

Krzysztof Lutosławski, Remigiusz Olędzki, Łukasz Kiebel

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

e-mails: krzysztof.lutoslawski@ue.wroc.pl, ORCID: 0000-0002-2978-1184;
remigiusz.oledzki@ue.wroc.pl; lukasz.kiebel@gmail.com

JAKOŚĆ SENSORYCZNA PIW JASNYCH GÓRNEJ FERMENTACJI PRODUKCJI DOMOWEJ I KOMERCYJNEJ

SENSORY QUALITY OF TOP-FERMENTED LIGHT BEERS BREWED HOMEY AND COMMERCIALY

DOI: 10.15611/pn.2018.542.06

JEL Classification: L66, L15

Streszczenie: Jakość piwa jest kluczowym kryterium, które odgrywa coraz większą rolę na rynku browarniczym. Celem pracy było określenie jakości sensorycznej piw jasnych górnej fermentacji w stylu American Pale Ale (APA) i Witbier zarówno produkcji domowej (odpowiednio DA i DW), jak i komercyjnej pochodzącej z małych browarów rzemieślniczych (odpowiednio RA i RW) i dużych koncernów (odpowiednio KA i KW). Ocenę sensoryczną cech (zapach, smak, smakowitość, nasycenie CO₂ oraz goryczka) metodą 5-punktową przeprowadzono z udziałem zespołu 15 ekspertów. Jakość sensoryczna piwa domowego APA charakteryzowała się porównywalną jakością do piw komercyjnych RA i KA. Ponadto piwo DA uzyskało statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) najwyższą ocenę (3,9) za zapach w porównaniu z piwem rzemieślniczym RA (3,2). W stylu Witbier piwo domowe uzyskało porównywalną jakość (3,4), lecz tylko w odniesieniu do piwa KW (3,8). Opracowana receptura piwa DA może stanowić recepturę wyjściową do uzyskania wyrobu o wysokiej jakości.

Słowa kluczowe: jakość sensoryczna, piwo jasne, fermentacja górna, Witbier, American Pale Ale.

Summary: Quality is the most important factor playing an increasingly important role on the brewing market. The aim of the study was the sensory quality evaluation of top-fermented light beers in both American Pale Ale (APA) and Witbier style, produced homey (DA and DW, respectively) and commercially by small craft breweries (RA and RW, respectively) and large breweries (KA and KW, respectively). Sensory analysis was applied with the 5-point scale rating method, by 15-person expert panel. The smell, taste, flavor, CO₂ saturation and bitterness were assessed. APA home-made beer was characterized by the same quality as beer from small (RA) and large (KA) breweries. In addition, the smell evaluation of DA was significantly statistically ($p \leq 0.05$) the highest (3.9) in comparison with RA craft beer (3.2). In the Witbier style, the home-made beer was comparable quality (3.4), but only to KW beer (3.8). The developed recipe for DA can be the starting recipe to obtain the product of high quality.

Keywords: sensory quality, light beer, top-fermenting yeast, Witbier, American Pale Ale.

1. Wstęp

Piwo jest jednym z najpopularniejszych napojów alkoholowych spożywanych przez konsumentów. W latach 1995-2013 spożycie piwa w Polsce wzrosło ponad dwukrotnie [Klimek 2013]. Pomimo że dynamiczny rozwój technologii browarniczej dotyczy wszystkich przedsiębiorstw chcących wytwarzać piwo, to obecnie obserwuje się, że najbardziej korzystne rentowności w działalności piwowarskiej osiągają jedynie największe koncerny piwne. Tylko trzy spośród największych koncernów zajmują ponad 80% [Passport 2015], a pięć z nich blisko 98% rynku browarniczego w Polsce [Klimek 2013]. Udział ten dotyczy głównie piw typu *lager* (dolnej fermentacji). Jest to spowodowane tym, że przy dużej skali produkcji piw dolnej fermentacji koszt ich produkcji jest stosunkowo niski. Pomimo dominacji na rynku dużych koncernów w ostatnich latach uruchomiono kilkadziesiąt niezależnych małych browarów (rzemieślniczych, kontraktowych i restauracyjnych) [Podeszwa 2015]. Większość z nich to browary kontraktowe umożliwiające browarnikom domowym warzenie piwa na większą skalę. Od kilku lat prężnie działają organizacje zrzeszające browarników domowych, których celem jest popularyzowanie wiedzy o piwie i kultury piwnej w ramach tzw. piwnej rewolucji, będącej odpowiedzią na masową produkcję komercyjnych *lagerów* [Podeszwa 2015].

