



SPRAWOZDANIE

z zadania pt.

„Badania nad drożdżami piwowarskimi w formie płynnej (do piw w stylu New England IPA)”

Umowa w ramach realizacji projektu:

Wdrożenie programu badawczego laboratorium Maryendstadt”.

Jednostka realizująca:

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

ul. Rakowiecka 36, 02-532 Warszawa

Warszawa, grudzień 2021

Wstęp

New England IPA to nowoczesny rzemieślniczy styl piwa pochodzący z regionu Nowej Anglii w Stanach Zjednoczonych. Piwo Heady Topper z browaru The Alchemist jest uważane za pierwowzór i inspirację tego stylu. Piwo to było bardzo mocno wychmielone na zimno, co owocowało mocnym zmętnieniem. Browar oferował je bardzo świeże; szybko serwowane zachowywało niezwykle intensywny aromat chmielowy. Niezwykła też była jego tekstura: z racji zmętnienia i licznych owocowych smaków piwo kojarzyło się wręcz z sokiem. Piwo to było na tyle charakterystyczne, że zostało dostrzeżone. Kolejne browary warzyły piwa zbliżone do Heady Toppera. A ten rodzaj piwa zaczął być postrzegany jako coś odrębnego: kolejna wariacja stylu IPA. Nazwana z racji korzeni New England lub Vermont IPA. Zaś protoplasta stylu, Heady Topper nadal jest warzony w Alchemiście i w 2018 roku znalazł się w liście najlepszych 50 piew portalu Rate Beer.

Piwowarzy w innych browarach zaczęli używać drożdży, które naprodukują dodatkowo estry. Mąka pszenna, grys kukurydziany czy płatki owsiane dodawane do piwa to sposób na „ugładzenie” piwa, chociaż najlepszy efekt daje chmielenie „na zimno” mocno zmętnionego od drożdży piwa. Zachodzi wtedy proces zwany biotransformacją”. Niektóre szczepy drożdży, w zetknięciu z granulatem, uwalniają jeszcze chętniej aromaty od chmielu, co w połączeniu ze wspomnianymi estrami daje silnie owocową mieszankę.

Kilka cech wyróżnia New Englanda spośród innych piw w stylu IPA:

- bardzo wysoki aromat i smak chmielu amerykańskiego: owoców tropikalnych, cytrusów
- przeważnie niska goryczka
- wyraźne zmętnienie
- gładka, soczysta, wręcz „soczkowa” konsystencja

Piwo w tym stylu jest najczęściej nieprzezroczyste lub mocno zamglone. Niższa i niemal nieodczuwalna goryczka w porównaniu np. do West Coast IPA, co powoduje dużą pijalność. Ponadto duża ilość chmielu dodanego na koniec gotowania oraz na cichą fermentację - najczęściej odmiany o tropikalnych i cytrusowych właściwościach, które nadają piwu "soczysty" charakter, z którego ten styl słynie.

Styl ten wciąż ewoluuje, ale jest to styl bardziej gładki, zamglony, bardziej soczysty, amerykański IPA. W tym kontekście sformułowanie „soczyste” odnosi się do wizualnego wrażenia soku owocowego lub spożywania świeżych, w pełni dojrzałych owoców. Ważnym elementem New England IPA jest jego pijalność. Mętność piwa pochodzi sownego chmielenia lub niewielkiego dodatku słodów pszenicznych. Nigdy z zawiesiny drożdżowej, z obecności skrobi lub innych technik.

Jak współcześnie w wielu amerykańskich IPA wskazana spora ilość owsa lub pszenicy w zasypie i zdecydowanie mniej lub brak słodów karmelowych lub słodów specjalnych. Odmiany chmielu amerykańskie lub inne nowofalowe o dużej zawartości alfa-kwasów i olejków. Preferowane aromaty i smaki kojarzone z owocami tropikalnymi, pestkowymi lub cytrusowymi. Szczep drożdży produkujący niewiele estrów owocowych. Duża ilość chmielu dodanego podczas cichej fermentacji, aby podkreślić głębokość aromatu i smaku chmielu nad goryczą. Biotransformacja olei chmielowych podczas fermentacji może nadać owocowego charakteru.

Efekt Hop creep i jego wpływ na gotowe piwo

Efekt hop creep możemy opisać jako następczą fermentację piwa po dodaniu chmielu na biotransformację/aktywną fermentację. Ponowna fermentacja jest spowodowana przez występujące w śladowych ilościach w olejkach chmielowych enzymy degradujące cukry złożone i skrobie (amyloglukozydaza, alfa-amylaza, beta-amylaza, dekstrynaza graniczna) do fermentowalnych cukrów prostych. Oznacza to, że w wyniku dodania chmielu „na zimno” (w odpowiednich ilościach i warunkach) enzymy zawarte w chmielu zaczną przerabiać cukry reszkowe na cukry fermentowalne.

Należy pamiętać także o tym, że ponowna fermentacja piwa gotowego oznacza produkcję diacetylu. W wypadku zabutelkowania piwa przed jego redukcją przez drożdże, gotowy IPA będzie wykazywać aromaty charakterystyczne dla tej wady piwa. Wymagana jest zatem wydłużona przerwa diacetylowa. Zabutelkowanie piwa przed lub zaraz po rozpoczęciu hop creep może skutkować Cushingiem piwa lub w najgorszym wypadku wybuchającymi butelkami.

Intensywność efektu hop creep jest zależna od następujących czynników:

- Dawka chmielu „na zimno”
- Temperatura
- Czas
- Obecność żywych komórek drożdżowych
- pH

Piwowar warzący piwo w stylu NE IPA powinien zawsze mieć na uwadze reperkusje hop creep. Musi pamiętać, że nadmierne odfermentowanie nie jest charakterystyczne dla pełni i półsłodkiego finiszu tego piwa, aromaty diacetylu skutecznie przysłonią chmielowy profil piwa, a nadmierne nagazowanie uniesie gorzkie drobiny chmielu z dna butelki czy puszki, powodując hop burn.

Istnieje kilka sposobów na skuteczne ograniczenie destruktywnych działań hop creep:

- Pasteryzacja piwa
- Chmielenie w wyższych temperaturach oraz w fazie aktywnej fermentacji
- Wydłużenie czasu przerwy diacetylowej po ostatnim chmieleniu na zimno
- Uwzględnienie głębszego odfermentowania i wyższego nagazowania w recepturze
- Utrzymanie gotowego piwa w temperaturze zbliżonej do 1°C

Cel i zakres pracy

Celem był znalezienie szczepu/szczepów drożdży o właściwościach umożliwiających ich zastosowanie do produkcji piw w stylu New England IPA.

Zakres badań obejmował wybór kilku szczepów drożdży pochodzących z kolekcji kultur IBPRS lub pozyskanych ze źródeł komercyjnych o odpowiednich do tego stylu piwa cechach. Poszczególne szczepy zostały namnożone i wykorzystane do przeprowadzenia prób fermentacji w skali laboratoryjnej. W ich wyniku zostały określone cechy technologiczne badanych szczepów, w szczególności: możliwe do uzyskania odfermentowanie pozorne i ilość wytwarzanego alkoholu. Dynamika fermentacji była badana w wybranych warunkach procesu fermentacji i leżakowania.

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

Wykonano badania w skali laboratoryjnej i w skali mikro. Przygotowanie brzezki nastawnej (zacieranie, gotowanie z chmielem), nastaw, fermentację i leżakowanie piw w skali laboratoryjnej prowadzono w laboratorium Pracowni Piwa i Słodu. Fermentowano brzezki o ekstrakcie około 13 stopni Plato.

Do zaszczepienia brzezek nastawnych w skali laboratoryjnej wykorzystano 5 szczepów/blendów pochodzących z komercyjnych kolekcji, które wybrano na podstawie analizy opisu ich właściwości technologicznych podanego przez producenta. Szczególnie ważne były uzdolnienia do produkcji znacznej ilości estrów i niska flokulacja, aby uzyskać efekt mętności/mleczności piwa. Niestety, w kolekcji kultur IBPRS-PIB nie znaleziono żadnego szczepu odpowiedniego do otrzymania piwa w poszukiwanym stylu (New England IPA).

