



INSTYTUT BIOTECHNOLOGII
PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO
im. prof. Wacława Dąbrowskiego
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

SPRAWOZDANIE

z zadania pt.

„Badania nad pasteryzacją piwa”

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, 2022

INSTYTUT BIOTECHNOLOGII PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO im. prof. Wacława Dąbrowskiego – PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY			
ul. Rakowiecka 36 • 02-532 Warszawa	ibprs@ibprs.pl	NIP: 525-000-82-64	PKO S.A. 10 O/WARSZAWA
T: +48 22 606 36 00	www.ibprs.pl	REGON: 000053835	67 1240 1095 1111 0000 0336 5564
F: +48 22 849 04 26		KRS: 0000126823	

Wstęp

Pasteryzacja jest jednym z najskuteczniejszych sposobów przedłużania trwałości żywności. Opracował ją w XIX w. Ludwik Pasteur, który większość swojego życia poświęcił badaniom dotyczącym konserwacji czyli utrwalania żywności.

Definicja słowa utrwalanie w aspekcie biologicznym to zabicie komórek biologicznych metodami fizycznymi lub chemicznymi i głównym celem tej czynności jest zapobiegnię psuciu się produktów żywnościowych podczas ich przechowywania. Aby piwo było stabilne i miało również trwały, relatywnie niezmienny bukiet, smak i wygląd to jego „utrwalanie” musi zacząć się dużo wcześniej niż dopiero podczas procesu pasteryzacji. Na kolejnych etapach procesu produkcyjnego piwo zostaje pozbawione nadmiaru białek, polifenoli i komórek drożdżowych. Stosuje się PVPP, filtrację, przeciwutleniacze i wreszcie pasteryzację lub inne metody utrwalania, najczęściej mikrofiltrację.

Piwo obok wina, mleka oraz soków i napojów owocowych jest napojem najczęściej poddawany pasteryzacji. Jednakże proces utrwalania piwa metodą pasteryzacji znalazł zastosowanie w browarnictwie dopiero w XX wieku. W Polsce początki stosowania pasteryzacji przypadają dopiero na lata 80-te i 90-te ubiegłego wieku.

By zrozumieć po co jest przeprowadzana, należy zdać sobie sprawę, że piwo nie psuje się samo z siebie. Każde zepsucie piwa wynika z rozwoju w nim niepożądanych drobnoustrojów. Dzięki pasteryzacji niszczone są bakterie potencjalnie mogące doprowadzić do skwaśnienia i innych defektów, tym samym przedłużany jest czas trwałości produktu. Piwo pasteryzowane może stać na półce sklepowej przez kilka, a nawet kilkanaście miesięcy. Kiedyś pasteryzacja piwa była postrzegana korzystnie, gdyż była synonimem lepszej jakości. Konsumenci woleli kupować piwa pasteryzowane aniżeli te, które w ciągu parunastu dni ulegały zepsuciu.

Pasteryzacja – to proces termiczny mający na celu maksymalne zmniejszenie szans na przetrwanie dla wszystkich żywych form mikroorganizmów w piwie. Polega ona na podgrzaniu oraz przetrzymaniu piwa w określonej temperaturze, zwykle na poziomie 60 - 65 stopni Celsjusza. Jednostka pasteryzacji (JP) jest to działanie temp. 60°C przez 1 minutę.

$$JP = \text{czas} * 1.393^{(\text{temperatura} - 60^{\circ}\text{C})}$$

Aby osiągnąć minimalny efekt pasteryzacji przyjmuje się dawkę 5,6 JP [jednostek pasteryzacyjnych] czyli np. 5 min. i 36 sek. w temp. 60°C. Do osiągnięcia tego samego efektu można zastosować wyższą temperaturę ale za to w krótszym czasie. Wzrost temperatury o 7°C skraca 10-krotnie czas procesu. Według Dylkowskiego, aby spasteryzować piwo wystarczy 15 JP. Jednakże ostateczne zakresy zależą od wielu czynników fizykochemicznych piwa. W praktyce piwowarzy poruszają się jednak w większych przedziałach i jest to zwykle zakres 20 – 50 JP. Istotne jest aby odpowiednią temperaturę otrzymał środek butelki lub puszki, więc łączny czas przebywania w pasteryzatorze tunelowym może wynosić około 30 – 40 minut a nawet do godziny. Inną metodą jest pasteryzacja w przepływie, która pozwala w szybkim czasie najpierw osiągnąć wyższą temperaturę np. 72,5°C a np. po 20 sekundach (20 JP) obniżyć ją. Generalnie pasteryzacja w przepływie obejmuje zwykle zakres temperatur 68-72°C w czasie około 50 sekund.

W tej drugiej metodzie piwo jest dużo krócej wyeksponowane na wysoką temperaturę i w efekcie otrzymuje mniejszy szok termiczny co skutkuje ograniczonym „pogorszeniem” jakości sensorycznej piwa.