Do cech składowych determinujących jakość sensoryczną piwa należą: zapach, smak, smakowitość, nasycenie, goryczka, klarowność, pienistość oraz barwa [Ebling 2009]. Najważniejsza cecha – smakowitość – jest zależna od ilości wyczuwalnych zarówno pozytywnych, jak i negatywnych cech w smaku i zapachu, od intensywności poszczególnych aromatów (smaku i zapachu), a także od intensywności goryczki. Ze względu na złożoność ludzkiego zmysłu smaku trudno jest określić, na jakim poziomie powinny występować wymienione wyróżniki jakości, aby osiągnąć najlepszy efekt w postaci wysokiej akceptacji konsumentów. Na bukiet smakowy piwa wpływa wiele czynników, począwszy od jakości jęczmienia, przez warunki prowadzenia poszczególnych procesów technologicznych, skończywszy na warunkach przechowywania gotowego produktu [Ebling 2009].

Stosowana przez wielkie koncerny metoda produkcji HGB (*High Gravity Brewing*), która polega na podwyższeniu zawartości ekstraktu początkowego w brzeczce, umożliwia przyspieszenie procesu warzenia piwa i tym samym zmniejszenie kosztów jego wytwarzania. W efekcie stosowanie metody HGB wpływa negatywnie na jakość wyrobu, powodując powstanie wielu produktów ubocznych pogarszających smak i aromat piwa [Kunze 1999]. Dodatkową praktyką mogącą wpływać na wysoką przeciętność w aspekcie jakości wyrobu jest powszechne stosowanie przez duże koncerny piwowarskie preparatów enzymatycznych wykorzystywanych do hydrolizy skrobi, hemiceluloz, białek i peptydów [Wiktor 2012]. Powyższe metody są dużo rzadziej praktykowane przez browary rzemieślnicze. Dzięki temu piwa produkowane przez producentów rzemieślniczych charakteryzują się zazwyczaj wysoką jakością oraz dużą różnorodnością smakową.

Konsumenci, coraz częściej świadomie dokonując wyboru, kierują się wysoką jakością produktu. Dowodem tego jest zaobserwowany w ostatnich latach wzrost konsumpcji wyrobów piwowarskich pochodzących z browarów rzemieślniczych. Obecnie udział browarów rzemieślniczych wynosi ok. 2% i stale się powiększa. Należy dodać, że w przeciwieństwie do browarów komercyjnych, w produkcji rzemieślniczej znaczną część stanowią piwa fermentacji górnej (głównie *Ale*) [Podeszwa 2015]. Stało się to przesłanką do opracowania własnej receptury piw jasnych *Ale* oraz porównania ich jakości sensorycznej z dostępnymi na rynku odpowiednikami komercyjnymi pochodzącymi zarówno z browarów rzemieślniczych, jak i z dużych koncernów.

2. Materiały i metody

Materiał badawczy stanowiło 6 piw jasnych górnej fermentacji – 3 wyprodukowane w stylu American Pale Ale (APA) oraz 3 w stylu Witbier. Wśród nich badano piwo domowej produkcji APA (DA) oraz Witbier (DW), które warzono według receptury opisanej w podrozdziale 2.1. Do dwóch pozostałych badanych piw w stylu American Pale Ale oraz w stylu Witbier należały piwa produkcji komercyjnej pochodzące z małych browarów rzemieślniczych (odpowiednio RA i RW) oraz z dużych koncernów (odpowiednio KA i KW). Wszystkie badane piwa charakteryzowały się zbliżoną zawartością ekstraktu brzezki podstawowej (12–13°Błg).