Zastosowane szczepy/blendy:

Nr katalogowy/ Nazwa	Producent	Zakres temperatur fermentacji, °C	Odfermentowanie pozorne, %	Flokulacja	Profil smakowy
WLP 066 London Fog Ale Yeast	White Labs	17-21	75-82	niska do średniej	średnio estrowy, pozostawia uczucie słodczy
WLP 067 Coastal Haze Ale Yeast Blend	White Labs	20-22	75-82	niska do średniej	estrowy, owoców tropikalnych (nuty mango i ananasa)
WLP 013 London Ale Yeast	White Labs	9-22	67-75	średnia	średnio estrowy
A20 Citrus	Imperial Yeast	19-27	74-78	niska	estrowy, owoców cytrusowych i tropikalnych (aromaty pomarańczy, cytryny)
FM 55 Zielone wzgórze	Fermentum Mobile	19-24	75-83	niska	przyjemny, zbalansowany profil owocowych estrów,

Sprawdzenie czystości zakupionych kultur oraz namnażanie szczepów/blendów (czyli przygotowanie odpowiedniej ilości gęstwy drożdżowej do zaszczerpienia brzeczek nastawnych) wykonano w laboratorium Zakładu Mikrobiologii IBPRS-PIB.

Stosowano dawkę drożdży do brzeczeki nastawnej w ilości ok. 0,5%, tak by po zaszczerpieniu uzyskać koncentrację ok. $5 \cdot 10^5$ jtk/ml brzeczeki.

Fermentację (ok. 9 dni) i leżakowanie (14 dni) piw prowadzono w pomieszczeniach z możliwością regulacji temperatury.

Próby w skali mikro wykonano na 3, najlepiej ocenionych w etapie laboratoryjnym szczepach/blendach. Przygotowanie brzeczeki nastawnej (zacieranie, gotowanie z chmielem), nastaw piw w skali mikro wykonano w warunkach browaru w Zwoleniu. Fermentowano brzeczeki o ekstrakcie około 13 stopni Plato. Po zaszczerpieniu próbki przekazano do laboratorium Pracowni Piwa i Słodu IBPRS-PIB, gdzie prowadzono fermentację i leżakowanie piw.

Badania fizykochemiczne, instrumentalne i sensoryczne brzeczek, piw fermentujących i piwa z obydwu etapów (skala laboratoryjna i skala mikro) 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 brzeczeki 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 fizykochemicznej brzeczki nastawnej w stylu **New England IPA** (skala laboratoryjna)

Parametr	Wynik średni
Ekstrakt Plato), % (m/m)	13,1
Azot ogółem, mg/l	1371
Wolny azot aminowy (FAN), mg/l	289
pH	5,35
Goryczka, j. BU	106,2
Cukry, g/100 ml	9,50
Fruktoza, g/100 ml	0,23
Glukoza, g/100 ml	1,80
Sacharoza+maltoza, g/100 ml	6,00
Maltotrioza, g/100 ml	1,47

Wyniki badań fizykochemicznych i oceny organoleptycznej piw.

Wykres 1. Zmiany stężenia cukrów w piwie podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **Citrus – Producent Imperial Yeast**

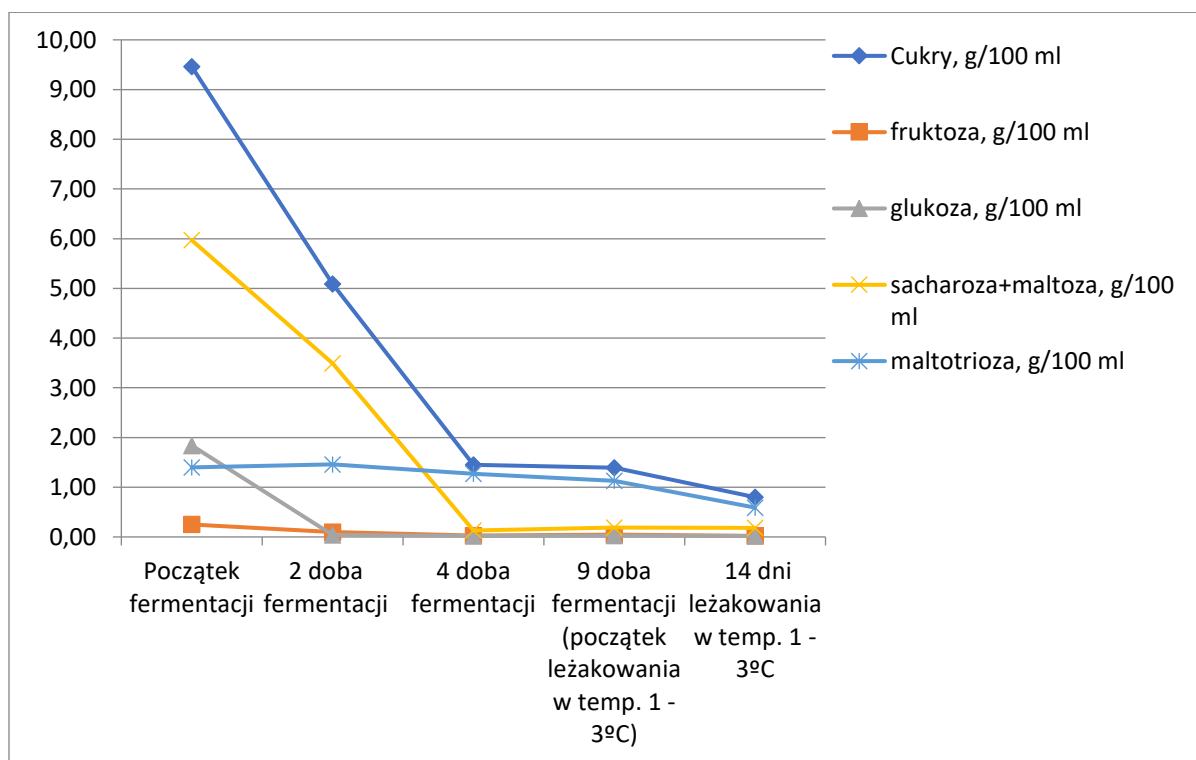


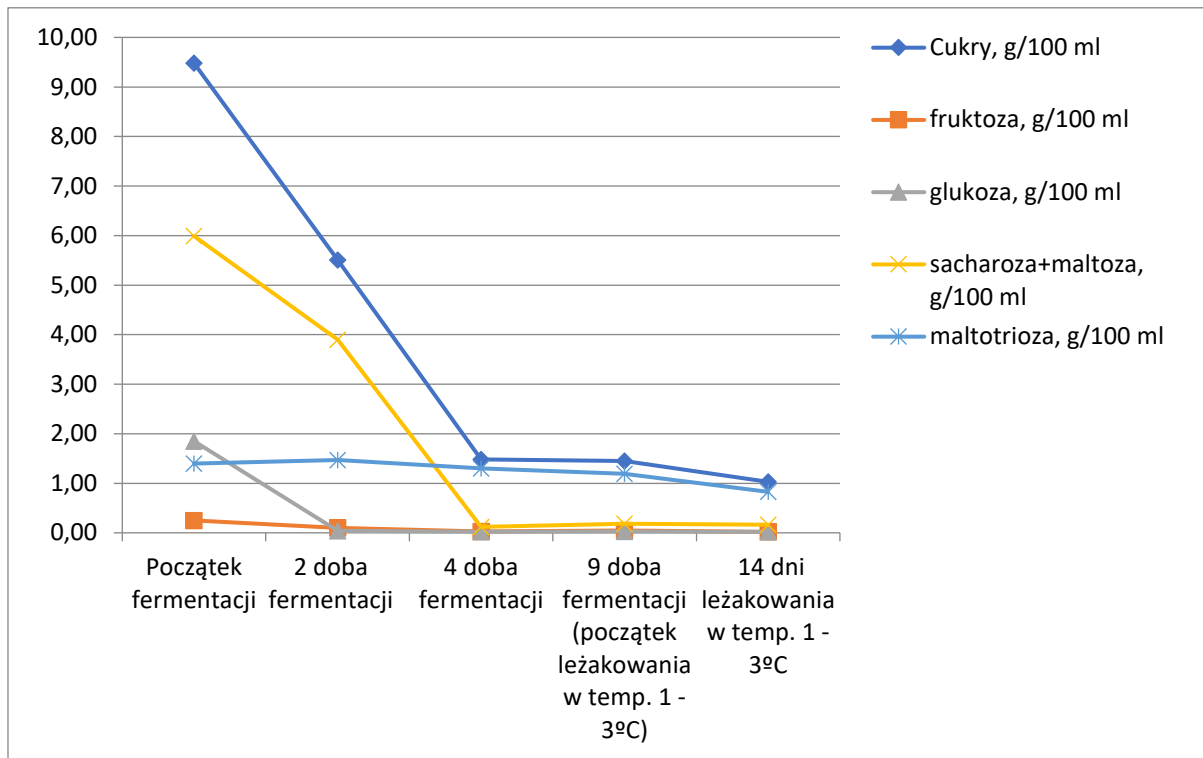
Tabela 2. Zmiany parametrów fizykochemicznych piwa podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **Citrus – Producent Imperial Yeast**