Właściwości piwa pasteryzowanego:

- nie wymaga przechowywania w chłodni
- długi termin przydatności.
- może mieć tzw. posmak pasteryzacyjny, który przypisuje się głównie reakcjom Maillarda i związkom melanoidynowym, czyli minimalnie głębszy aromat słodowy, posmaki chlebowe, oraz miodowe związane z przyspieszonymi procesami utlenienia i starzenia się piwa podczas procesu pasteryzacji.
- ma generalnie bardziej stabilny bukiet smakowo-zapachowy, a jego zmiana w dłuższym okresie czasu jest związana z dalszą utratą świeżości i pogłębiającymi się procesami starzenia się piwa.
- barwa piwa może być nieznacznie ciemniejsza, w wyniku działania temperatury

Mikrofiltracja

Inną metodą utrwalania piwa, stosowaną zwłaszcza w ostatnim dziesięcioleciu jest mikrofiltracja, czyli mechaniczna separacja mająca na celu pozbycie się tych drobnoustrojów, które odpowiadają za ew. zepsucie piwa. Proces ten więc zastępuje pasteryzację. Trzeba oczywiście pamiętać, że filtrację wyjąłwiającą musi poprzedzać zwykła filtracja, która niemal bez wyjątku eliminuje komórki drożdżowe oraz wszystkie osady. Mikrofiltrację wykonuje się za pomocą filtrów membranowych lub kartonowych o porach od 0,2 do 0,45 μm . W wyniku tego i innych zabiegów stabilizujących piwo może zostać nadto „wypolerowane” i mogą być usunięte z niego cenne białka, polifenole a nawet może mieć to wpływ na barwę, poziom goryczki i pełnię piwa oraz jego pienistość. Z tego względu piwa jasne, lekkie o długich terminach przydatności czasem oceniane są więc jako puste i wodniste w smaku.

Właściwości piwa filtrowanego (niepasteryzowanego).

- Piwo ma długi termin przydatności i może być przechowywane w temp. pokojowej.
- Krystalicznie klarowne
- Utrzymuje dłużej efekt świeżości(brak aromatów głęboko słodowych, chlebowych)
- Pusty smak, brak pełni słodowej.

Piwa nieutrwalone

Są to piwa nie poddane żadnym czynnościom utrwalającym je mikrobiologicznie. Rezygnuje się zatem z pasteryzacji i mikrofiltracji, pozostawiając zwiększoną ilość żywych komórek drożdżowych, białek i polifenoli. Piwa te są jednak stabilizowane tak, by osiągnąć wymaganą klarowność i trwałość bukietu przez deklarowany okres przydatności do spożycia.

Piwa niepasteryzowane zwykle są produkowane przez mniejsze browary - rzemieślnicze czy restauracyjne, które warzą piwo na miejscu. Aby wyprodukować piwo bez procesu pasteryzacji konieczne jest wzięcie pod uwagę wielu czynników: ilości użytego chmielu, zawartości alkoholu, ale przede wszystkim stosowanych urządzeń rozlewniczych,

standardów higienicznych w browarze oraz warunków przechowywania i transportu. Tylko przy zastosowaniu najwyższych standardów produkcyjnych, niepasteryzowane piwo będzie produktem najwyższej jakości. Produkcja piwa niepasteryzowanego oznacza zazwyczaj mniejszą skalę niż masowa produkcja koncernowa. To także krótszy okres trwałości - około 6-8 tygodni (pasteryzacja wydłuża ten proces nawet do kilkunastu miesięcy). Krótsze terminy przydatności wymagają od producenta częstych dostaw, tym samym można się spodziewać, że piwo przywiezione do sklepu było niedawno zabutelkowane, a zatem niedawno wyprodukowane. Piwo niepasteryzowane cechuje wyjątkowy, świeży smak, jest też najzdrowsze, ponieważ zawiera osad drożdżowy, który jest źródłem dużej ilości witamin, szczególnie tych z grupy B. Oczywiście ocena smakowych doznań jest subiektywna - są zwolennicy wyłącznie piw pasteryzowanych, jak i tacy, którzy preferują lub nawet piją wyłącznie piwa niepasteryzowane i niefiltrowane.

Aktualne trendy rynkowe tzw. zdrowego odżywiania się chętnie sugerują powrót do dawnych tradycyjnych metod wytwarzania piwa, co oczywiście przyciąga wielu konsumentów. Dlatego też wielu osobom piwa pasteryzowane, zwłaszcza produkowane przez koncerny zaczęły kojarzyć się z niską jakością. Z punktu widzenia konsumenta to czy piwo jest pasteryzowane czy niepasteryzowane, nie powinno być aż tak istotną kwestią. O wiele ważniejsza jest jakość piwa wynikająca z jakości użytych surowców, oryginalnej receptury, rzetelnie przeprowadzonego przez piwowara procesu technologicznego i ogólnej dbałości o produkt. Porównywanie piw pasteryzowanych, mikrofiltrowanych i nieutrwalonych wydaje się zatem kompletnie nieuzasadnione, gdyż musiałoby dotyczyć tego samego piwa.

Jednakże należy pamiętać, że zbyt intensywna pasteryzacja (czyli taka, w której piwo zostało poddane zbyt wysokiej temperaturze lub pasteryzowane było zbyt długo) może skutkować pogorszeniem jakości sensorycznej piwa. W takim piwie mogą pojawić się posmaki i aromaty charakterystyczne dla przegrzania piwa, aromat skórki chlebowej lub nuty karmelowe. Jest to szczególnie ważne, np. w przypadku piw chmielonych na zimno (większość piw produkowanych z dodatkiem nowofalowych odmian chmielu).

Cel i zakres pracy

Celem tego etapu było przeprowadzenie badań skuteczności i intensywności pasteryzacji przeprowadzonej w browarze dla różnych rodzajów piwa, różnymi metodami.

Zakres badań obejmował badanie skuteczności pasteryzacji, intensywności pasteryzacji oraz dla piw, w których okazała się ona nieskuteczna, badanie czystości mikrobiologicznej.

