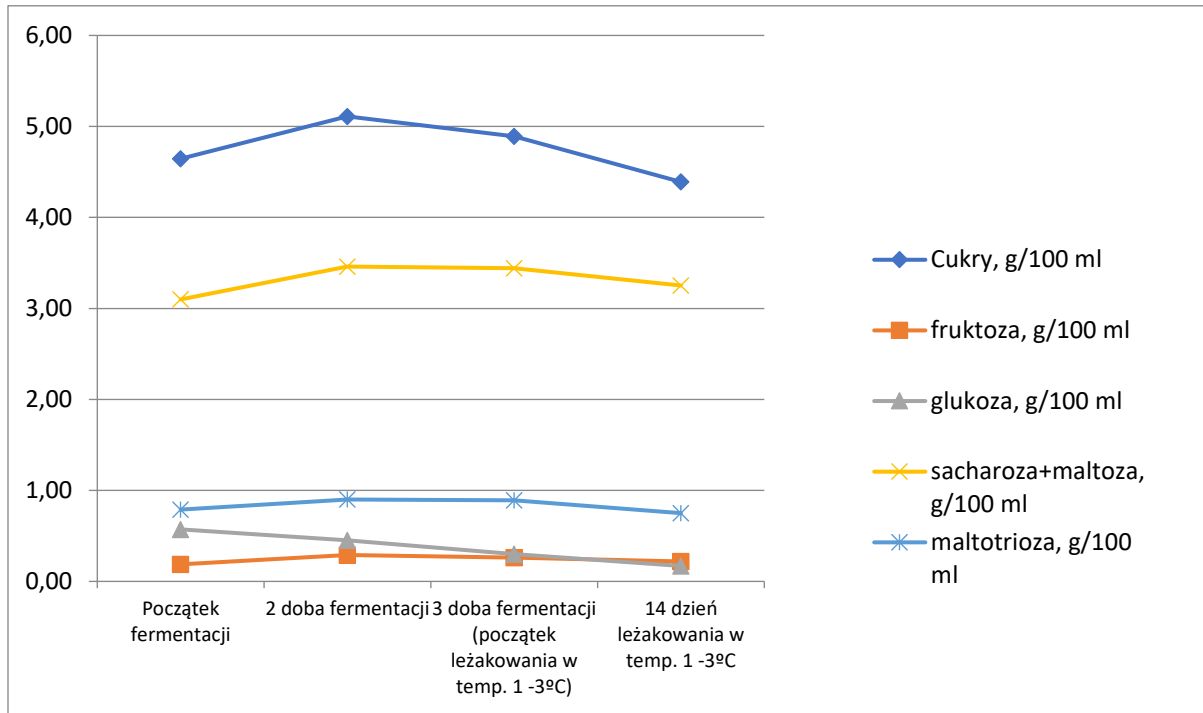
Tabela 8. Zmiany parametrów fizykochemicznych piwa podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **SAFBREW LA-01** (seria 2)

Parametr	SAFBREW LA-01		
	2 doba fermentacji (15°C)	3 doba fermentacji (początek leżakowania w temp. 1 -3°C)	14 dzień leżakowania w temp. 1 -3°C
<b>Ekstrakt pozorny, % (m/m)</b>	6,03	6,03	5,96
<b>Ekstrakt rzeczywisty, % (m/m)</b>	6,84	6,19	6,14
<b>Alkohol, % (m/m)</b>	0,33	0,32	0,37
<b>Alkohol, % (v/v)</b>	0,42	0,42	0,48
<b>Ekstrakt brzeczki podstawowej, % (m/m)</b>	6,84	6,84	6,87
<b>Stopień odfermentowania pozornego, %</b>	11,79	11,79	13,31
<b>Stopień odfermentowania rzeczywistego, %</b>	9,78	9,78	11,04
<b>Wartość energetyczna, kcal/100 ml</b>	24,47	24,47	24,58
<b>Wartość energetyczna, kJ/100 ml</b>	104,55	104,55	104,97
<b>pH</b>	-	5,18	4,96
<b>Kwasowość ogólna, ml 1 M NaOH/100 ml</b>	-	-	1,0
<b>Goryczka, j. BU</b>	-	-	36,9
<b>Cukry, g/100 ml</b>	4,47	4,47	4,06
<b>Fruktoza, g/100 ml</b>	0,10	0,06	0,03
<b>Glukoza, g/100 ml</b>	0,04	0,03	0,00
<b>Sacharoza+maltoza, g/100 ml</b>	3,45	3,47	3,28
<b>Maltotrioza, g/100 ml</b>	0,89	0,91	0,76
<b>Barwa, j. EBC</b>	-	-	4,4
<b>Aldehyd octowy, mg/l</b>	3,08	7,52	2,40
<b>Octan etylu, mg/l</b>	0,49	0,52	1,10
<b>Diacetyl, mg/l</b>	0,003	0,002	0,000
<b>n-propanol, mg/l</b>	3,11	3,32	2,94
<b>Izo-butanol, mg/l</b>	2,16	2,90	2,74
<b>Octan izoamylu, mg/l</b>	0,08	0,09	0,08
<b>Alkohole amyłowe, mg/l</b>	14,46	14,26	14,01