2.1. Receptura piw APA i Witbier domowej produkcji

Do procesu zacierania zastosowano wodę wodociągową o twardości 17,9°n, słody oraz surowce niesłodowane w ilości podanej w tab. 1. Proces zacierania przeprowadzano w kadzi zacierno-warzelnej o pojemności 40 l. Zасып składający się ze słodów i składników niesłodowanych wprowadzono do kadzi w momencie, gdy woda osiągała temperaturę pierwszej przerwy wynoszącą 67°C dla stylu APA oraz 55°C dla stylu Witbier. W celu przedłużenia działania enzymów stosowano podczas zacierania przerwy temperaturowe: dla stylu APA wynoszącą 90 min w temp. 67°C (optymalne warunki dla enzymów amylolitycznych, głównie β -amylazy) oraz dla stylu Witbier wynoszącą 20 min w 55°C (optymalne warunki dla działania enzymów proteolitycznych) i 90 min w temp. 64°C (optymalne warunki dla enzymów amylolitycznych, głównie α -amylazy).

Proces zacierania kończono po podgrzaniu zacieru do temperatury 78°C. Całkowity czas trwania tego procesu dla stylu APA i Witbier wyniósł odpowiednio ok. 1,67 h i 2 h. Po tym procesie przez 1 h prowadzono – z wykorzystaniem wkładu filtracyjnego (sita) – proces filtracji, który miał na celu oddzielenie resztek słodu (tzw. młóta) od wody. Po tym uzyskiwano brzeczkę piwną, czyli roztwór wody i cukru otrzymanego ze słodu podczas zacierania. W kolejnym etapie przeprowadzono proces warzenia poprzez gotowanie brzezki przez 1 h od momentu rozpoczęcia wrzenia. W tym czasie podawano do gotującej się brzezki chmiel (chmielenie).

Proces chmielenia przeprowadzano w dwu etapach: pierwszą porcję chmielu podawano na początku warzenia, w celu nadania powstającemu piwu goryczki. Drugą porcję chmielu – w celu nadania piwu chmielowego zapachu – wprowadzano do brzeczki ok. 10 minut przed końcem warzenia (w przypadku produkcji piwa stylu APA proces chmielenia przeprowadzano po procesie fermentacji).

Tabela 1. Surowce użyte w procesie produkcji piwa domowego American Pale Ale i Witbier

Surowiec	Styl piwa	
	American Pale Ale	Witbier
Drożdże suche	US West Cost M44 (10 g)	Brewferm Blanche (12 g)
Słody	Słód Pale Ale (5 kg) Słód monachijski (1 kg) Słód pszeniczny (1 kg) Słód karmelowy (0,5 kg)	Słód pilzneński (3,5 kg)
Dodatki niesłodowane	-	Pszenvica niesłodowana (2,5 kg) Płatki owsiane (0,35 kg)
Chmieie	Simcoe (50 g, granulata) Cascade (45 g, granulata) Centennial (45 g, granulata) Citra (45 g, granulata) Chinook (40 g, granulata)	Styrian Goldings (25 g, granulata)
Pozostałe surowce	-	Skórka gorzkiej pomarańczy Curacao (9 g) Kolendra (15 g)

Źródło: opracowanie własne.