Analizowane piwa zostały też poddane ocenie w zakresie wybranych parametrów fizykochemicznych: zawartości alkoholu, ekstraktu rzeczywistego oraz ekstraktu brzożki podstawowej.

Metodyka badań

Badania piw wykonano w akredytowanym laboratorium Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. Prof. Wacława Dąbrowskiego, przy czym badania fizykochemiczne w Pracowni Piwa i Słodu Zakładu Technologii Przetworów Owocowych i

Warzywnych, a badania mikrobiologiczne w Zakładzie Mikrobiologii IBPRS-PIB (certyfikat akredytacji Polskiego Centrum Akredytacji nr AB 452), wg poniższych metod:

- Test na skuteczność pasteryzacji wykonano metodą jakościową (porównawczą) wg PN-A-7093-10:2000
- Oznaczenie intensywności pasteryzacji wykonano wg MEBAK 2.19 (wyd. 2013)
- Zawartość alkoholu, ekstrakt rzeczywistego, ekstraktu brzezki podstawowej metodą spektrometrii w zakresie bliskiej podczerwieni (NIR) wg PB-ZO/PPS 16 wyd.6 z 31.05.2021
- Liczbę pleśni i drożdży w piwie oznaczono w Zakładzie Mikrobiologii IBPRS-PIB wg PN-ISO 21527-1:2009 Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby drożdży i pleśni. Część 1: Metoda liczenia kolonii w produktach o aktywności wody wyższej niż 0,95.

Wyniki badań i ich omówienie

Badania wykonano na 27 różnych próbkach piwa wyprodukowanych, spasteryzowanych i rozlanych w warunkach Browaru Maryendsztadt. Szczegółowe informacje na temat analizowanych próbek piwa zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Próbkki wykorzystane do badań.

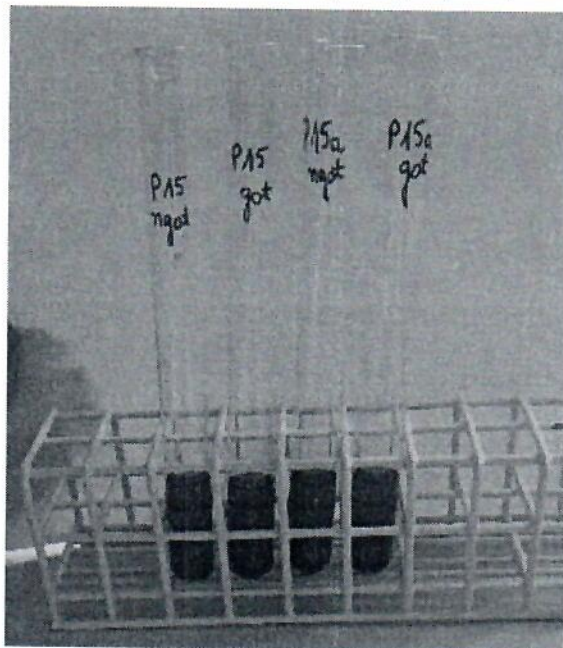
Nr próbki	Opis piwa	Opakowanie
1	Butelka bez etykiety z czarnym korkiem	Butelka 500 ml
2	Double Fruited Gose Partia i data ważności:05.04.2023	Puszka 500 ml
3	Yes Connons Slow Market Partia i data ważności:30.04.2023	Puszka 500 ml
4	Apache American Ale Partia i data ważności:15.01.2023	Puszka 500 ml
5	Funky Fluid Yellow	Puszka 500 ml
6	Funky Fluid Yellow	Puszka 500 ml
7	NOOK PINACOLADA Partia i data ważności:30.04.2023	Puszka 500 ml
8	NOOK PINACOLADA	Puszka 500 ml
9	BRITKE	Puszka 500 ml
10	Mysterious Ipa Partia i data ważności:30.04.2023	Butelka 500 ml
11	Pastry Sour partia i data ważności: 30.05.2023	Puszka 500 ml
12	Browar Hopito x Browar	Puszka

	HarpaganHarpito Partia i data ważności:26.05.2023	500 ml
13	Hit The Road Belgium Partia i data ważności: 02.09.2023	Puszka 500 ml
14	Double India Pale Ale Partia i data ważności:30.05.2023	Puszka 500 ml
15	Sourtime Agrest Partia i data ważności:20.05.2023	Butelka 500 ml
16	Butelka z naklejką „Agrest”	Butelka 500 ml
17	Hey OH Hazy Ipa Partia i data ważności: 02.06.2023	Butelka 500 ml
18	SANGRIA SOUR Partia i data ważności:03.06.2023	Puszka 500 ml
19	Desert Dream West Coast Ipa Partia i data ważności: 31.05.2023	Puszka 500 ml
20	Rhubarb fantasy Partia i data ważności: 30.05.2023	Puszka 500 ml
21	Pretty Partia i data ważności:30.05.2023	Puszka 500 ml
22	Gelato Partia i data ważności: 25.05.2023	Puszka 500 ml
23	FREEKY Alcohol Free Mango Ale Partia i data ważności:26.07.2023	Butelka 500 ml
24	Pretty Partia i data ważności: 30.05.2023	puszka 500 ml
25	Canpha Partia i data ważności: 28.05.2023	puszka 500 ml
26	Freeky Alcohol Free Gluten Free Hazy Ipa Partia i data ważności:17.02.2023	butelka 500 ml
27	Freeky Alcohol Free Mango Ale Partia i data ważności: 26.07.2023	butelka 500 ml