Parametr	Citrus – Producent Imperial Yeast			
	2 doba fermentacji (17°C)	4 doba fermentacji (17°C)	9 doba fermentacji (początek leżakowania w temp. 1 -3°C)	14 dni leżakowania w temp. 1 -3°C
Ekstrakt pozorny, % (m/m)	8,16	3,57	2,92	2,25
Ekstrakt rzeczywisty, % (m/m)	9,10	5,41	4,89	4,335
Alkohol, % (m/m)	2,00	4,01	4,30	4,545
Alkohol, % (v/v)	2,61	5,13	5,5	5,795
Ekstrakt brzeczki podstawowej, % (m/m)	12,95	13,11	13,17	13,09
Stopień odfermentowania pozornego, %	36,98	72,79	77,85	82,775
Stopień odfermentowania rzeczywistego, %	31,20	60,45	64,5	68,415
Wartość energetyczna, kcal/100 ml	47,21	47,49	47,67	47,305
Wartość energetyczna, kJ/100 ml	200,26	199,485	199,67	198,165
pH	4,40	-	4,18	4,26
Kwasowość ogólna, ml 1 M NaOH/100 ml	-	-	-	2,8
Goryczka, j. BU	-	-	-	73,1
Barwa, j. EBC	-	-	-	8,9
Cukry, g/100 ml	5,09	1,45	1,39	0,80
Fruktoza, g/100 ml	0,10	0,03	0,05	0,02
Glukoza, g/100 ml	0,04	0,02	0,03	0,02
Sacharoza+maltoza, g/100 ml	3,49	0,13	0,19	0,18
Maltotrioza, g/100 ml	1,46	1,27	1,13	0,59
Aldehyd octowy, mg/l	33,93	-	72,03	24,64
Octan etylu, mg/l	7,17	-	29,24	37,40
Diacetyl, mg/l	0,004	-	0,017	0,009
n-propanol, mg/l	18,17	-	49,97	50,45
Izo-butanol, mg/l	9,75	-	23,15	24,08
Octan izoamylu, mg/l	0,99	-	1,50	1,94
Alkohole amyłowe, mg/l	59,44	-	91,19	95,44

Tabela 3. Zmiany parametrów fizykochemicznych piwa podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **Coastal Haze Ale Yeast Blend – Producent: White Labs**

Parametr	Coastal Haze Ale Yeast Blend – Producent: White Labs			
	2 doba fermentacji (17°C)	4 doba fermentacji (17°C)	9 doba fermentacji (początek leżakowania w temp. 1 -3°C)	14 dni leżakowania w temp. 1 -3°C
Ekstrakt pozorny, % (m/m)	8,58	3,60	3,00	2,64
Ekstrakt rzeczywisty, % (m/m)	9,47	5,41	4,94	4,57
Alkohol, % (m/m)	1,89	3,95	4,22	4,20
Alkohol, % (v/v)	2,48	5,06	5,40	5,36
Ekstrakt brzeczki podstawowej, % (m/m)	13,11	13,01	13,07	12,67
Stopień odfermentowania pozornego, %	34,58	72,37	77,05	79,18
Stopień odfermentowania rzeczywistego, %	29,23	60,11	63,85	65,49
Wartość energetyczna, kcal/100 ml	47,88	47,10	47,30	45,72
Wartość energetyczna, kJ/100 ml	203,22	197,87	198,45	191,73
pH	4,45	-	4,31	4,31
Kwasowość ogólna, ml 1 M NaOH/100 ml	-	-	-	2,6
Goryczka, j. BU	-	-	-	70,6
Barwa, j. EBC	-	-	-	8,9
Cukry, g/100 ml	5,51	1,48	1,45	1,03
Fruktoza, g/100 ml	0,10	0,03	0,05	0,02
Glukoza, g/100 ml	0,04	0,02	0,03	0,02
Sacharoza+maltoza, g/100 ml	3,90	0,12	0,18	0,16
Maltotrioza, g/100 ml	1,47	1,30	1,19	0,83
Aldehyd octowy, mg/l	27,64	-	67,61	20,43
Octan etylu, mg/l	6,43	-	29,65	35,59
Diacetyl, mg/l	0,003	-	0,019	0,009
n-propanol, mg/l	15,10	-	53,37	55,35
Izo-butanol, mg/l	8,04	-	24,51	26,61
Octan izoamylu, mg/l	1,03	-	1,45	2,04
Alkohole amyłowe, mg/l	58,41	-	96,06	99,92

Wykres 2. Zmiany stężenia cukrów w piwie podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **Coastal Haze Ale Yeast Blend** – Producent: **White Labs**



Wykres 3. Zmiany stężenia cukrów w piwie podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **London Ale Yeast** – Producent: **White Labs**