Bezpośrednio po zakończeniu procesu warzenia zagotowaną brzeczke poddawano szybkiemu schłodzeniu. Zadanie to realizowano poprzez zanurzenie kotła warzelnego do wanny z wodą o temp 4–6°C. W trakcie chłodzenia kocioł warzelny, w którym znajdowała się brzeczka, był szczelnie zamknięty (aby zachować sterylne warunki). Po schłodzeniu brzeczki do temperatury 20°C wydzielano z niej osad (chmieliny), natomiast brzeczke przenoszono do czystego i zdezynfekowanego fermentatora o pojemności 33 l. Następnie natleniano brzeczke poprzez intensywne mieszanie. W procesie tym na powierzchni cieczy następuje zwiększona wymiana gazowa, a tym samym natlenienie brzeczki. Do wystudzonej brzeczki dodawano drożdże w celu zainicjowania procesu fermentacji. Do procesu fermentacji prowadzonej w temp. 23°C użyto drożdży liofilizowanych, po uprzednim poddaniu ich rehydratacji. Proces fermentacji przebiegał w dwu etapach. Pierwszy etap (fermentacja burzliwa) trwał ok. 5–6 dni. Drugi etap fermentacji (fermentacja cicha) trwał od 2 do 2,5 tygodnia. Fermentator, w którym następował proces fermentacji, był umieszczony w zacienionym i chłodnym (o temp ok. 15°C) miejscu. Kolejny etap produkcji piwa – leżakowanie – prowadzono przez 21 dni w temperaturze 14–16°C. W trakcie tego procesu następowało klarowanie i dojrzewanie piwa. Podczas procesu leżakowania w przypadku produkcji piwa w stylu APA zastosowano chmielenie na zimno, które polegało na dodawaniu granulatu chmielu do zbiornika

ležakowego po zakończonym procesie fermentacji. Po zakończeniu procesu leżakowania poprzez dekantację oddzielano od nowo powstałego piwa gęstwę drożdżową. Zdekantowane piwo rozlewano do wysterylizowanych uprzednio 0,5 l szklanych, ciemnych butelek. W celu przeprowadzenia procesu refermentacji, w trakcie którego następuje gazowanie piwa, tuż przed jego rozlaniem wsypywano do butelek po ok. 2,5 g glukozy. Następnie butelki kapslowano z użyciem kapsłownicy ręcznej. Proces refermentacji prowadzono przez minimum 28 dni w temperaturze 23°C.

2.2. Sensoryczna ocena jakości

Do sensorycznej oceny jakości badanych piw jasnych górnej fermentacji zastosowano metodę punktową [PN-ISO 6658:1998; Gawęcka, Jędryka 2001]. Przy opracowaniu ankiety do oceny produktu wg tej metody uwzględniono wytyczne zaproponowane przez Baranowskiego [2000]. Oceniane składowe jakości oraz ich deskryptory przedstawiono w tab. 2. Przyjęto następujące współczynniki ważkości kolejno ocenianych cech: zapach (0,13), smak (0,27), smakowitość (0,4), nasycenie (0,07) oraz goryczka (0,13). Oceny tych cech dokonywano w 5-punktowej skali kategorii. Poszczególne noty punktowe przypisywano na podstawie intensywności zarówno cech pozytywnych, jak i negatywnych, a także na podstawie ilości wykrytych wad [Baranowski 2000].

Ocenę sensoryczną przeprowadzono w laboratorium spełniającym wymagania normy PN-ISO 8589:2010, na indywidualnych stanowiskach oceny. Pomieszczenie, w którym dokonywano oceny, było przewietrzane i wolne od zapachów obcych. Panel oceniających stanowił 15-osobowy zespół ekspertów o wymaganej wrażliwości sensorycznej ujętej w normie PN-ISO 8586:2014, posiadających wiedzę i doświadczenie w zakresie domowej produkcji piwa. Analizie podlegały próbki (100 ml) badanych piw o temperaturze 8°C, które podawano w jednakowych szklankach o pojemności 170 ml.

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono w programie Statistica 13.3. Istotność różnic między grupami określano w oparciu o jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA oraz test Duncana przy $\alpha=0,05$.

Tabela 2. Wyróżniki jakości oraz ich deskryptory w punktowej ocenie sensorycznej piw w stylu APA oraz Witbier

Wyróżnik jakościowy	Nota punktowa				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
Zapach	Niewyczuwalny chmielowy* lub wykazuje wadę o bardzo wysokiej intensywności bądź kilka wad	Słabo chmielowy* lub wykazuje wadę o wysokiej intensywności bądź kilka wad	Średnio chmielowy* lub wykazuje wadę o średniej intensywności bądź kilka wad o	Wyraźnie chmielowy* lub wykazuje wadę o niskiej intensywności.	Bardzo intensywny chmielowy (kwiatowy, owocowy), słabo intensywny alkoholowy, estrowy i słodowy.* Intensywny słodo-

Tabela 2, cd.