Tabela 9. Zmiany parametrów fizykochemicznych piwa podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **KKP 2011 *Kluyveromyces fragilis*** (seria 2)

Parametr	KKP 2011 <i>Kluyveromyces fragilis</i>		
	2 doba fermentacji (15°C)	3 doba fermentacji (początek leżakowania w temp. 1 -3°C)	14 dzień leżakowania w temp. 1 -3°C
<b>Ekstrakt pozorny, % (m/m)</b>	6,71	6,70	6,35
<b>Ekstrakt rzeczywisty, % (m/m)</b>	6,75	6,75	6,47
<b>Alkohol, % (m/m)</b>	0,09	0,10	0,24
<b>Alkohol, % (v/v)</b>	0,13	0,12	0,31
<b>Ekstrakt brzeczki podstawowej, % (m/m)</b>	6,93	6,93	6,95
<b>Stopień odfermentowania pozornego, %</b>	3,37	3,36	8,58
<b>Stopień odfermentowania rzeczywistego, %</b>	2,79	2,80	7,13
<b>Wartość energetyczna, kcal/100 ml</b>	24,87	24,87	24,89
<b>Wartość energetyczna, kJ/100 ml</b>	106,49	106,49	106,44
<b>pH</b>	-	5,31	5,34
<b>Kwasowość ogólna, ml 1 M NaOH/100 ml</b>	-	-	1,0
<b>Goryczka, j. BU</b>	-	-	38,4
<b>Cukry, g/100 ml</b>	5,11	4,89	4,39
<b>Fruktoza, g/100 ml</b>	0,29	0,26	0,22
<b>Glukoza, g/100 ml</b>	0,45	0,30	0,17
<b>Sacharoza+maltoza, g/100 ml</b>	3,46	3,44	3,25
<b>Maltotrioza, g/100 ml</b>	0,90	0,89	0,75
<b>Barwa, j. EBC</b>	-	-	4,4
<b>Aldehyd octowy, mg/l</b>	8,12	10,17	4,52
<b>Octan etylu, mg/l</b>	7,19	5,97	1,07
<b>Diacetyl, mg/l</b>	0,003	0,003	0,002
<b>n-propanol, mg/l</b>	1,94	1,70	1,54
<b>Izo-butanol, mg/l</b>	6,61	3,16	5,82
<b>Octan izoamylu, mg/l</b>	0,02	0,03	0,02
<b>Alkohole amyłowe, mg/l</b>	13,52	11,53	11,76

Wykres 8. Zmiany stężenia cukrów (g/100 ml) w piwie podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **KKP 2011 *Kluyveromyces fragilis*** (seria 2)



Wykres 9. Zmiany stężenia cukrów (g/100 ml) w piwie podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **KKP 2010p *Kluyveromyces bulgaricus*** (seria 2)