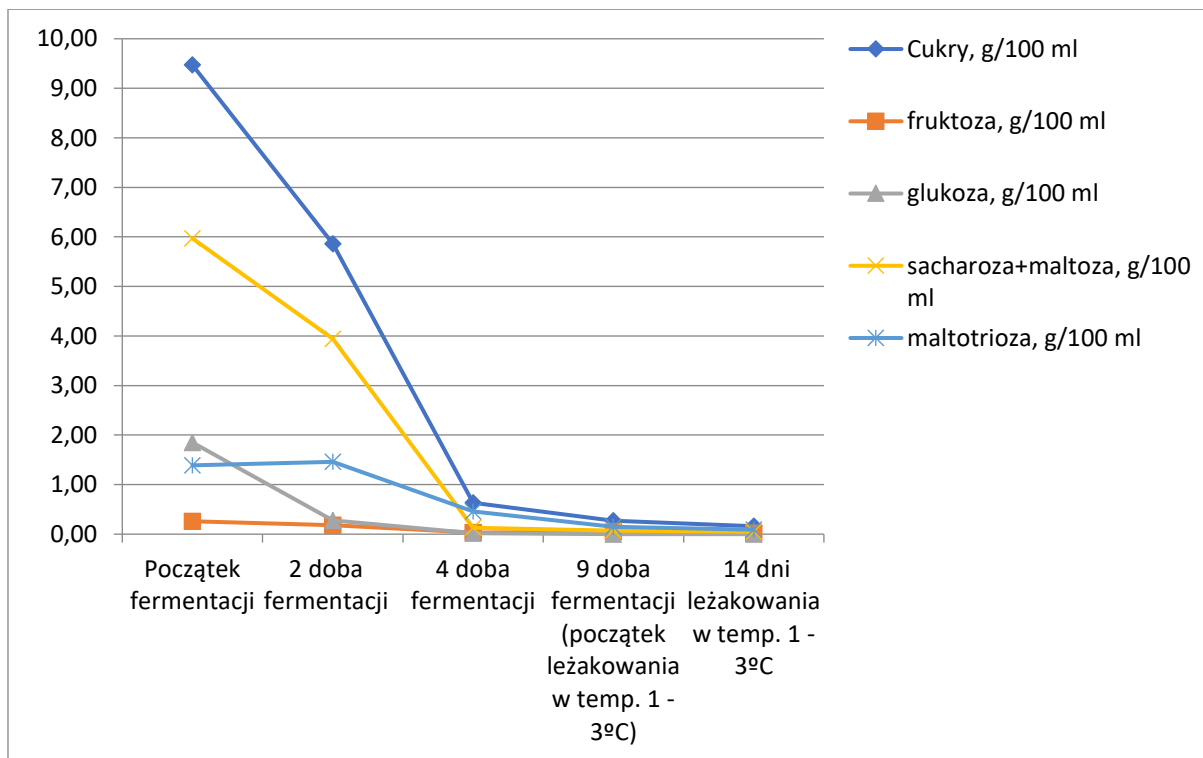


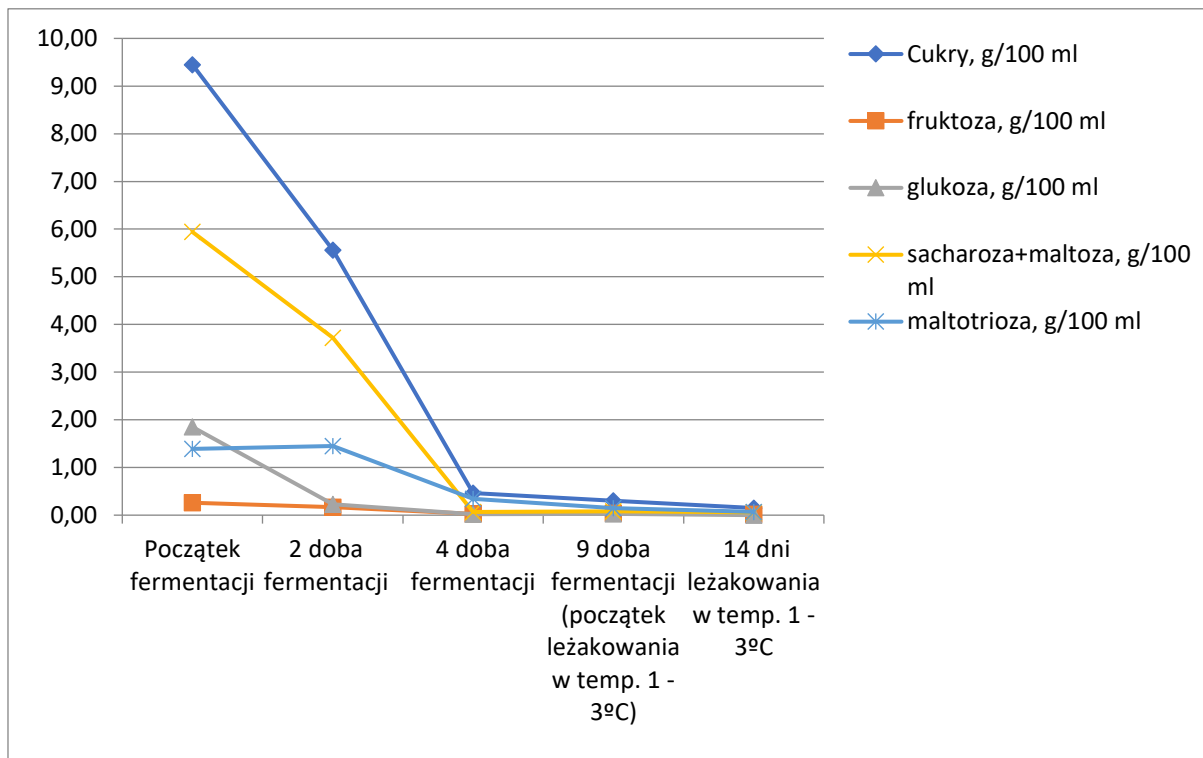
Tabela 4. Zmiany parametrów fizykochemicznych piwa podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **London Ale Yeast – Producent: White Labs**

Parametr	London Ale Yeast – Producent: White Labs			
	2 doba fermentacji (17°C)	4 doba fermentacji (17°C)	9 doba fermentacji (początek leżakowania w temp. 1 -3°C)	14 dni leżakowania w temp. 1 -3°C
Ekstrakt pozorny, % (m/m)	8,98	2,49	1,83	1,82
Ekstrakt rzeczywisty, % (m/m)	9,82	4,58	4,06	4,06
Alkohol, % (m/m)	1,80	4,575	4,88	4,92
Alkohol, % (v/v)	2,36	5,845	6,21	6,26
Ekstrakt brzeczki podstawowej, % (m/m)	13,29	13,38	13,44	13,51
Stopień odfermentowania pozornego, %	32,44	81,35	86,35	86,55
Stopień odfermentowania rzeczywistego, %	27,46	67,325	71,30	71,465
Wartość energetyczna, kcal/100 ml	48,55	48,41	48,61	48,865
Wartość energetyczna, kJ/100 ml	206,21	202,90	203,41	204,485
pH	4,54	-	4,34	4,45
Kwasowość ogólna, ml 1 M NaOH/100 ml	-	-	-	2,2
Goryczka, j. BU	-	-	-	78,6
Barwa, j. EBC	-	-	-	8,9
Cukry, g/100 ml	5,86	0,63	0,27	0,16
Fruktoza, g/100 ml	0,18	0,03	0,05	0,02
Glukoza, g/100 ml	0,28	0,02	0,00	0,00
Sacharoza+maltoza, g/100 ml	3,94	0,13	0,07	0,05
Maltotrioza, g/100 ml	1,46	0,46	0,15	0,09
Aldehyd octowy, mg/l	27,64	-	45,81	47,09
Octan etylu, mg/l	6,43	-	25,21	24,41
Diacetyl, mg/l	0,003	-	0,006	0,006
n-propanol, mg/l	15,10	-	32,31	26,05
Izo-butanol, mg/l	8,04	-	45,41	39,26
Octan izoamylu, mg/l	1,03	-	0,88	0,82
Alkohole amyłowe, mg/l	58,41	-	83,27	75,95

Tabela 5. Zmiany parametrów fizykochemicznych piwa podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **London Fog Ale Yeast – Producent: White Labs**

Parametr	London Fog Ale Yeast – Producent: White Labs			
	2 doba fermentacji (17°C)	4 doba fermentacji (17°C)	9 doba fermentacji (początek leżakowania w temp. 1 -3°C)	14 dni leżakowania w temp. 1 -3°C
Ekstrakt pozorny, % (m/m)	8,61	2,28	1,83	1,81
Ekstrakt rzeczywisty, % (m/m)	9,53	4,41	4,05	4,06
Alkohol, % (m/m)	1,97	4,66	4,86	4,92
Alkohol, % (v/v)	2,57	5,95	6,19	6,27
Ekstrakt brzeczki podstawowej, % (m/m)	13,31	13,36	13,4	13,52
Stopień odfermentowania pozornego, %	35,35	83,02	86,31	86,58
Stopień odfermentowania rzeczywistego, %	29,89	68,64	71,26	71,49
Wartość energetyczna, kcal/100 ml	48,63	48,31	48,48	48,89
Wartość energetyczna, kJ/100 ml	206,38	202,35	202,86	204,58
pH	4,53	-	4,33	4,47
Kwasowość ogólna, ml 1 M NaOH/100 ml	-	-	-	2,4
Goryczka, j. BU	-	-	-	77,9
Barwa, j. EBC	-	-	-	8,9
Cukry, g/100 ml	5,56	0,46	0,30	0,15
Fruktoza, g/100 ml	0,17	0,03	0,04	0,02
Glukoza, g/100 ml	0,23	0,02	0,03	0,00
Sacharoza+maltoza, g/100 ml	3,72	0,07	0,08	0,06
Maltotrioza, g/100 ml	1,45	0,34	0,15	0,07
Aldehyd octowy, mg/l	16,70	-	78,46	50,82
Octan etylu, mg/l	5,14	-	28,31	26,77
Diacetyl, mg/l	0,003	-	0,021	0,007
n-propanol, mg/l	10,63	-	30,71	25,17
Izo-butanol, mg/l	11,72	-	38,56	32,31
Octan izoamylu, mg/l	0,36	-	0,87	0,93
Alkohole amyłowe, mg/l	31,89	-	80,11	73,45

Wykres 4. Zmiany stężenia cukrów w piwie podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **London Fog Ale Yeast – Producent: White Labs**



Wykres 5. Zmiany stężenia cukrów w piwie podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **Zielone wzgórze – Producent: Fermentum Mobile**