1	2	3	4	5	6
	o wysokiej intensywności.	o średniej intensywności.	słabej intensywności.		wy, zbożowy (pszeniczny), ziółowy.**
Smak	Niewyczuwalny chmielowy* lub wykazuje wadę o bardzo wysokiej intensywności bądź kilka wad o wysokiej intensywności.	Słabo chmielowy* lub wykazuje wadę o wysokiej intensywności bądź kilka wad o średniej intensywności.	Średnio chmielowy* lub wykazuje wadę o średniej intensywności bądź kilka wad o słabej intensywności.	Wyraźnie chmielowy* lub wykazuje wadę o niskiej intensywności.	Średnio intensywny chmielowy (kwiatowy, owocowy), słabo intensywny alkoholowy, estrowy i słodowy.* Słabo chmielowy, wytrawny i kwaśny, lecz z wyczuwalną słodyczą, zrównoważony charakter owocowy, orzeźwiający.**
Smakowitość	Zła: same negatywne aromaty.	Słaba: odczuwalne pozytywne aromaty, lecz dominują negatywne.	Średnia: wyczuwalne tylko neutralne aromaty.	Dobra: odczuwalne negatywne aromaty, lecz dominują aromaty pozytywne.	Bardzo dobra: odczuwalne tylko pozytywne aromaty o charakterze kwiatowo-owocowym* lekko słodkim, kwaśnym, pszenicznym, słabo chmielowym.**
Nasylenie	Odczucie bardzo słabego szczypania w język bądź jego brak.	Odczucie słabego szczypania w język.	Odczucie średniego szczypania w język.	Odczucie intensywnego szczypania w język.	Przyjemne odczucie bardzo intensywnego szczypania w język (orzeźwiający).
Goryczka	Zła: bardzo silna – silna, pozostająca na języku lub niewyczuwalna.	Słaba: średnia – słaba pozostająca na języku.	Średnia: bardzo silna – średnia, lekko pozostająca na języku.	Dobra: bardzo silna – słaba, niepozostająca na języku z dopuszczalną słabo wyczuwalną wadą.	Bardzo dobra: bardzo silna – średnia, niepozostająca na języku.

* Dotyczy tylko piw w stylu APA. ** Dotyczy tylko piw w stylu Witbier.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Baranowski 2000].

3. Wyniki badań i dyskusja

3.1. Ocena sensoryczna badanych wyróżników jakości

Wyniki oceny sensorycznej wszystkich badanych cech zarówno w przypadku piw w stylu APA, jak i Witbier zaprezentowano w tab. 3. Wykazano, że pod względem zapachu statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) różniły się między sobą jedynie piwo produkcji domowej (DA) i piwo produkcji rzemieślniczej (RA). Zatem można założyć, że zastosowane składniki oraz technologia produkcji domowej piwa APA wpłynęły bardzo korzystnie na odczuwalne aromaty zapachowe w porównaniu z piwem RA. Oceną za zapach zbliżoną do piwa DA charakteryzowało się również piwo APA pochodzące z browarów koncernowych (KA) (tab. 3).

Tabela 3. Ocena sensoryczna cech składowych jakości badanych piw w stylu APA i Witbier produkcji domowej (odpowiednio DA i DW), rzemieślniczej (odpowiednio RA i RW) i koncernowej (odpowiednio KA i KW)

