

Dr inż. Konrad KOWALIK
Dr inż. Barbara SYKUT
Mgr. inż. Wojciech HUS
Politechnika Lubelska
Wydział Mechaniczny
Instytut Transportu, Silników Spalinowych i Ekologii

OCENA MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ANALIZATORA OPTYCZNEGO DO BADANIA STABILNOŚCI PIANY W PIWIE®

Evaluation of the possibility of using an optical analyzer to study
foam stability in beer®

Słowa kluczowe: piwo, piana, stabilność, analizator optyczny.

W artykule przedstawiono metodykę i wyniki badań, których celem była ocena możliwości wykorzystania analizatora optycznego do badania stabilności piany uzyskiwanej z piwa. Urządzenie umożliwia pozyskanie wyników o grubości uzyskiwanej warstwy, procesie jej opadania jak również innych parametrów charakteryzujących pianę. Wadą metody jest pośrednio uzyskiwana wartość grubości warstwy piany i konieczność umieszczania małej próbki w naczyniu pomiarowym.

Key words: beer, foam, stability, optical analyzer.

The article shows the methodology and research results, the aim of which was to assess the possibility of using an optical analyzer to study the stability of foam obtained from beer. The device allows obtaining results about the thickness of the obtained layer, the process of its falling as well as other parameters characterizing the foam. The disadvantage of the method is indirectly obtained value of the thickness of the foam layer and the necessity of placing a small sample in the measuring vessel.

WPROWADZENIE

Piwo to napój orzeźwiający, którego zadaniem jest gaszenie pragnienia. Może ono także służyć jako napój rozgrzewający w postaci piwa grzanego z dodatkiem przypraw takich jak goździk. Oprócz walorów smakowych piwo jest również źródłem wielu cennych związków z punktu widzenia zdrowia człowieka. Umiarkowane spożywanie piwa zmniejsza ryzyko wystąpienia chorób układu krążenia i cukrzycy typu II [7].

Jednym z parametrów, oprócz smaku i barwy, ważnym dla konsumentów i smakoszy jest jakość piany, która powstaje po napełnieniu naczynia piwem. Istotna jest zarówno jej ilość, jak i czas jej utrzymywania się. Wytwórcy piwa muszą więc dbać, by ich produkty zachowywały również ten parametr na wysokim poziomie.

Piany to układy heterofazowe, w których fazą rozpraszającą jest ciecz a rozproszoną gaz. Są one układami dość niestabilnymi, a ich powstawanie ułatwia obecność substancji powierzchniowo czynnych (surfaktantów) [12]. Piana powstaje dzięki banieczkom gazu, które otaczają się powierzchniowo czynnymi składnikami piwa pociągając je ku górze. Składniki te mają niskie napięcie powierzchniowe przez co w określonych granicach rozszerzają tę powierzchnię. Tworzenie się pęcherzyków następuje z przesyconego

piwa w miejscu zarodkowania w szkle. Delikatne nalewanie i niskie napięcie powierzchniowe piwa powodują tworzenie się mniejszych pęcherzyków, z których powstaje bardziej stabilna piana typu „kremowego”. Załamywanie piany zaczyna się zaraz po jej wytworzeniu, ale szybkość tego procesu może być bardzo różna. Na poszczególne pęcherzyki gazu w pianie działają różne siły, z których najbardziej destabilizującą jest siła ciężenia. Powoduje ona odpływ cieczy w dół naczynia ze ścianek pęcherzyków. Wskutek tego pękają najpierw pęcherzyki położone najwyżej, zmniejszając stopniowo objętość piany. Jednocześnie dzięki parowaniu piana w górnej warstwie ulega wzmocnieniu [12,13]. Końcowy etap zapaści piany jest spowodowany dysproporcjonowaniem, gdy gaz z mniejszych pęcherzyków, który znajduje się pod wyższym ciśnieniem, dyfunduje do większych pęcherzyków, które są pod niższym ciśnieniem, tworząc większe pęcherze zapadające się szybciej [10].