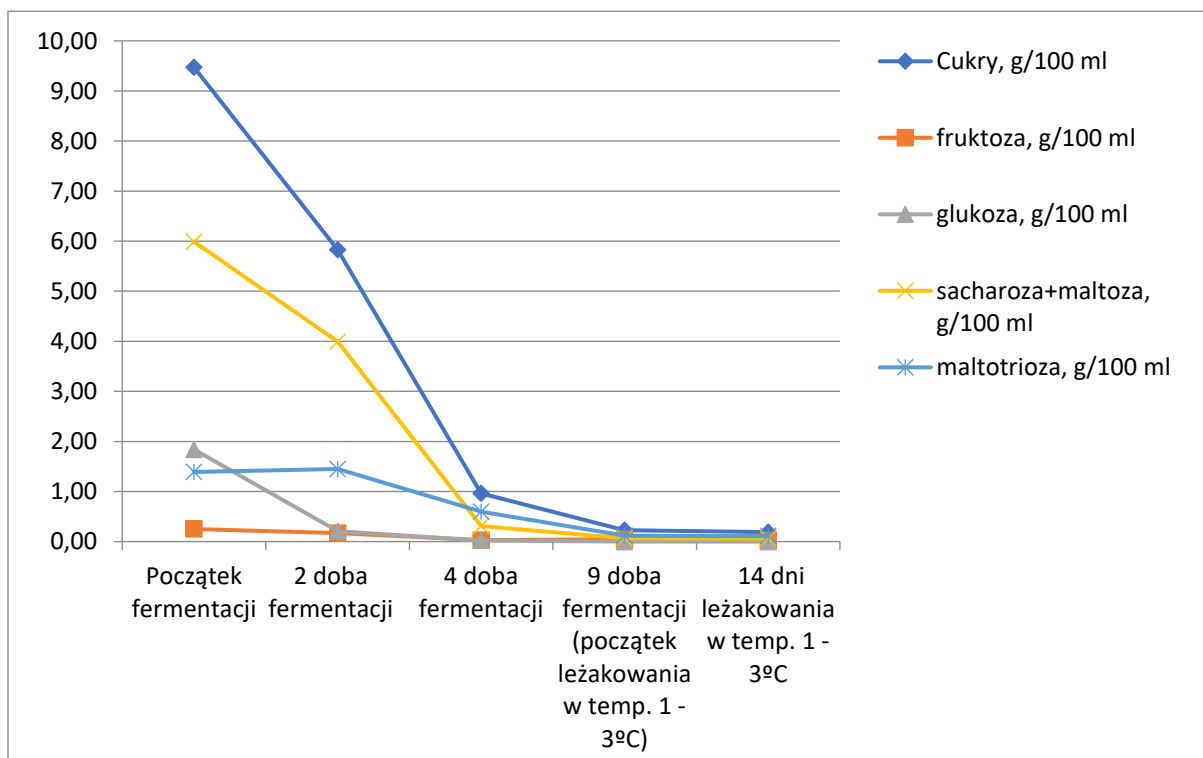
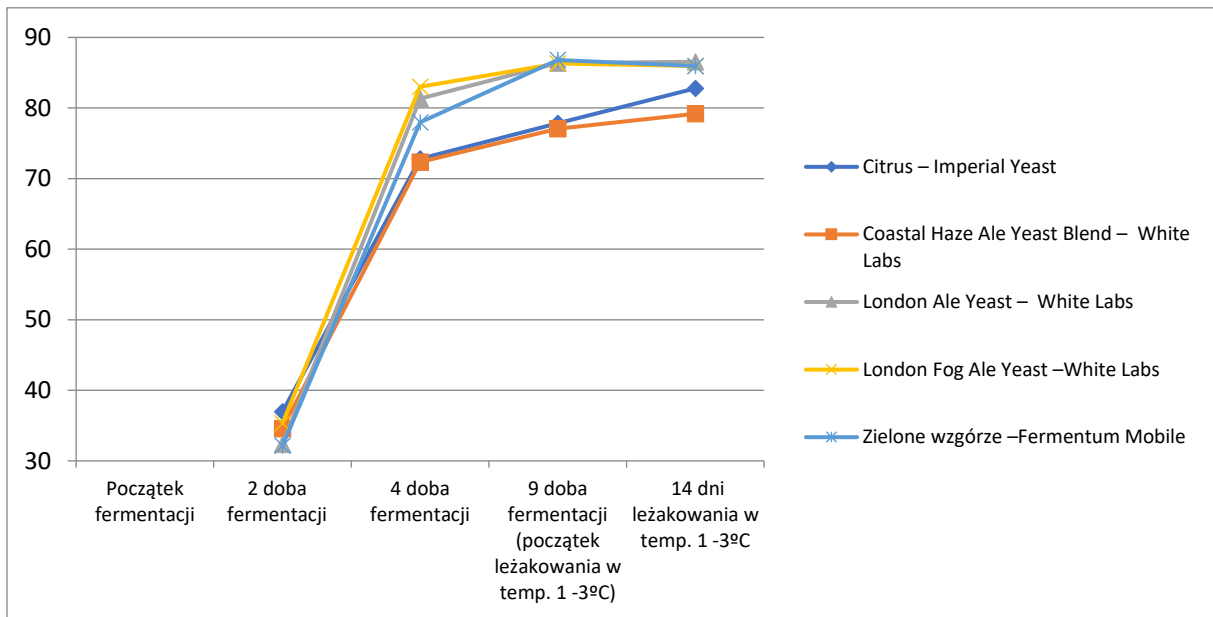


Tabela 6. Zmiany parametrów fizykochemicznych piwa podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **Zielone wzgórze – Producent: Fermentum Mobile**

Parametr	Zielone wzgórze – Producent: Fermentum Mobile			
	2 doba fermentacji (17°C)	4 doba fermentacji (17°C)	9 doba fermentacji (początek leżakowania w temp. 1 -3°C)	14 dni leżakowania w temp. 1 -3°C
Ekstrakt pozorny, % (m/m)	8,99	2,96	1,80	1,92
Ekstrakt rzeczywisty, % (m/m)	9,82	4,98	4,07	4,16
Alkohol, % (m/m)	1,78	4,40	4,98	4,94
Alkohol, % (v/v)	2,33	5,62	6,34	6,29
Ekstrakt brzeczki podstawowej, % (m/m)	13,24	13,44	13,63	13,65
Stopień odfermentowania pozornego, %	32,15	77,95	86,80	85,96
Stopień odfermentowania rzeczywistego, %	27,22	64,62	71,68	71,02
Wartość energetyczna, kcal/100 ml	48,40	48,64	49,34	49,41
Wartość energetyczna, kJ/100 ml	205,57	204,03	206,43	206,79
pH	4,52	-	4,57	4,49
Kwasowość ogólna, ml 1 M NaOH/100 ml	-	-	-	2,2
Goryczka, j. BU	-	-	-	83,0
Barwa, j. EBC	-	-	-	9,9
Cukry, g/100 ml	5,83	0,96	0,23	0,19
Fruktoza, g/100 ml	0,17	0,03	0,05	0,02
Glukoza, g/100 ml	0,21	0,02	0,00	0,00
Sacharoza+maltoza, g/100 ml	3,99	0,31	0,07	0,06
Maltotrioza, g/100 ml	1,45	0,60	0,12	0,11
Aldehyd octowy, mg/l	9,08	-	10,51	11,82
Octan etylu, mg/l	0,99	-	17,92	16,14
Diacetyl, mg/l	0,0003	-	0,012	0,001
n-propanol, mg/l	3,25	-	23,07	17,28
Izo-butanol, mg/l	3,15	-	21,51	15,79
Octan izoamylu, mg/l	0,08	-	0,55	0,44
Alkohole amyłowe, mg/l	9,01	-	63,16	51,26

Wykres 6. Zmiany stopnia odfermentowania pozornego (%) w piwie podczas fermentacji i leżakowania piwa w zależności od użytego szczepu/blendu.



Wykres 7. Zawartość alkoholu (% obj.) w piwie, w zależności od zastosowanego szczepu/blendu drożdży.