Wyróżnik jakości	Styl piwa					
	American Pale Ale			Witbier		
	DA	RA	KA	DW	RW	KW
Zapach	3,93 ^a ±0,88	3,17 ^b ±0,52	3,57 ^{a, b} ±0,66	2,90±0,75	4,53±0,64	3,60±0,81
Smak	3,63 ^a ±0,86	3,83 ^a ±0,84	4,00 ^a ±0,77	3,67 ^b ±0,70	4,27 ^c ±0,78	4,03 ^{b, c} ±0,93
Smakowitość	3,70 ^a ±0,76	3,53 ^a ±0,64	3,87 ^a ±0,89	3,33 ^b ±0,76	4,00 ^b ±0,85	3,77 ^b ±0,72
Nasylenie	3,63 ^a ±0,61	3,67 ^a ±0,78	3,23 ^a ±0,57	3,73 ^b ±0,66	3,33 ^b ±0,72	3,93 ^b ±0,51
Goryczka	3,13 ^{a, b} ±0,92	3,57 ^a ±1,12	2,77 ^b ±0,86	3,67 ^c ±1,05	3,50 ^c ±0,87	3,73 ^c ±1,10

a, b, c – wyniki w obrębie danego stylu piwa oznaczone tą samą literą w tym samym wierszu są nieistotne statystycznie ($p \leq 0,05$).

Źródło: opracowanie własne.

Uzyskane oceny **zapachu** piw w stylu APA były wyższe (maksymalnie o 65%) niż piw badanych przez Wawszczaka i Newerli-Guz [2011]. Z doniesień literaturowych wynika, że decydujący wpływ na zapach piwa mają pochodzące z chmielu związki aromatyczne (np. olejki aromatyczne) oraz monocykliczne seskwiterpeny (np. α -humuleny) [Briggs i in. 2004]. Wysoką zawartością tych związków charakteryzują się chmiel szlachetny (aromatyczny) używane do chmielenia piw w stylu American Pale Ale. W piwie domowej produkcji do chmielenia na aromat użyto 190 g chmieli aromatycznych pięciu odmian na 27 l piwa (tab. 1). Pozwoliło to uzyskać pożądaną aromat zapachu, m.in. cytrusowy (grejpfrutowy), żywiczny i ziołowy, z wyczuwalną goryczką, który w rezultacie został oceniony na wysokim poziomie. Wysokie noty za aromat dla American Pale Ale domowej produkcji mogą być rezultatem stosowania (w produkcji piw tego stylu) metody chmielenia na zimno. Ta metoda chmielenia zapewnia w trakcie mieszania piwa szybką dezagregację granulatu chmielowego i tym samym szybszą i efektywniejszą ekstrakcję składników aromatycznych.

Piwo koncernowe KA również chmielone jest pięcioma odmianami chmielu aromatycznego, lecz prawdopodobnie ze względu na dużą skalę produkcji używa się ich małą ilość, co prowadzi do uzyskania słabego aromatu. Z kolei piwo rzemieślnicze RA chmielone jest trzema odmianami chmieli aromatycznych. Można przypuszczać, że ograniczenie różnorodności chmieli mogło się przyczynić do uzyskania w przypadku piwa RA o 19% niższej oceny zapachu w odniesieniu do piwa domowego DA (tab. 3).

Na zapach piwa wpływają również produkty uboczne fermentacji, tj. aldehydy, alkohole wyższe oraz estry. Ostatnie z nich wnoszą do piwa liczne aromaty odczuwalne zarówno w zapachu, jak i w smaku [Bamforth 2003]. Tylko niektóre produkty uboczne wytworzone w odpowiedniej ilości mogą wywołać korzystne odczucia aromatów zapachu i smaku, które imitują zapach i smak niektórych owoców, takich jak banan, jabłko, ananas, gruszka czy mango [Briggs i in. 2004]. Do uzyskania wysokiej noty za zapach piwa domowego APA mogła przyczynić się temperatura fermentacji (23°C), powodując wydzielenie się produktów ubocznych w korzystnej kompozycji dla tej badanej cechy.