Stabilność piany zależy od surowców i technologii wytwarzania piwa. Spośród surowców największy wpływ ma słód. Zawiera białka, melanoide, polifenole, węglowodany stabilizujące pianę oraz lipidy działające niekorzystnie na tworzenie piany [4]. Negatywny wpływ na trwałość piany wywierają także alkohole wyższe i alkohol etylowy oraz osłabienie i autoliza drożdży. Pozytywny wpływ mają wyższe końcowe temperatury suszenia słodu i dłuższe przerwy

białkowe. Na etapie dystrybucji najgorsze dla piany jest działanie tłuszczów. Tłuste szklanki mogą zniwelować cały wysiłek browaru związany z utworzeniem wysokiej pianistości piwa. Rodzaj gazu w instalacji wyszynkowej także decyduje o pianistości piwa. Gazy łatwo rozpuszczalne w piwie dają trwalszą pianę. W wielu piwach stosowany jest gazowy azot, który jednak zmienia smak trunku na łagodniejszy, często mdły. Środki stabilizujące pianę to alginiany, guma arabska, sole metali [13]. Duży wpływ ma również chmiel i produkty chmielowe. Wśród składników chmielu najważniejsze z punktu widzenia stabilności piany są kwasy goryczkowe, głównie izo- α -kwasy. Związki te reagują z polipeptydami wzmacniając pianę [5,9]. Nieznaczny wpływ ma woda wnosząca jony metali, którym przypisuje się rolę wzmacniania wiązań pomiędzy kwasami goryczkowymi i polipeptydami powstającymi w wyniku rozkładu białek jęczmienia. Użycie w produkcji piwa surowców niesłodowanych jako zamienników części słodu powoduje zmniejszenie stężenia związków wprowadzanych ze sładem, tj. polipeptydów, polifenoli, melanoidyn, b-glukanów oraz także, jeżeli występują, związków negatywnie wpływających na pianę, takich jak lipidy [6]. Bamforth twierdzi, iż w piwach, szczególnie produkowanych w całości ze słodu, zawartość związków stabilizujących pianę jest dwu- lub trzykrotnie wyższa niż jest to konieczne, by uzyskać trwałą pianę. Sugeruje więc, iż stabilność piany w piwach produkowanych w całości ze słodu nie jest wcale wyższa niż w piwach, do produkcji których używane są surowce niesłodowane, nawet w dużych ilościach [1]. Badania innych naukowców jednak tego nie potwierdzają. Obecnie wielu autorów kwestionuje ten pogląd. Niektórzy twierdzą, że im większy udział surowców niesłodowanych, tym niższa stabilność piany [8]. W badaniach wykazywano również, że częściowe zastąpienie pszenic słodu o dużym potencjale pianotwórczym ma negatywny wpływ na stabilność piany [3]. Produktami metabolizmu drożdży są ponadto kwasy tłuszczowe. Są to związki o krótkich łańcuchach, zawierające od 6 do 12 atomów węgla, których negatywne działanie na trwałość piany jest nieznaczne [2,11].

Pianistość piwa jest na tyle istotną jego cechą, że opracowano kilka metod instrumentalnych do jej oceny, np.:

- metoda Rudin,
- metoda Nibem,
- metoda Matrix Foaming Potential – MFP,
- metoda Pouring Test.

Za dwie podstawowe uznaje się metody Rudin oraz Nibem.

Badanie stabilności uzyskanej warstwy piany według Rudin polega na pomiarze czasu, jaki upływa, gdy piana ze zgazowanego piwa opadnie pomiędzy dwoma punktami zaznaczonymi na naczyniu pomiarowym. Piwo odgazowane umieszcza się w wąskiej

rurce, a CO₂ wprowadza się na dno. Piwo zgazowuje się, aby utworzyć piankową koronę, aż do osiągnięcia zadanej linii. Następnie mierzona jest prędkość z jaką piana zapada się pomiędzy dwoma zaznaczonymi punktami. Zadowalająca warstwa to taka, która utrzymuje się dłużej niż 90 sekund [10].