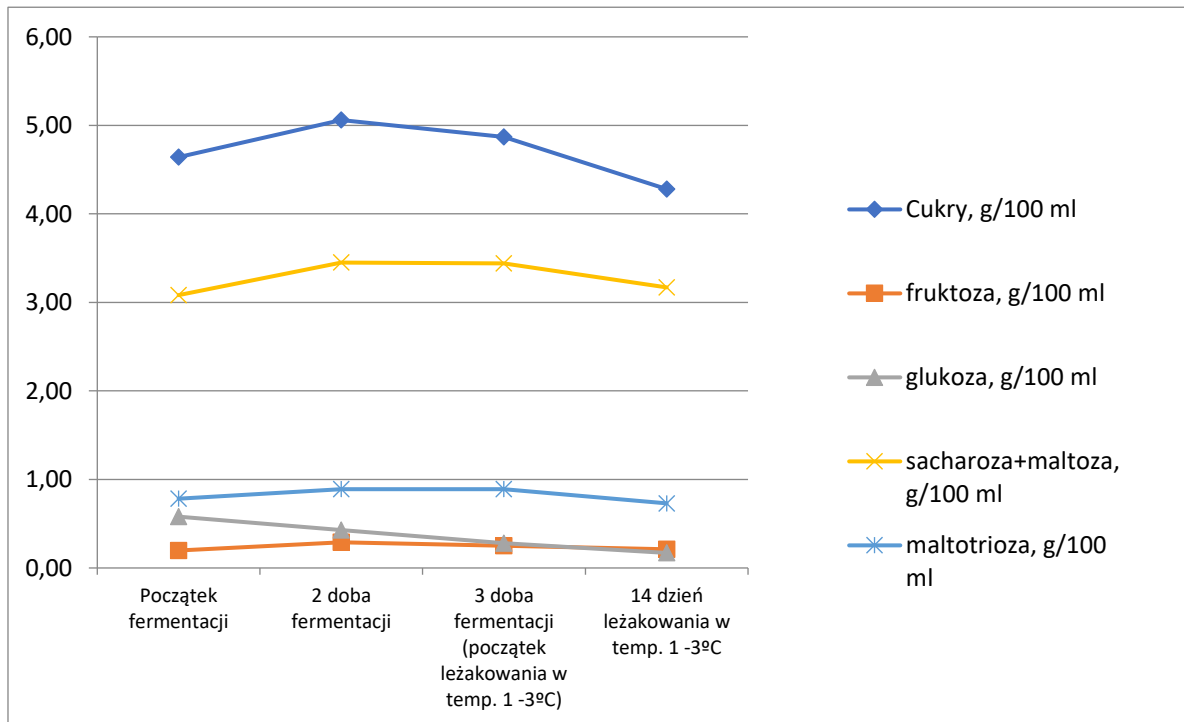
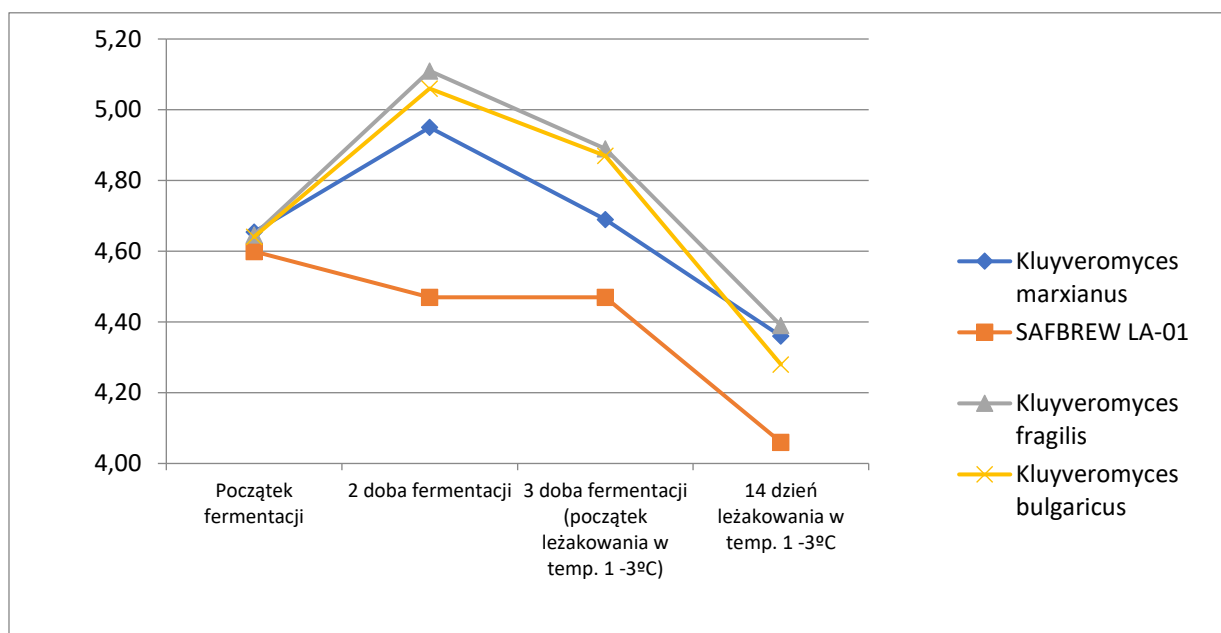