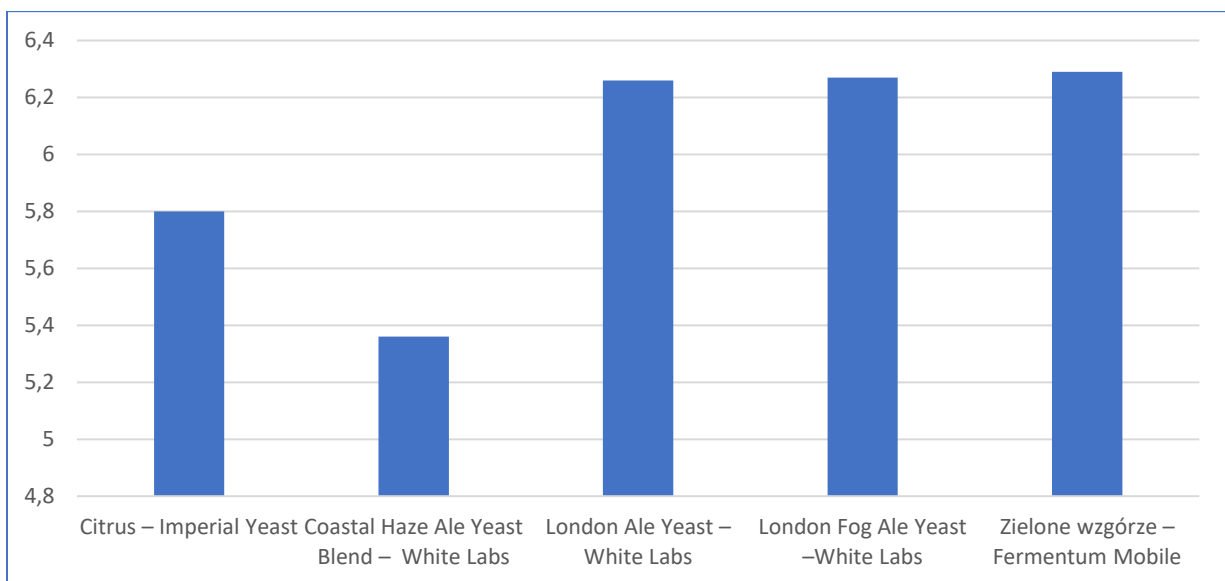


Tabela 7. Ocena sensoryczna otrzymanych piw w stylu New England IPA (wyniki średnie)

Ocena sensoryczna piwa w skali 1-6 (wartości średnie w pkt)					
	Citrus – Imperial Yeast	Coastal Haze Ale Yeast Blend –White Labs	London Ale Yeast –White Labs	London Fog Ale Yeast –White Labs	Zielone wzgórze – Fermentum Mobile
Zapach	4,7	5,1	5,0	5,0	4,7
Smak	4,6	5,2	4,9	4,8	4,1
Smakowitość	4,7	5,0	4,9	4,8	4,2
Nasylenie	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Goryczka	4,5	4,8	4,5	4,5	4,5
Ocena średnia Zapach×4 + Smak×8 + Smakowitość×12 + Nasylenie×2 + Goryczka×4 / (suma współczynników ważkości = 30)	4,63	5,01	4,83	4,77	4,30

Analiza wyników zawartych w tabelach 1-7 i na wykresach 1-6 wskazuje, że z brzezki o ekstrakcie ok. 13 % wag., w zależności od zastosowanego szczepu drożdży, otrzymano piwa o zawartości alkoholu od 5,36 do 6,29% obj. 3 z 5 szczepów wytworzyły prawie tyle samo alkoholu (ok. 6,3% obj.), wyraźnie mniej zawierało go piwo otrzymane z użyciem szczepu Coastal Haze Ale Yeast Blend (wykres 7). Potwierdziły to wyniki odfermentowania, które było wysokie i wyniosło ponad 80% dla 4 z 5 wariantów (wykres 6).

Wszystkie piwa były wyraźnie mętne, co jest charakterystyczne dla tego stylu. Wyniki oceny sensorycznej otrzymanych piw w stylu New England IPA pokazały, że zespół degustatorów najlepiej ocenił piwa otrzymane przy użyciu szczepów: Coastal Haze Ale Yeast Blend –White Labs, London Ale Yeast –White Labs i London Fog Ale Yeast –White Labs. Pozostałe 2 piwa (otrzymane z zastosowaniem: Citrus –Imperial Yeast i Zielone wzgórze – Fermentum Mobile oceniono gorzej. Panel degustatorów obniżył oceny za goryczkę, która dla wszystkich piw, chociaż niepozostająca, była zbyt silna (co wynikało z za wysokiego nachmienia brzezki).

W kolejnym etapie, w skali mikro, zdecydowano zastosować do fermentacji tylko 3 najlepiej ocenione szczepy.

Wyniki z doświadczeń w skali mikro zebrano w tabelach 8-12 i na wykresach 8-11.

Tabela 8. Parametry fizykochemicznej brzeczki nastawnej **New England IPA** (skala mikro)

Parametr	Wynik średni
Ekstrakt Plato), % (m/m)	13,47
Azot ogółem, mg/l	843
Wolny azot aminowy (FAN), mg/l	145
pH	5,54
Goryczka, j. BU	64,0
Cukry, g/100 ml	8,96
Fruktoza, g/100 ml	0,13
Glukoza, g/100 ml	0,71
Sacharoza+maltoza, g/100 ml	6,43
Maltotrioza, g/100 ml	1,70

Wykres 8. Zmiany stężenia cukrów w piwie podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **London Ale Yeast – Producent: White Labs** (skala mikro)