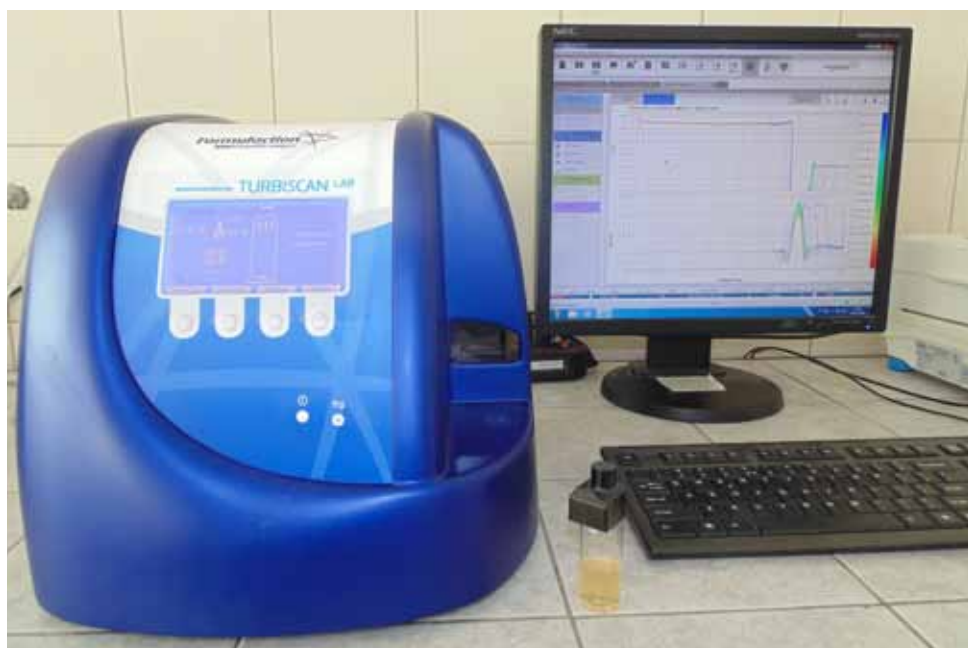
Metoda Nibem polega na zmierzeniu czasu opadania piany o 10 mm, 20 mm i 30 mm. Ruchoma płyta zawierająca trzy elektrody jest opuszczana tak, że spoczywa na powierzchni piany piwnej. Gdy piana zapada się, zmniejsza się sygnał odbierany przez elektrody. Płyta przesuwa się w dół, aby utrzymać kontakt z pianą. Im szybciej igły przesuwają się w dół, tym mniej stabilna jest piana. Stabilność jest zadowalająca, kiedy piana utrzymuje się przez okres 260-280 sekund [10].

Chociaż najczęściej używane są metody instrumentalne, wykorzystuje się wiele innych metod, które mierzą stabilność piany. Wiele z nich opiera się na wizualnej czyli sensorycznej ocenie piany. Bardziej zaawansowane systemy wykorzystują technologie komputerowe oraz różne urządzenia współpracujące z komputerem jak np. analiza w podczerwieni.

Celem artykułu jest prezentacja wyników przeprowadzonych badań własnych dotyczących możliwości wykorzystania analizatora optycznego do badania stabilności piany w piwie.

METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono w laboratorium Zakładu Inżynierii Procesowej, Bezpieczeństwa i Ekologii Wydziału Mechanicznego Politechniki Lubelskiej. Urządzeniem wykorzystywanym do badania stabilności piany był analizator optyczny Turbiscan TLab Expert (rys. 1) współpracujący z komputerem z zainstalowanym oprogramowaniem, które zapewniało rejestrację, wizualizację, analizę oraz archiwizację wyników badań.



Rys. 1. Analizator optyczny Turbiscan TLab Expert.
Fig. 1. Optical Analyzer Turbiscan TLab Expert.

Źródło: Opracowanie własne
Source: Own study

Analizator Turbiscan umożliwia badanie stabilności emulsji, zawiesin i pian na podstawie analizy światła o określonej długości fali, przechodzącego przez próbkę lub wstecznie rozpraszanego. Przeprowadzenie badań wymagało przelania próbki do fiolki pomiarowej o maksymalnej pojemności 27 ml. Do pobierania próbek wykorzystywano próbnik, którym przenoszono z oryginalnego opakowania około 10 mililitrów piwa. Badania prowadzono w temperaturze ok. 23 °C.

Materiałem badanym było sześć produktów (piwo) oznaczonych literami alfabetu łacińskiego. W tabeli 1 przedstawiono wybrane cechy badanych produktów.