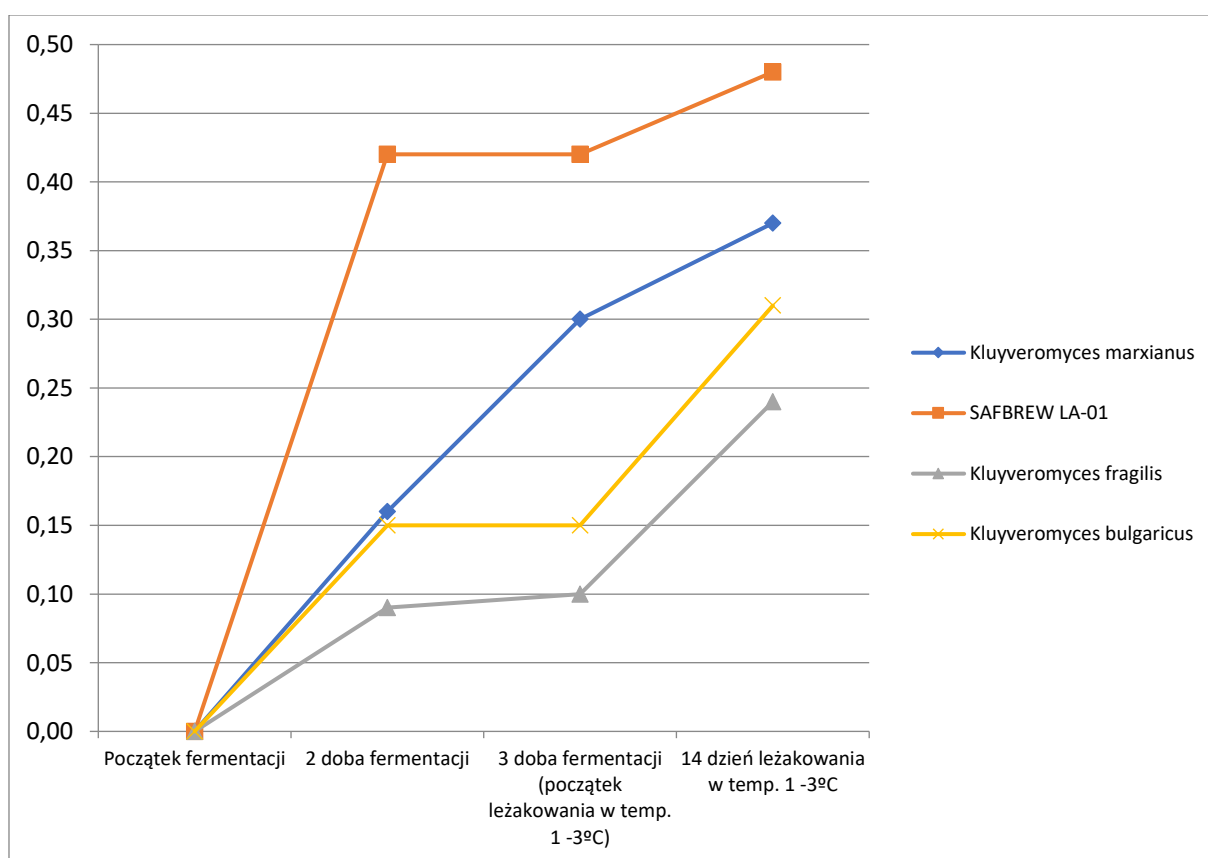
Tabela 10. Zmiany parametrów fizykochemicznych piwa podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **KKP 2010p *Kluyveromyces bulgaricus*** (seria 2)