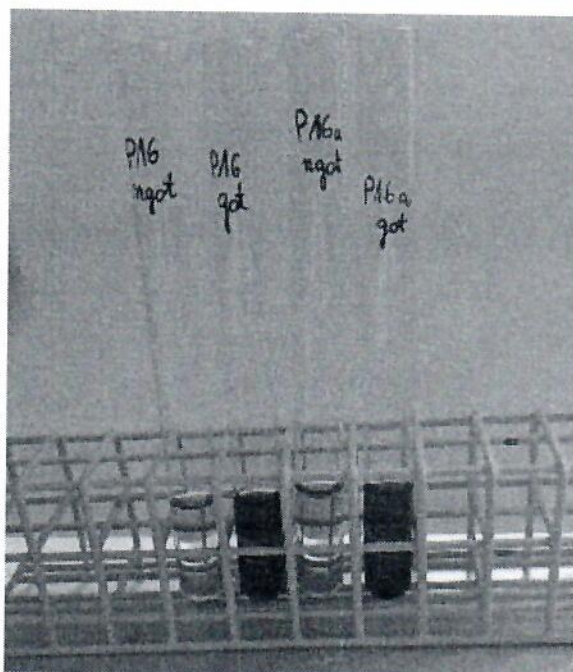
W tabelach o numerach 2-4 zestawiono wyniki testu na skuteczność pasteryzacji dla poszczególnych piw, przy czym zastosowano podział ze względu na zastosowaną metodę pasteryzacji.

Na rysunkach 1-3 przedstawiono prawidłowe, oczekiwane zabarwienie piw poddanych testowi na skuteczność pasteryzacji. Zdjęcia przedstawiają rzeczywiste piwa będące przedmiotem niniejszego raportu.

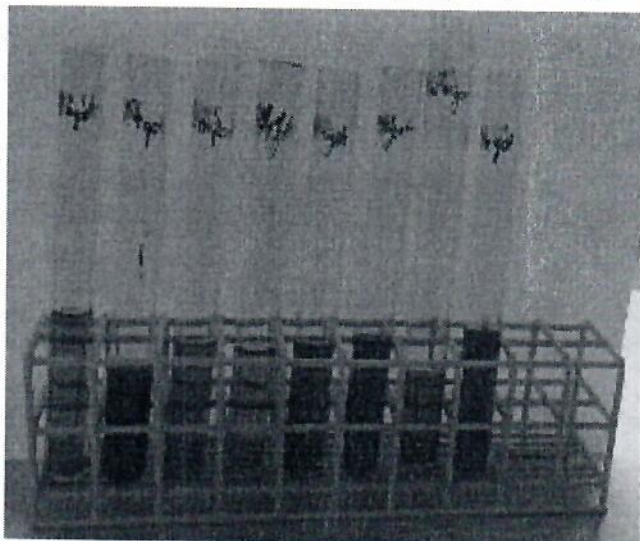
Rys. 1 Test na skuteczność pasteryzacji. Wynik dodatni (+) brak inwertazy- piwo pasteryzowane



Rys. 2 Test na skuteczność pasteryzacji. Wynik ujemny (-) obecność inwertazy- piwo niepasteryzowane



Rys. 3 Test na skuteczność pasteryzacji. Wynik niejednoznaczny



Z analizy tabel 2-4 wynika, że w grupie piw spasteryzowanych metodą tunelową pasteryzacja okazała się skuteczna dla 8 z 12 piw (67%), i nieskuteczna dla 2 z 12 piw (17%). W przypadku 2 próbek uzyskano niejednoznaczne wyniki testu.

Dla piw pasteryzowanych metodą w przepływie pasteryzacja okazała się skuteczna dla 10 z 12 piw (83%). W przypadku 2 próbek uzyskano niejednoznaczne wyniki testu.

Wszystkie piwa, dla których uzyskano niejednoznaczny wynik testu na skuteczność pasteryzacji poddano badaniom mikrobiologicznym (tabela 5) na obecność drożdży i pleśni, które to badania potwierdziły sterylność próbek piwa. Prawdopodobnie niejednoznaczny wynik testu był spowodowany obecnością w piwach substancji dodatkowych, np. z aromatów czy pulp, które zaburzyły reakcję barwną cukrów z roztworami Fehliga.

Tabela 2. Wyniki testu na skuteczność pasteryzacji (pasteryzacja tunelowa)