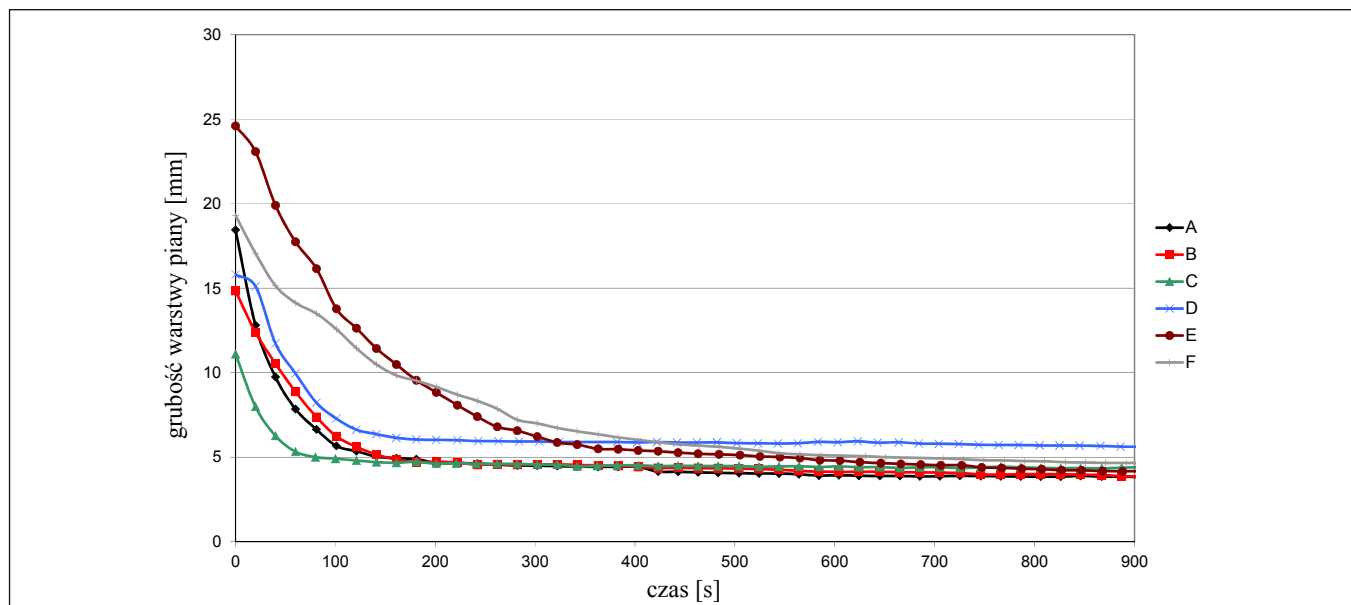
Tabela 1. Wybrane cechy badanych piw

Table 1. Selected characteristics of the tested beers

Oznaczenie	A	B	C	D	E	F
Opakowanie	puszka 500 ml	puszka 500 ml	butelka 500 ml	butelka 500 ml	puszka 500 ml	butelka 500 ml
Zawartość alkoholu:	5,7%	6%	4,1%	7%	2%	6%
Zawartość ekstraktu:	11,7%	12,2%	11,9%	14%	10%	13%