Parametr	KKP 2010p <i>Kluyveromyces bulgaricus</i>		
	2 doba fermentacji (15°C)	3 doba fermentacji (początek leżakowania w temp. 1 -3°C)	14 dzień leżakowania w temp. 1 -3°C
<b>Ekstrakt pozorny, % (m/m)</b>	6,65	6,65	6,35
<b>Ekstrakt rzeczywisty, % (m/m)</b>	6,71	6,71	6,47
<b>Alkohol, % (m/m)</b>	0,12	0,11	0,24
<b>Alkohol, % (v/v)</b>	0,15	0,15	0,31
<b>Ekstrakt brzeczki podstawowej, % (m/m)</b>	6,93	6,93	6,95
<b>Stopień odfermentowania pozornego, %</b>	4,05	4,05	8,65
<b>Stopień odfermentowania rzeczywistego, %</b>	3,36	3,36	7,18
<b>Wartość energetyczna, kcal/100 ml</b>	24,87	24,86	24,90
<b>Wartość energetyczna, kJ/100 ml</b>	106,42	106,42	106,47
<b>pH</b>	-	5,30	5,32
<b>Kwasowość ogólna, ml 1 M NaOH/100 ml</b>	-	-	1,0
<b>Goryczka, j. BU</b>	-	-	38,4
<b>Cukry, g/100 ml</b>	5,06	4,87	4,28
<b>Fruktoza, g/100 ml</b>	0,29	0,25	0,21
<b>Glukoza, g/100 ml</b>	0,43	0,28	0,17
<b>Sacharoza+maltoza, g/100 ml</b>	3,45	3,44	3,17
<b>Maltotrioza, g/100 ml</b>	0,89	0,89	0,73
<b>Barwa, j. EBC</b>	-	-	4,6
<b>Aldehyd octowy, mg/l</b>	6,72	7,38	3,21
<b>Octan etylu, mg/l</b>	7,32	5,60	5,34
<b>Diacetyl, mg/l</b>	0,003	0,00	0,001
<b>n-propanol, mg/l</b>	2,18	1,80	1,64
<b>Izo-butanol, mg/l</b>	8,32	5,78	6,17
<b>Octan izoamylu, mg/l</b>	0,03	0,02	0,03
<b>Alkohole amyłowe, mg/l</b>	16,79	13,20	13,20

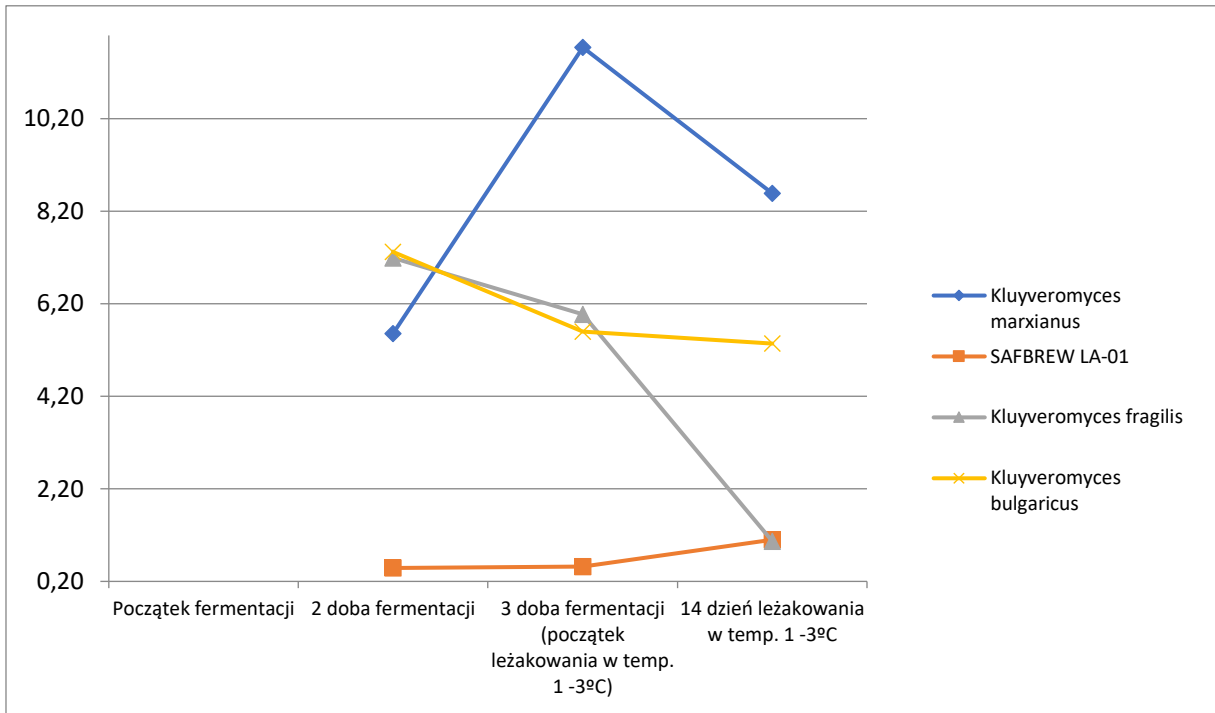
Wykres 10. Zmiany stężenia cukrów (g/100 ml) w piwie podczas fermentacji i leżakowania piwa w zależności od użytego szczepu (seria 2)