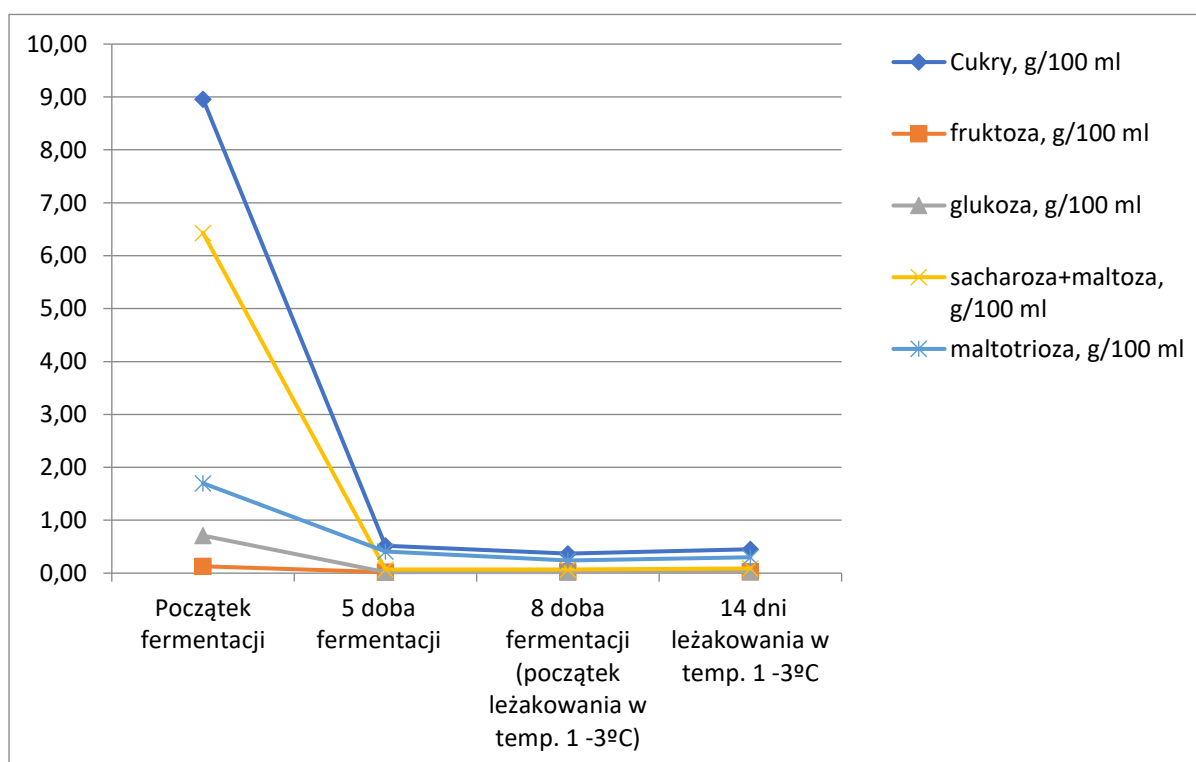


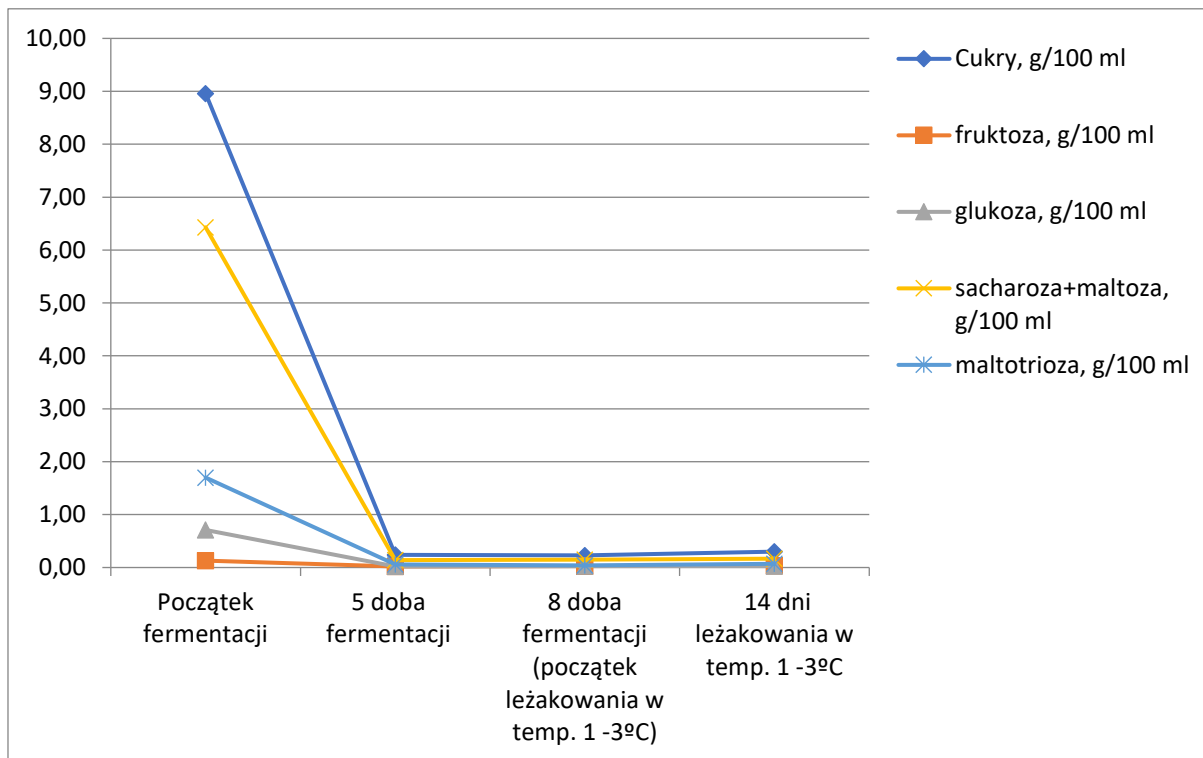
Tabela 9. Zmiany parametrów fizykochemicznych piwa podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **London Ale Yeast – Producent: White Labs** (skala mikro)

Parametr	London Ale Yeast – Producent: White Labs (skala mikro)		
	5 doba fermentacji (17°C)	8 doba fermentacji (początek leżakowania w temp. 1 -3°C	14 dni leżakowania w temp. 1 -3°C
Ekstrakt pozorny, % (m/m)	3,22	3,04	3,03
Ekstrakt rzeczywisty, % (m/m)	5,23	5,11	5,10
Alkohol, % (m/m)	4,39	4,52	4,52
Alkohol, % (v/v)	5,62	5,78	5,79
Ekstrakt brzeczki podstawowej, % (m/m)	13,66	13,77	13,78
Stopień odfermentowania pozornego, %	76,43	77,90	77,99
Stopień odfermentowania rzeczywistego, %	63,43	64,63	64,70
Wartość energetyczna, kcal/100 ml	49,52	49,97	50,01
Wartość energetyczna, kJ/100 ml	207,79	209,61	209,99
pH	4,65	4,76	4,86
Kwasowość ogólna, ml 1 M NaOH/100 ml	-	-	1,5
Goryczka, j. BU	-	-	43,6
Cukry, g/100 ml	0,52	0,37	0,45
Fruktoza, g/100 ml	0,02	0,03	0,03
Glukoza, g/100 ml	0,02	0,02	0,03
Sacharoza+maltoza, g/100 ml	0,07	0,07	0,09
Maltotrioza, g/100 ml	0,41	0,24	0,3
Barwa, j. EBC	-	-	6,2
Aldehyd octowy, mg/l	6,15	7,91	8,36
Octan etylu, mg/l	15,79	18,28	18,41
Diacetyl, mg/l	0,008	0,007	0,006
n-propanol, mg/l	28,91	30,79	30,41
Izo-butanol, mg/l	33,82	37,11	36,69
Octan izoamylu, mg/l	0,64	0,70	0,62
Alkohole amyłowe, mg/l	58,72	62,98	61,57

Tabela 10. Zmiany parametrów fizykochemicznych piwa podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **London Fog Ale Yeast – Producent: White Labs** (skala mikro)

Parametr	London Fog Ale Yeast – Producent: White Labs (skala mikro)		
	5 doba fermentacji (17°C)	8 doba fermentacji (początek leżakowania w temp. 1 -3°C)	14 dni leżakowania w temp. 1 -3°C
Ekstrakt pozorny, % (m/m)	2,98	2,99	3,00
Ekstrakt rzeczywisty, % (m/m)	4,99	5,01	5,00
Alkohol, % (m/m)	4,39	4,40	4,35
Alkohol, % (v/v)	5,62	5,63	5,57
Ekstrakt brzeczki podstawowej, % (m/m)	13,43	13,47	13,37
Stopień odfermentowania pozornego, %	77,86	77,78	71,56
Stopień odfermentowania rzeczywistego, %	64,55	64,49	64,29
Wartość energetyczna, kcal/100 ml	48,67	48,79	48,41
Wartość energetyczna, kJ/100 ml	204,14	204,63	203,08
pH	4,25	4,33	4,37
Kwasowość ogólna, ml 1 M NaOH/100 ml	-	-	2,1
Goryczka, j. BU	-	-	38,9
Barwa, j. EBC	-	-	6,5
Cukry, g/100 ml	0,24	0,23	0,30
Fruktoza, g/100 ml	0,02	0,03	0,03
Glukoza, g/100 ml	0,02	0,03	0,03
Sacharoza+maltoza, g/100 ml	0,14	0,15	0,17
Maltotrioza, g/100 ml	0,06	0,04	0,07
Aldehyd octowy, mg/l	3,49	3,86	5,88
Octan etylu, mg/l	16,41	18,15	18,12
Diacetyl, mg/l	0,019	0,020	0,018
n-propanol, mg/l	28,08	31,14	29,73
Izo-butanol, mg/l	18,48	20,62	20,08
Octan izoamylu, mg/l	0,92	0,92	0,81
Alkohole amyłowe, mg/l	99,31	108,85	104,86

Wykres 9. Zmiany stężenia cukrów w piwie podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **London Fog Ale Yeast** – Producent: **White Labs** (skala mikro)



Wykres 10. Zmiany stężenia cukrów w piwie podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **Coastal Haze Ale Yeast Blend** – Producent: **White Labs** (skala mikro)

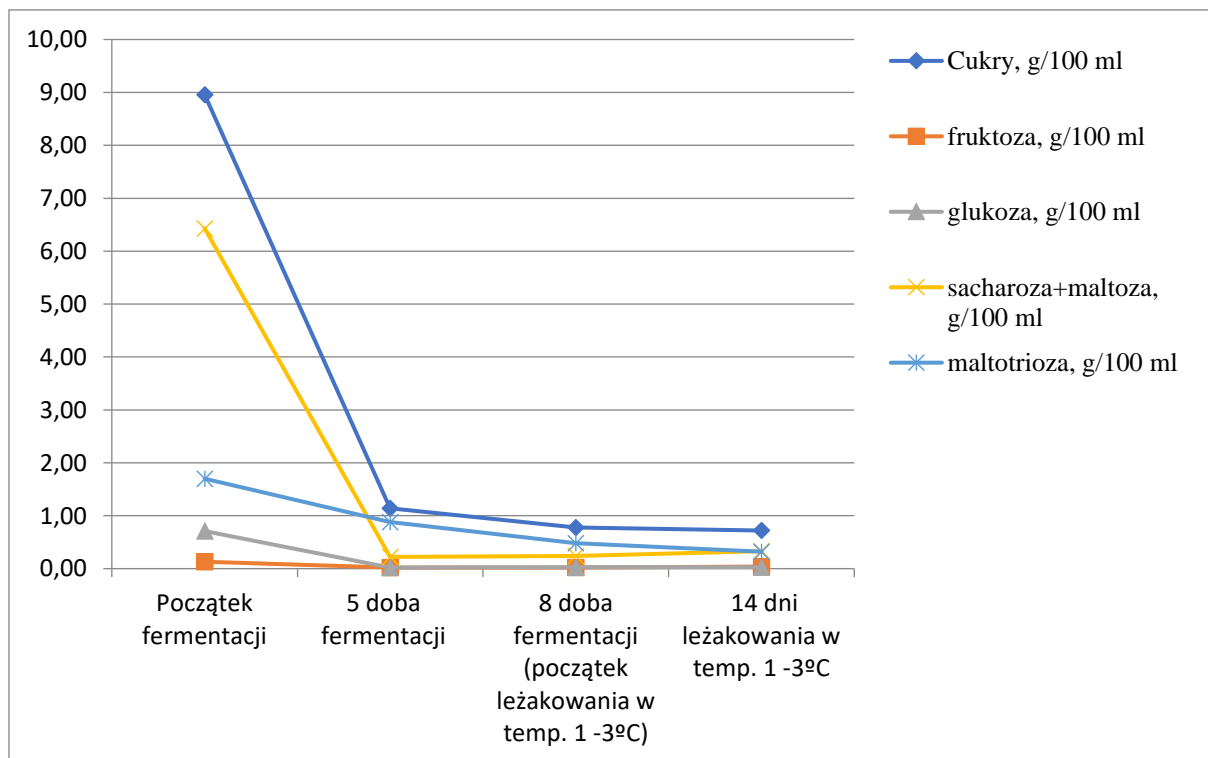


Tabela 11. Zmiany parametrów fizykochemicznych piwa podczas fermentacji i leżakowania piwa otrzymanego z użyciem **Coastal Haze Ale Yeast Blend – Producent: White Labs** (skala mikro)