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

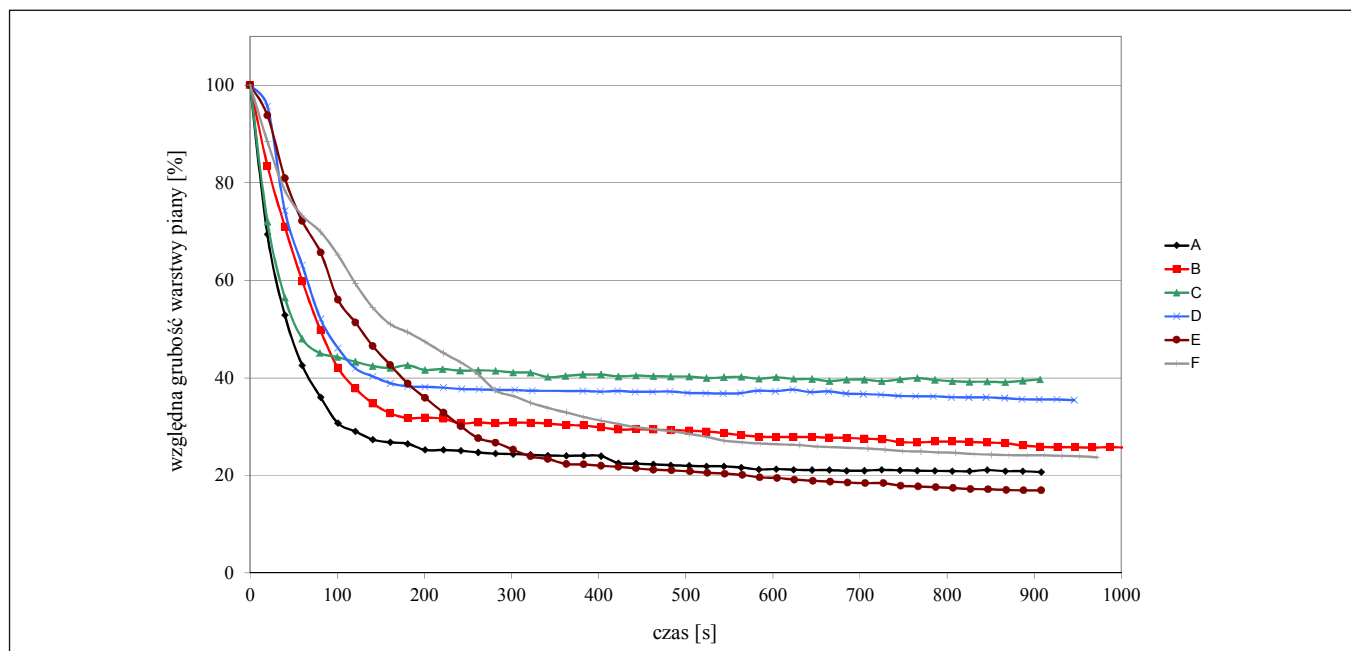


Rys. 2. Grubość warstwy piany uzyskanej z badanych produktów.

Fig. 2. Thickness of the foam layer obtained from the tested products.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study



Rys. 3. Względna grubość warstwy piany uzyskanej z badanych produktów.

Fig. 3. The relative thickness of the foam layer obtained from the tested products.

Źródło: Opracowanie własne

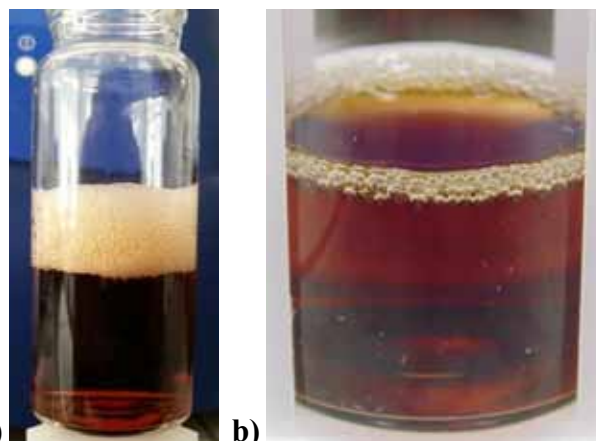
Source: Own study

WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

Oprogramowanie dostarczane z urządzeniem nie umożliwiało bezpośredniego odczytania grubości warstwy piany. Wartość tą uzyskiwano po obliczeniu różnicy pomiędzy górną granicą piany a górną granicą cieczy w próbce, rejestrowaną w czasie wykonywanych pomiarów. Program umożliwia zaimportowanie wyników badań do arkusza kalkulacyjnego co ułatwia dokonywanie obliczeń i analiz uzyskanych danych. Wyniki rejestrowanej w czasie grubości warstwy piany, dla wszystkich badanych piw, przedstawiono na rysunku 2. Najwięcej piany powstawało z piwa oznaczonego literą F, najmniej z produktu C.

Obliczono również względną grubość warstwy piany w odniesieniu do grubości zmierzonej zaraz po nalaniu produktu do fiolki pomiarowej. Wyniki przedstawiono na rysunku 3.

Kształt krzywych przedstawionych na rysunkach 2 i 3 pozwala na porównanie tempa opadania piany. Najszybciej



Rys. 4. Naczynie pomiarowe z próbką po czasie zapadania piany: a) 300 s, b) 900 s.

Fig. 4. Measuring vessel with sample after foam falling time: a) 300 s, b) 900 s.