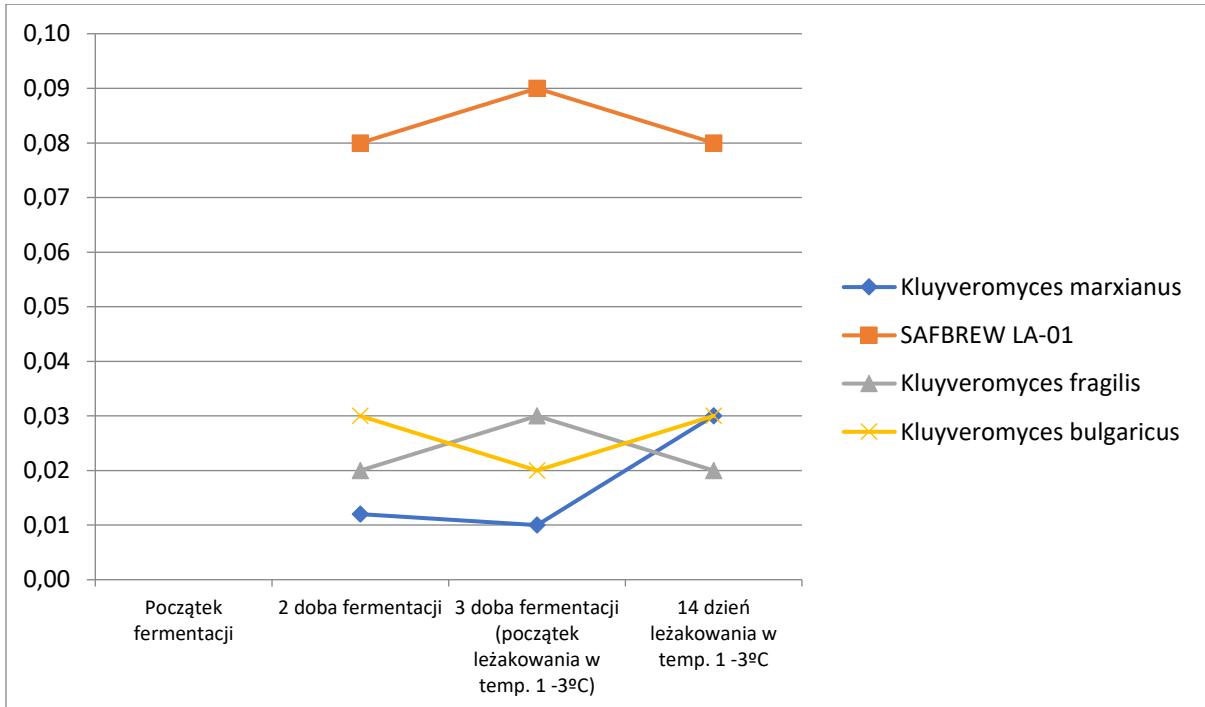
Wykres 11. Zmiany stężenia alkoholu (% obj.) w piwie podczas fermentacji i leżakowania piwa w zależności od użytego szczepu (seria 2)



Wykres 12. Zmiany stężenia octanu etylu (mg/l) w piwie podczas fermentacji i leżakowania piwa w zależności od użytego szczepu (seria 2)



Wykres 13. Zmiany stężenia octanu izoamylu (mg/l) w piwie podczas fermentacji i leżakowania piwa w zależności od użytego szczepu (seria 2)