Nr próbki	Opis piwa	Opakowanie	Rodzaj pasteryzacji	Ilość JP	Wynik testu
1	Butelka bez etykiety z czarnym korkiem	Butelka 500 ml	tunelowa		Ujemny (-) Obecność inwertazy piwo niepasteryzowane
2	Double Fruited Gose Partia i data ważności:05.04.2023	Puszka 500 ml	tunelowa	40	Dodatni (+) brak inwertazy- -piwo pasteryzowane
5	Funky Fluid Yellow	Puszka 500 ml	tunelowa	60-80	Dodatni (+) brak inwertazy- piwo pasteryzowane
6	Funky Fluid Yellow	Puszka 500 ml	tunelowa	40	Dodatni (+) brak inwertazy- piwo pasteryzowane
8	NOOK PINACOLADA	Puszka 500 ml	tunelowa	40	Brak jednoznacznego wyniku
19	Desert Dream West Coast Ipa Partia i data ważności: 31.05.2023	Puszka 500 ml	tunelowa	20	Dodatni (+) brak inwertazy- piwo pasteryzowane
20	Rhubarb fantasy Partia i data ważności: 30.05.2023	Puszka 500 ml	tunelowa	40-60	Dodatni (+) brak inwertazy- piwo pasteryzowane
21	Pretty Partia i data ważności:30.05.2023	Puszka 500 ml	tunelowa	40-60	Dodatni (+) brak inwertazy- piwo pasteryzowane
22	Gelato Partia i data ważności: 25.05.2023	Puszka 500 ml	tunelowa	40-60	Brak jednoznacznego wyniku
23	FREEKY Alcohol Free Mango Ale Partia i data ważności:26.07.2023	Butelka 500 ml	tunelowa	60-80	Dodatni (+) brak inwertazy- piwo pasteryzowane
26	Freeky Alcohol Free Gluten Free Hazy Ipa Partia i data ważności:17.02.2023	butelka 500 ml	tunelowa	40-60	Ujemny (-) Obecność inwertazy piwo niepasteryzowane
27	FreekyAlcohol Free Mango Ale Partia i data ważności: 26.07.2023	butelka 500 ml	tunelowa	40-60	Dodatni (+) brak inwertazy- piwo pasteryzowane

Tabela 3. Wyniki testu na skuteczność pasteryzacji (pasteryzacja w przepływie)

nr próbki	Opis piwa	Opakowanie	Rodzaj pasteryzacji	Ilość JP	Wynik testu
3	Yes Connors Slow Market Partia i data ważności:30.04.2023	Puszka 500 ml	przepływowa	60-80	Dodatni (+) brak inwertazy- -piwo pasteryzowane
4	Apache American Ale Partia i data ważności:15.01.2023	Puszka 500 ml	przepływowa	30	Dodatni (+) brak inwertazy- -piwo pasteryzowane
7	NOOK PINACOLADA Partia i data ważności:30.04.2023	Puszka 500 ml	przepływowa	40	Brak jednoznacznego wyniku
9	BRITKE	Puszka 500 ml	przepływowa	30	Dodatni (+)brak inwertazy- -piwo pasteryzowane
10	Mysterious Ipa Partia i data ważności:30.04.2023	Butelka 500 ml	przepływowa	30	Dodatni (+)brak inwertazy- -piwo pasteryzowane
11	Pastry Sour partia i data ważności: 30.05.2023	Puszka 500 ml	przepływowa	30	Brak jednoznacznego wyniku
12	Browar Hopito x Browar HarpaganHarpito Partia i data ważności:26.05.2023	Puszka 500 ml	przepływowa	30	Dodatni (+) brak inwertazy- -piwo pasteryzowane
13	Hit The Road Belgium Partia i data ważności: 02.09.2023	Puszka 500 ml	przepływowa	30	Dodatni (+) brak inwertazy- -piwo pasteryzowane
14	Double India Pale Ale Partia i data ważności:30.05.2023	Puszka 500 ml	przepływowa	30	Dodatni (+) brak inwertazy- -piwo pasteryzowane
15	Sourtime Agrest Partia i data ważności:20.05.2023	Butelka 500 ml	przepływowa	40	Dodatni (+) brak inwertazy- -piwo pasteryzowane
16	Butelka z naklejką 'Agrest	Butelka 500 ml	przepływowa	30	Dodatni (+) brak inwertazy- -piwo pasteryzowane
17	Hey OH Hazy Ipa Partia i data ważności: 02.06.2023	Butelka 500 ml	przepływowa	30	Dodatni (+) brak inwertazy- -piwo pasteryzowane

Tabela 4. Wyniki testu na skuteczność pasteryzacji (pozostałe próbki)

Nr próbki	Opis piwa	Opakowanie	Rodzaj pasteryzacji	Ilość JP	Wynik testu
18	SANGRIA SOUR Partia i data ważności:03.06.2023	Puszka 500 ml	–	40-60	Dodatni (+) brak inwertazy- piwo pasteryzowane
24	Pretty Partia i data ważności: 30.05.2023	puszka 500 ml	Przepływ + tunel	40-60	Brak jednoznacznego wyniku
25	Canpha Partia i data ważności: 28.05.2023	puszka 500 ml	przepływ+ sorbinian potasu	30-	Dodatni (+) brak inwertazy- piwo pasteryzowane

Tabela 5. Wyniki badań mikrobiologicznych próbek z niejednoznacznym wynikiem testu na skuteczność pasteryzacji

nr próbki	Opis piwa	Opakowanie	Rodzaj pasteryzacji	Ilość JP	Liczba drożdży	Liczba pleśni
7	NOOK PINACOLADA Partia i data ważności:30.04.2023	Puszka 500 ml	przepływowa	40	<1 jtk /ml	<1 jtk /ml
8	NOOK PINACOLADA	Puszka 500 ml	tunelowa	40	<1 jtk /ml	<1 jtk /ml
11	Pastry Sour partia i data ważności: 30.05.2023	Puszka 500 ml	przepływowa	30	<1 jtk /ml	<1 jtk /ml
22	Gelato Partia i data ważności: 25.05.2023	Puszka 500 ml	tunelowa	40-60	<1 jtk /ml	<1 jtk /ml
24	Pretty Partia i data ważności: 30.05.2023	puszka 500 ml	Przepływ + tunel	40-60	<1 jtk /ml	<1 jtk /ml

W tabeli 6 zestawiono wybrane parametry fizykochemiczne badanych piw. Analizowane próbki reprezentowały dużą różnorodność jeśli chodzi o style piwa, co przełożyło się na ogromną rozpiętość w wartościach liczbowych poszczególnych parametrów. Bez wątpienia miało to wpływ na skuteczność przeprowadzonego procesu pasteryzacji, gdyż w szczególności składniki ekstraktu rzeczywistego (głównie węglowodany) mają wpływ na proces pasteryzacji stanowiąc warstwę ochronną dla inwertazy ale też mikroorganizmów znajdujących się w piwie.