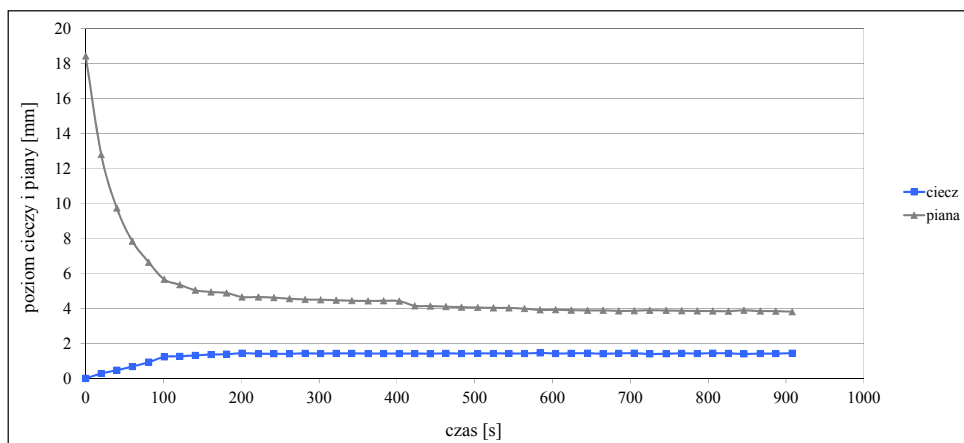
Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

piana opadała w próbkach oznaczonych literami A i C, najwolniej E oraz F. Obserwujemy, że końcowa względna grubość warstwy piany, po czasie pomiaru wynoszącym 900 s wynosiła od ok. 17 do ok. 39 %. Te względnie duże wartości wynikają z niewielkiej grubości uzyskanej warstwy piany w odniesieniu do wielkości pęcherzyków dwutlenku węgla, które często pozostawały w próbce przez długi czas tworząc jednak tylko „pierścienie” przy ściankach fiolki pomiarowej (rys. 4b). Taka piana, rejestrowana przez analizator jako warstwa, prawdopodobnie nie miałaby znaczenia dla konsumenta.

Istotną informacją możliwą do uzyskania na podstawie zarejestrowanych danych jest ilość cieczy powstającej z piany w czasie uwalniania się z niej gazu (rys. 5).

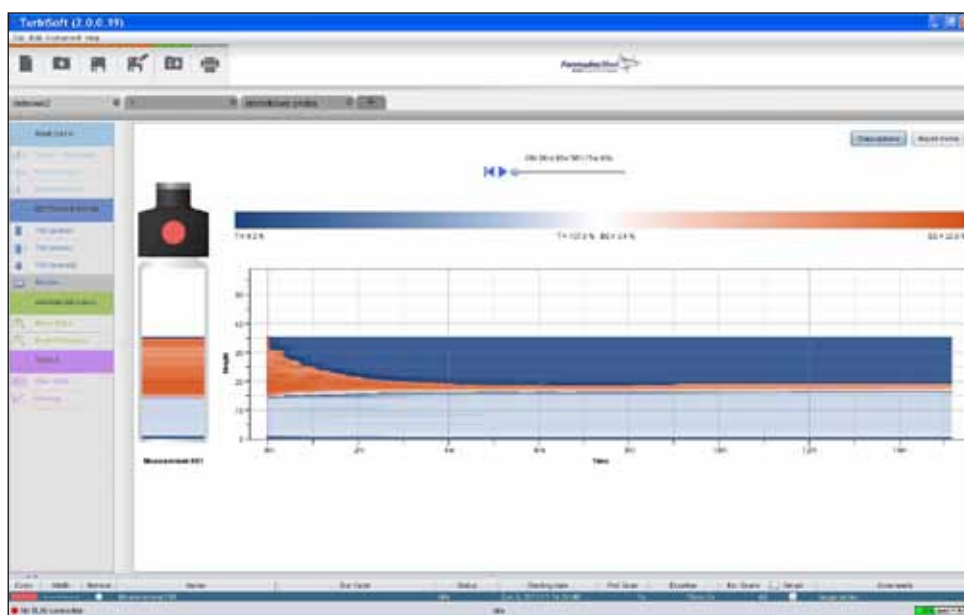
Urządzenie wykorzystywane do badań, wraz z oprogramowaniem, umożliwia dostosowanie częstotliwości wykonywanych pomiarów i czasu badania do potrzeb wynikających z zachowania próbek. Na podstawie zarejestrowanych danych tworzona jest również wizualizacja zachowania próbki co ułatwia wnioskowanie. Przykład kadru z takiej wizualizacji przedstawiono na rysunku 6.