Parametr	Coastal Haze Ale Yeast Blend – Producent: White Labs (skala mikro)		
	5 doba fermentacji (17°C)	8 doba fermentacji (początek leżakowania w temp. 1 -3°C)	14 dni leżakowania w temp. 1 -3°C
Ekstrakt pozorny, % (m/m)	3,47	2,78	2,35
Ekstrakt rzeczywisty, % (m/m)	5,47	4,91	4,56
Alkohol, % (m/m)	4,38	4,67	4,85
Alkohol, % (v/v)	5,62	5,97	6,19
Ekstrakt brzeczki podstawowej, % (m/m)	13,88	13,86	13,86
Stopień odfermentowania pozornego, %	75,00	79,95	83,03
Stopień odfermentowania rzeczywistego, %	62,32	66,27	68,72
Wartość energetyczna, kcal/100 ml	50,40	50,33	50,24
Wartość energetyczna, kJ/100 ml	211,56	210,78	210,44
pH	4,37	4,39	4,42
Kwasowość ogólna, ml 1 M NaOH/100 ml	-	-	2,0
Goryczka, j. BU	-	-	39,2
Barwa, j. EBC	-	-	5,9
Cukry, g/100 ml	1,14	0,78	0,72
Fruktoza, g/100 ml	0,02	0,02	0,04
Glukoza, g/100 ml	0,02	0,03	0,03
Sacharoza+maltoza, g/100 ml	0,22	0,24	0,33
Maltotrioza, g/100 ml	0,88	0,48	0,32
Aldehyd octowy, mg/l	7,87	8,09	9,74
Octan etylu, mg/l	25,09	32,38	33,08
Diacetyl, mg/l	0,016	0,018	0,026
n-propanol, mg/l	76,20	81,05	78,91
Izo-butanol, mg/l	16,90	19,16	19,82
Octan izoamylu, mg/l	1,10	1,22	0,94
Alkohole amyłowe, mg/l	91,38	99,43	98,34

Wykres 11. Zawartość alkoholu (% obj.) w piwie, w zależności od zastosowanego szczepu/blendu drożdży (skala mikro)

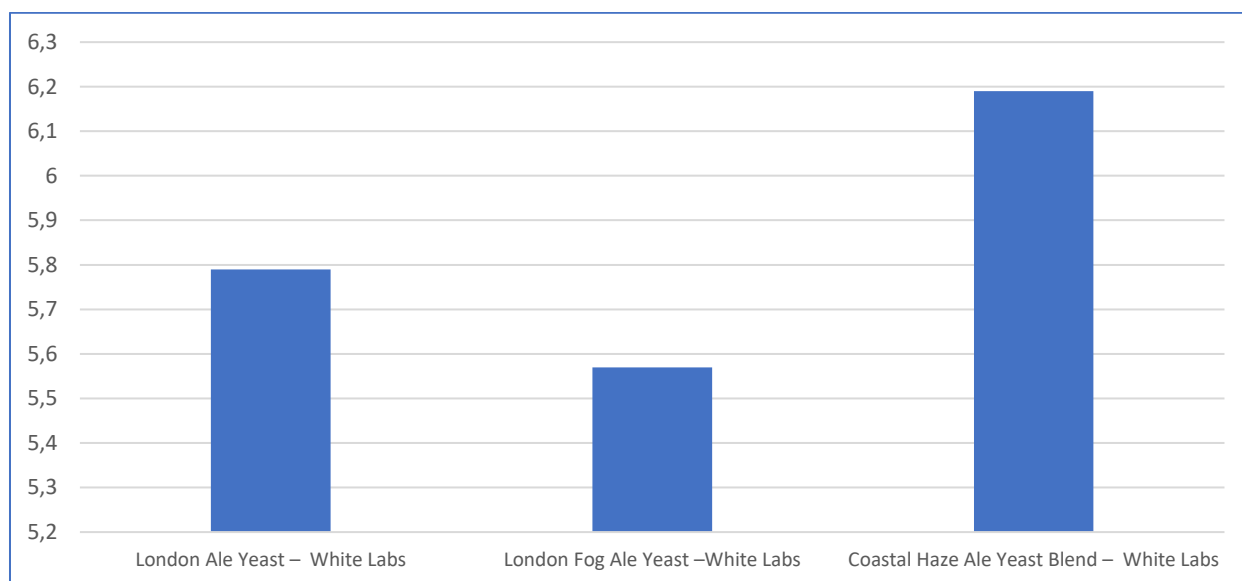


Tabela 12. Ocena sensoryczna otrzymanych piw w skali mikro (wyniki średnie)

Ocena sensoryczna piwa w skali 1-6 (wartości średnie w pkt)			
	London Ale Yeast – Producent: White Labs	London Fog Ale Yeast – Producent: White Labs	Coastal Haze Ale Yeast Blend – Producent: White Labs
Zapach	4,8	5,0	5,1
Smak	5,0	5,3	5,5
Smakowitość	4,8	5,0	5,1
Nasylenie	4,5	4,5	4,5
Goryczka	5,0	5,0	5,0
Ocena średnia Zapach×4 + Smak×8 + Smakowitość×12 + Nasylenie×2 + Goryczka×4 / (suma współczynników ważkości = 30)	4,86	5,05	5,15

Podsumowanie i wnioski

Z analizy tabel 8-12 i wykresów 8-11 (doświadczenia w skali mikro) wynika, że przy zastosowanych warunkach fermentacji i leżakowania, z brzezki chmielonej o ekstrakcie ok. 13-13,5% wag. uzyskano piwa w stylu New England IPA, o zawartości alkoholu (w zależności od zastosowanego szczepu) 5,5-6,2% obj. (wykres 11) i przyjemnych, charakterystycznych dla tego stylu piwa cechach organoleptycznych i sensorycznych, czyli wyczuwalnym aromacie estrowym i owocowym oraz chmielowym.

Doświadczenia te, w zakresie uzyskanych parametrów piw z poszczególnych wariantów były porównywalne z wynikami doświadczeń w skali laboratoryjnej. Klarowność piw nie była analizowana, gdyż dla wszystkich próbek przekraczała ona zakres pomiarowy nefelometru (wynosiła > 20 jednostek EBC). Piwa cechował bardzo przyjemny, estrowy aromat.

Wyniki oceny sensorycznej otrzymanych piw (tabela 12) pokazały, że zespół degustatorów najlepiej ocenił piwa otrzymane przy użyciu szczepów: Coastal Haze Ale Yeast Blend –White Labs, London Fog Ale Yeast –White Labs. Ostatnie piwo (otrzymane z zastosowaniem: London Ale Yeast –White Labs) oceniono nieco gorzej.

Literatura:

1. <http://kraftmagia.pl/2018/12/co-to-jest-new-england-ipa/>
2. <https://piwolucja.pl/felietony/new-england-ipa-test-polskich-piw/>
3. <https://www.beercartel.com.au/blog/what-are-new-england-ipas-neipas/>
4. Masłowski P.: New England IPA oraz DDH IPA – techniki fermentacji i chmielenia, Piwowar, nr 3 (34), 2020
5. Puślecki M.: New England IPA, <https://kpd.pspd.org.pl/new-england-ipa-hazy-ipa/>