Tabela 6. Wybrane parametry fizykochemiczne analizowanych piw.

Nr próbki	Opis piwa	Alkohol % wag.	Alkohol % obj.	Ekstrakt rzeczywisty % wag.	Ekstrakt brzeczki podstawowej % wag.
1	Butelka bez etykiety z czarnym korkiem	0,33	0,43	6,46	7,12
3	Yes Connors Slow Market Partia i data ważności:30.04.2023	4,62	5,98	7,92	16,65
4	Apache American Ale Partia i data ważności:15.01.2023	3,01	3,84	3,47	9,39
5	Funky Fluid Yellow	3,42	4,4	6,08	12,68
6	Funky Fluid Yellow	3,33	4,28	6,12	12,55
7	NOOK PINACOLADA Partia i data ważności:30.04.2023	3,02	3,98	12,08	17,75
8	NOOK PINACOLADA	3,12	4,11	12,21	18,05
9	BRITKE	2,77	3,61	9,29	14,59
10	MysteriousIpa Partia i data ważności:30.04.2023	2,88	3,76	9,35	14,85
11	PastrySour partia i data ważności: 30.05.2023	2,97	4,05	20,3	25,63
12	Browar Hopito x Browar HarpaganHarpito Partia i data ważności:26.05.2023	4,88	6,26	5,82	15,12
13	Hit The Road Belgium Partia i data ważności: 02.09.2023	5,54	7,17	8,51	18,84
14	DoubleIndia Pale Ale Partia i data ważności:30.05.2023	5,46	7,07	8,45	18,65
15	Sourtime Agrest Partia i data ważności:20.05.2023	1,93	2,49	6,2	9,97
16	Butelka z naklejką "Agrest"	1,92	2,49	6,24	10,01
17	Hey OH HazyIpa Partia i data ważności: 02.06.2023	3,88	5,02	7,68	15,07
18	SANGRIA SOUR Partia i data ważności:03.06.2023	3,01	3,87	5,34	11,2
19	DesertDream West CoastIpa Partia i data ważności: 31.05.2023	4,38	5,59	4,25	12,71
20	Rhubarbfantasy Partia i data ważności: 30.05.2023	2,11	2,72	5,98	10,11
21	Pretty Partia i data ważności:30.05.2023	4,03	5,27	10,09	17,66
22	Gelato	3,49	4,59	11,77	18,29

	Partia i data ważności: 25.05.2023				
23	FREEKY Alcohol Free Mango Ale Partia i data ważności:26.07.2023	0,36	0,47	7,84	8,56
24	Pretty Partia i data ważności: 30.05.2023	2,97	4,05	20,26	25,59
25	Canpha Partia i data ważności: 28.05.2023	2,43	3,14	6,49	11,22
26	Freeky Alcohol Free Gluten Free Hazy Ipa Partia i data ważności:17.02.2023	0,35	0,46	6,54	7,24

Tabela 7. Wyniki testu na intensywność pasteryzacji.

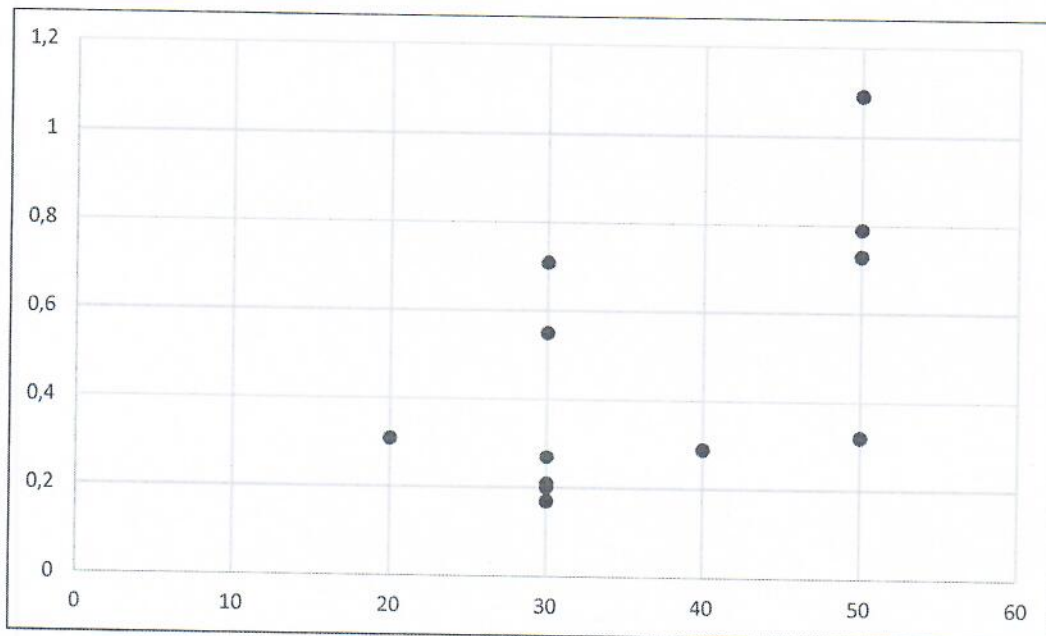
Nr próbki	Opis piwa	Ilość JP	Ekstrakt rzeczywisty % wag	Aktywność inwertazy
12	Browar Hopito x Browar Harpagan Harpito Partia i data ważności:26.05.2023	30	5,82	0,27
13	Hit The Road Belgium Partia i data ważności: 02.09.2023	30	8,51	0,17
14	Double India Pale Ale Partia i data ważności:30.05.2023	30	8,45	0,71
15	Sourtime Agrest Partia i data ważności:20.05.2023	40	6,2	0,29
16	Butelka z naklejką Agrest	30	6,24	0,20
17	Hey OH Hazy Ipa Partia i data ważności: 02.06.2023	30	7,68	0,55
18	SANGRIA SOUR Partia i data ważności:03.06.2023	40-60	5,34	1,09
19	Desert Dream West Coast Ipa Partia i data ważności: 31.05.2023	20	4,25	0,31
20	Rhubarb fantasy Partia i data ważności: 30.05.2023	40-60	5,98	0,32
21	Pretty Partia i data ważności:30.05.2023	40-60	10,09	0,79
23	FREEKY Alcohol Free Mango Ale Partia i data ważności:26.07.2023	60-80	7,84	0,73
25	Canpha Partia i data ważności: 28.05.2023	30	6,49	0,21