Wykres 14. Zmiany stężenia alkoholi amylowych (mg/l) w piwie podczas fermentacji i leżakowania piwa w zależności od użytego szczepu (seria 2)

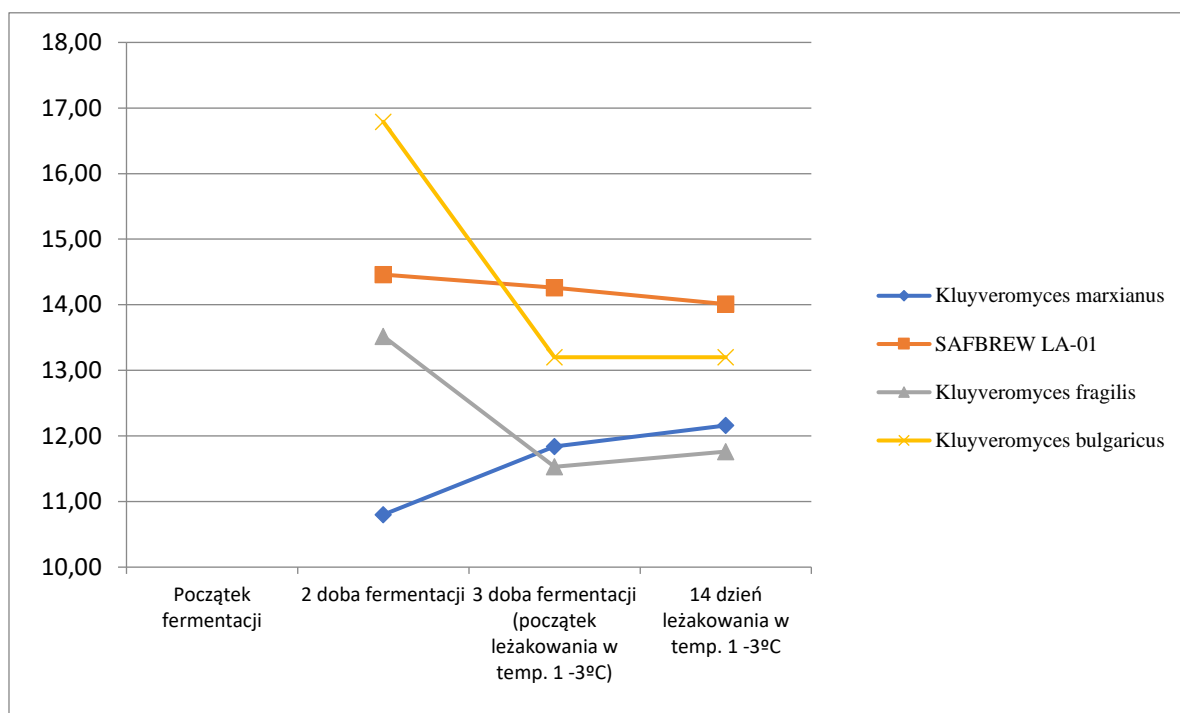


Tabela 11. Ocena sensoryczna otrzymanych piw bezalkoholowych (wyniki średnie)

Ocena sensoryczna piwa w skali 1-6 (wartości średnie w pkt)				
	KKP 3608 <i>Kluveromyces marxianus</i> )	SAFBREW LA-01( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> var. <i>chevalieri</i> )	KKP 2011 <i>Kluveromyces fragilis</i>	KKP 2010p <i>Kluveromyces bulgaricus</i>
<b>Zapach</b>	4,6	4,9	4,8	4,1
<b>Smak</b>	4,3	4,8	4,8	4,0
<b>Smakowitość</b>	4,6	4,8	4,8	4,1
<b>Nasylenie</b>	4,3	4,4	4,4	4,4
<b>Goryczka</b>	4,8	5,0	4,8	4,8
<b>Ocena średnia</b> Zapach×4 + Smak×8 + Smakowitość×12 + Nasylenie×2 + Goryczka×4 / (suma współczynników ważkości = 30)	<b>4,55</b>	<b>4,81</b>	<b>4,77</b>	<b>4,19</b>



## Podsumowanie i wnioski

Z analizy tabel 6-10 i wykresów 8-14 wynika, że przy zastosowanych warunkach fermentacji i leżakowania, z brzeczki chmielonej o ekstrakcie ok. 7% wag. uzyskano piwa bezalkoholowe, o zawartości alkoholu do 0,5% obj. (wykres 11) i przyjemnych cechach sensorycznych. Piwa te cechował przyjemny, estrowy/owocowy aromat.