Rys. 5. Poziom cieczy i piany dla próbki A.
Fig. 5. Liquid and foam level for sample A.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study



Rys. 6. Kadr z wizualizacji zarejestrowanych wyników badań.
Fig. 6. A frame from the visualization of registered research results.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

WNIOSKI

1. Zastosowany analizator optyczny umożliwia prowadzenie badań stabilności piany powstającej z piwa. Pozwala na wykonanie pomiaru grubości warstwy piany oraz ocenę szybkości jej zapadania.
2. W przypadku badanych próbek najszybciej piany zapadała się w próbce oznaczonej literą A a najwolniej w próbce F. Próbki E oraz F charakteryzowały się najgrubszą użytą warstwą piany po nalaniu do fiolki pomiarowej.
3. Grubość warstwy piany nie jest wartością uzyskiwaną bezpośrednio co stanowi wadę metody.
4. Wyniki badań prezentowane są również w postaci wizualizacji filmowej co ułatwia wnioskowanie.
5. Analizator optyczny Turbiscan umożliwia również uzyskanie informacji charakteryzujących pianę lub ciecz, z której powstała np. ilość cieczy powstałej z piany.
6. Wadą stosowanej metody jest konieczność pobierania próbek i mała ilość próbek w odniesieniu do rozmiarów pęcherzyków powstającej piany.
7. Przeprowadzone badania z wykorzystaniem analizatora optycznego należy rozszerzyć o badania porównawcze z innymi metodami instrumentalnymi oraz badaniami organoleptycznymi.

LITERATURA

- [1] **BAMFORTH C. W. 2004.** "The relative significance of physics and chemistry for beer foam excellence: theory and practice". *J. Inst. Brew.* 110: 259-266.
- [2] **COOPER D. J., F. A. HUSBAND, E. N. C. MILLS, P. J. WILDE. 2002.** "Role of beer lipid-binding proteins in preventing lipid destabilization of foam". *J. Agric. Food Chem.* 50: 7645-7650.
- [3] **DEPRAETERE S. A., F. DELVAUX, S. COGHE, F. R. DELVAUX. 2004.** "Wheat variety and barley malt properties: influence on haze intensity and foam stability of wheat beer". *J. Inst. Brew.* 110: 200-206.
- [4] **EVANS E., M. SHEEHAN, L. ROBINSON, A. HILL, R. TOLHURST, K. GALE, A. BARR. 2001.** "The influence of protein composition on beer haze and foam stability". *Proc. 10th Aust. Barley Tech. Symp.*
- [5] **HUGHES P. S., I. D. MENNEER, M. T. WALTERS, G. MARINOVA. 1997.** "Differential behavior of cis- and trans-iso-a-acids". *Proc. Congr. Eur. Brew. Conv., Maastricht:* 231-238.
- [6] **KORDIALIK-BOGACKA E. 2005.** "Surowce a stabilność piany piwa". *Agro Przemysł* 3: 33-35.
- [7] **KORDIALIK-BOGACKA E. 2011.** „Wartość żywieniowa piwa”. *Żywność projektowana. Designer Ford. Część I, Kraków:* 124-134.
- [8] **LEWIS M. J., A. S. LEWIS. 2003.** "Correlation of beer foam with other beer properties". *Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am.* 40: 114-124.
- [9] **LUSK L., P. TING, H. GOLDSTEIN, D. RYDER, A. NAVARRO. 1998.** "Foam tower fractionation of beer proteins and bittering acids". *Proc. Eur. Brew. Conv. Symp. Beer Foam Quality, Amsterdam:* 166 - 187.
- [10] **O'ROURKE T. 2002.** "Getting a head". *The Brewer International* 2(7): 10-13.
- [11] **WILDE P. J., F. A. HUSBAND, D. COOPER, M. J. RIDOUT. 2003.** "Destabilization of beer foam by lipids: structural and interfacial effects". *J. Am. Soc. Brew. Chem.* 61: 196-202.
- [12] http://cbimo.zut.edu.pl/fileadmin/pliki/cbimo/grafika/3._Piany.pdf [dostęp 27.04.2018]
- [13] <https://www.beerlovers.pl/piwopedia/piwne-pojecia/pienistosc-piwa/> [dostęp 27.04.2018]