Wyniki testu na intensywność pasteryzacji zestawiono w tabeli 7. Wartości aktywności poniżej 0,05 wskazują na bardzo intensywną, w zupełności 0,2 ze pasteryzacja mogłaby być jeszcze nieco bardziej intensywna, choć test porównawczy (wizualny) nie wykazywał dla tych próbek aktywności inwertazy.

Jak wynika z tabeli, z punktu widzenia wykrycia jeszcze minimalnej aktywności inwertazy, wszystkie analizowane próbki mogłyby być spasteryzowane jeszcze nieco silniej. Natomiast należy wziąć pod uwagę negatywne skutki podania zbyt dużej liczby jednostek pasteryzacji, głównie w kontekście niekorzystnych zmian bukietu piw.

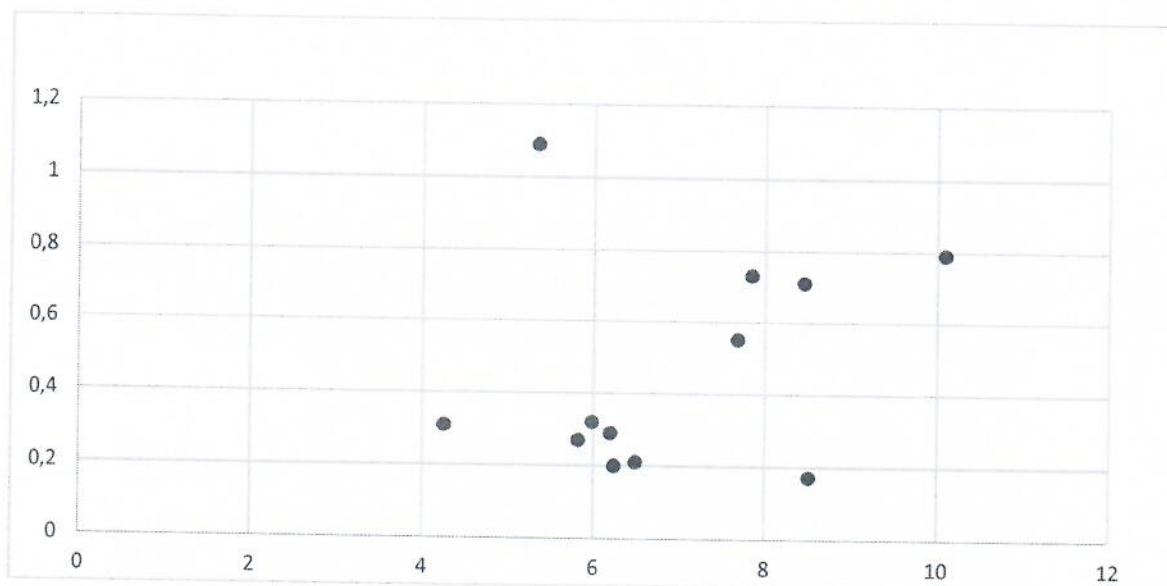
Na wykresach 1-3 przedstawiono zależności pomiędzy wykrytą szczątkową aktywnością inwertazy w spasteryzowanych piwach a ich wybranymi parametrami fizykochemicznymi, które mogą mieć tu znaczenie. Oczywiście zależności te trudno zidentyfikować, gdyż próbki różniły się składem fizykochemicznym. Dlatego też nie stwierdzono widocznej zależności między ilością podanych jednostek pasteryzacji a resztkową aktywnością inwertazy. Wydaje się logiczne, że w zależności od składu piwa zastosowano mniej lub bardziej intensywną pasteryzację.