Analizując wykresy 12 -14 widać, że szczepy *Kluyveromyces* wytwarzają odmienny profil aromatyczny piwa niż drożdże SAFBREW LA-01, co może być ciekawą alternatywą dla dostępnych na rynku piw bezalkoholowych. W przeprowadzonych badaniach zastosowano dosyć silne chmienie na goryczkę, natomiast wydaje się że piwa bezalkoholowe wg zaproponowanej receptury mogłyby być ciekawe np. w wariacie z chmieniem na zimno (przy zastosowaniu nowych, ciekawych sensorycznie odmian chmielu).

Wyniki oceny sensorycznej otrzymanych piw z serii 2 (tabela 11) pokazały, że zespół degu satorów najlepiej ocenił piwo bezalkoholowe otrzymane przy użyciu szczepów: SAFBREW LA-01(*Saccharomyces cerevisiae* var. *chevalieri*) i KKP 2011 *Kluyveromyces fragilis*. Pozostałe 2 piwa (otrzymane z zastosowaniem: KKP 2010p *Kluyveromyces bulgaricus* i KKP 3608 *Kluyveromyces marxianus*) oceniono gorzej.

Piwo otrzymane z użyciem szczepu SAFBREW LA-01(*Saccharomyces cerevisiae* var. *chevalieri*) miało czysty smak i zapach bardzo zbliżony do piwa alkoholowego; piwo otrzymane z użyciem KKP 2011 *Kluyveromyces fragilis* cechowało się też przyjemnym, aromatem z wyczuwalnymi nutami owocowymi.

## Literatura:

1. Art. 94 pkt 1 Ustawy o podatku akcyzowym (Dz.U. z 2017 r. poz. 43). Poland.
2. Branża piwowarska na minusie w 2020 roku. Najwięcej tracą piwa mocne, najszybciej zyskują bezalkoholowe, Kierunek Spożywczy, 2021. [Online]. Available: <https://www.kierunekspozywczy.pl/arttykul,82438,branzapiwowarska-na-minusie-w-2020-rokunajwiecej-traca-piwa-mocne-najszybciejzyskuja-bezalkoholowe.html>.
3. Chołdrych M. (2020). Czas na piwa bezalkoholowe. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny 64 (9-10) : 38, 40
4. Jackowski M., Trusek A., Non-alcoholicbeerproduction – anoverview, PolishJ.Chem. Technol., vol. 20, no. 4, pp. 32–38,2018.
5. Patent Rzeczpospolitej Polskiej.Sposób wytwarzania piwa o małej zawartości alkoholu etylowego oraz szczepy drożdży do wytwarzania piwa o małej zawartości alkoholu etylowego, nr PL 198846, 2008 r. Skład zespołu twórców: dr inż. Elżbieta Baca, dr inż. Krzysztof Baranowski, Danuta Kraśna, mgr inż. Agnieszka Salamon, mgr inż. Dorota Michałowska.
6. Piendl A.: „Alkoholfreies Bier Weltweit, Brauwelt 1994, 30/31, 1482-1492, Brauwelt 1996, 20, 936; 1996, 28/29, 1351, 51/52, 24-48; 1997, 9, 320
7. Portalspozywczy.pl (2021). Piwa 0,0% zwiększyły udział w całym rynku piwa w 2020 r. <https://www.portalspozywczy.pl/alkoholeuzywki/wiadomości/piwa-0-0-zwiekszylyudzial-w-calym-rynku-piwa-w-2020-r.19671>

8. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 1169/2011 z dnia 25 października 2011 roku w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności (Dz. U. L 304 z 22.11.2011 z późn. zm.)
9. Salamon A. (2016). Ocena wartości energetycznej piwa i napojów piwnych. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 585 :141-148.
10. Salamon A. Piwo bezalkoholowe – bezpiecznym i zdrowym napojem na każdą okazję. Food Fakty Navigator. Piwo bezalkoholowe, nr 3/2021
11. Związek Pracodawców Przemysłu Piwowarskiego – Browary Polskie. (2020). Alkoholu w piwie coraz mniej. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny 64 (3): 9