Wykres 1. Aktywność inwertazy w piwie w zależności od ilości podanych jednostek pasteryzacji

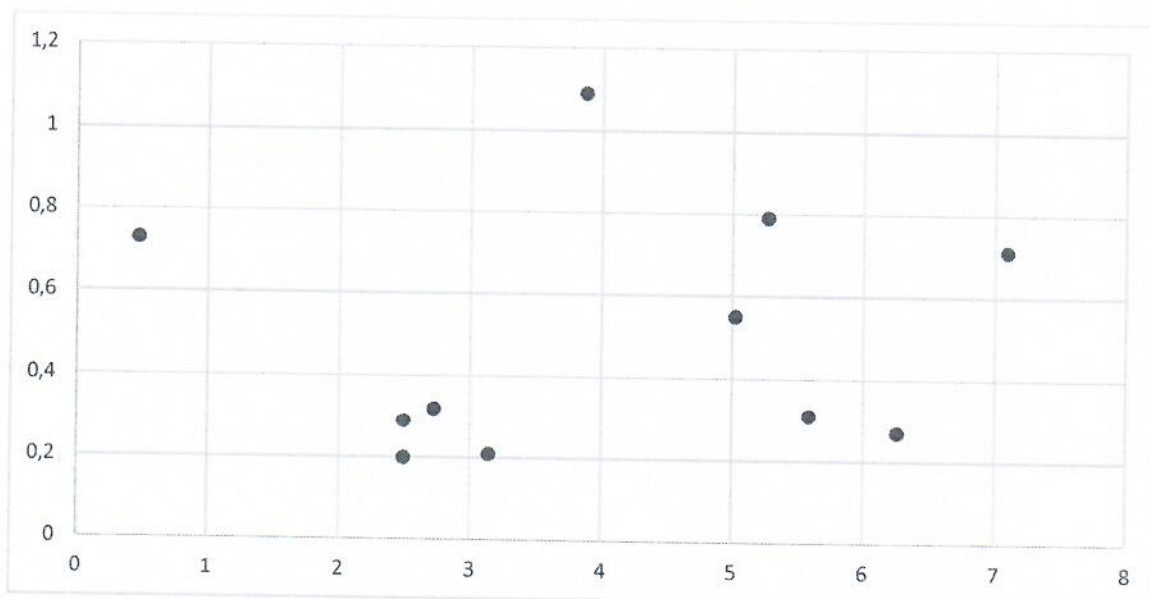


Natomiast dla zawartości alkoholu i ekstraktu pozornego, wydaje się że istnieje lekka wprost proporcjonalna zależność między ich wartością a resztkową aktywnością inwertazy (wykresy 2 i 3). Wydaje się zatem, że składniki te mogą stanowić czynnik ochronny.

Wykres 2. Aktywność inwertazy w piwie w zależności od ekstraktu rzeczywistego piwa (% wag.)



Wykres 3. Aktywność inwertazy w piwie w zależności od zawartości alkoholu w piwie (% obj.)



Reasumując,

Badane piwa, przy założonej dawce jednostek pasteryzacji zostały spasteryzowane co potwierdził test na skuteczność pasteryzacji. Dla wyników niejednoznacznych potwierdzono sterylność próbek metodą posiewu. Chociaż mogłyby one zostać spasteryzowane jeszcze nieco silniej, wydaje się że nie jest to celowe ze względu na możliwy wpływ dużej dawki ciepła na stabilność sensoryczną bukietu piw. Trzeba bowiem pamiętać, że były to piwa rzemieślnicze, często wyprodukowane z dodatkiem owoców lub aromatycznych,

nowofalowych odmian chmielu. W przypadku takich właśnie dodatków zmiany zesterzeniowe spowodowane temperaturą i tlenem resztkowym zawartym w opakowaniu są szczególnie niebezpieczne, bo nieprzewidywalne.

Literatura

1. Dylkowski W.: Browarnictwo, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1978.
2. Gaub R., Metoda „zimnej pasteryzacji” chroni środowisko naturalne. Porównanie metod pasteryzacji, Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny, 7/2017, 39-42
3. Hlavaček F., Lhotsky A.: Piwowarstwo, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1969.
4. Hoff S., Lund M. N., Petersen M. A., Frank W., Andersen M. L., Storage stability of pasteurized non- filtered beer. The Institute of Brewing & Distilling., 2013, 119: 172-181
5. Kowalczyk R., Piwo niepasteryzowane a nieutrwalane – obiektywna ocena walorów i benefitów dla konsumenta. AGRO Industry. 4/2011-1/2012, 29- 31
6. Lewis M. J., Young Tom W.: Piwowarstwo, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001.
7. MEBAK 2.19 (wyd. 2013) Oznaczenie intensywności pasteryzacji
8. PN-ISO 21527-1:2009 Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby drożdży i pleśni. Część 1: Metoda liczenia kolonii w produktach o aktywności wody wyższej niż 0,95.
9. Polska Norma PN-A-7093-10:2000 Test na skuteczność pasteryzacji
10. Procedura badawcza PB-ZO/PPS 16 wyd.6 z 31.05.2021 Zawartość alkoholu, ekstraktu pozornego, ekstraktu rzeczywistego, ekstraktu brzezki podstawowej oraz stopień odfermentowania pozornego i rzeczywistego metodą spektrometrii w zakresie bliskiej podczerwieni (NIR). Wartość energetyczna metodą obliczeniową.
11. Titze J., Ilberg V., Parlar H., Jacob F., Flash pasteurization - A significant influence on the long-term stability of Beer, 06/2010

K I E R O W N I K
Pracowni Piwa i Słodu
Dorota Michałowska
mgr inż. Dorota Michałowska