W stylu Witbier istotnie ($p \leq 0,05$) najwyższą ocenę zapachu (4,5) odnotowano dla piwa z browaru rzemieślniczego, natomiast najniższą (2,9) dla piwa produkcji domowej (tab. 3). Na zapach piw w stylu Witbier w dużym stopniu wpływają dodatki, jak skórka gorzkiej pomarańczy i kolendra. W budowaniu nuty zapachowej piw w stylu Witbier istotną rolę mogą odgrywać również stosowane aromatyczne odmiany chmielu, jak odmiana Styrian Goldings czy Saaz, które nadają piwu wyraźny, korzenny aromat. Dodanie ich w zbyt dużych lub małych ilościach może być przyczyną pogorszenia wrażenia odczuwanych aromatów zapachu. Prawdopodobnie przyczyną niskiej oceny zapachu piwa DW (w przeciwieństwie do piwa DA) było wydzielanie się niepożądanych produktów ubocznych, takich jak np. diacetyl, aldehyd octowy, dwutlenek siarki czy siarkowodór, przy temperaturze fermentacji wynoszącej 23°C. Związki te silnie negatywnie wpływają na odczuwalne aromaty zapachowe przy jednoczesnym słabym aromacie pochodzącym od chmielu [Briggs i in. 2004].

Niskie oceny zapachu piw RA i DW nie znalazły odzwierciedlenia w ocenach kolejnej cechy – **smaku**. Różnice w wynikach oceny sensorycznej smaku dla wszystkich badanych piw w stylu APA okazały się nieistotne statystycznie ($p \leq 0,05$) (tab. 3) i kształtowały się na poziomie 3,6–4,0. W przypadku stylu Witbier można zauważyć istotnie wyższą ocenę smaku piwa RW (4,3) w porównaniu z piwem domowym (3,7) (tab. 3). Należy zaznaczyć, że piwo RW charakteryzowało się smakiem najbardziej słodkim spośród badanych piw w tym stylu. Z badań przeprowadzonych przez Wawszczaka i in. [2012] wynika, że najbardziej preferowanym piwem, w szczególności przez kobiety, jest piwo słodkie o najmniej wyczuwalnej goryczce. Najwyższa ocena piwa RW mogła dodatkowo wynikać z uwydatnienia się kluczowej kompozycji smaków: kwaśnego, słodkiego i gorzkiego. Można przyjąć, że była ona rezultatem zastosowania odpowiedniej jakości i ilości użytych surowców

[Choldrych 2010]. W kształtowaniu walorów smakowych piwa nie bez znaczenia jest również rola procesu technologicznego i warunki rozlewu piwa. W porównaniu z warunkami przemysłowymi, warunki domowe znacząco ograniczają możliwości kontroli powyższych procesów. Obydwa czynniki zapewne wpłynęły na uzyskaną końcową ocenę smaku piwa domowego Witbier.

Smakowitość – wypadkowa cecha smaku i zapachu – odgrywała największą rolę w jakości sensorycznej badanych piw. Cecha ta została oceniona w piwach APA na porównywalnym poziomie 3,5–3,9 (tab. 3). Również w przypadku badanych piw w stylu Witbier uzyskane wyniki ocen smakowitości nie różniły się od siebie istotnie statystycznie ($p \leq 0,05$) i kształtowały się na poziomie 3,3–4,0 (tab. 3). Przy smakowitości duże znaczenie mają aromaty pochodzące z chmieli, tj. nuty cytrusowe i kwiatowe. Na ich pozyskanie wpływ ma proces chmielenia na zimno [Briggs i in. 2004]. Należy zaznaczyć, że w stylu Witbier chmielu używa się tylko, aby nadać delikatną goryczkę. Aromaty pochodzenia drożdżowego mogą być przez to znacznie bardziej wyczuwalne, co z kolei może przyczynić się do uwydatnienia wad piwa. Jak już wcześniej wspomniano, na zapach, jak i cały profil smakowy piwa, poza aromatami pochodzącymi z chmielu, wpływ mają również produkty uboczne fermentacji (m.in. estry, alkohole wyższe, diacetyl i fenole). Należy jednak zaznaczyć, że mogą mieć one zarówno korzystny, jak i niekorzystny wpływ na finalny aromat piwny [Strong, Piatz 2011]. Na uwydatnienie wad smakowitości mogła mieć wpływ także charakterystyczna dla stylu Witbier temperatura fermentacji (23°C), mogąca przyczynić się do syntezy niepożądanych związków odpowiedzialnych za aromat.

Oceny sensoryczne **nasycenia CO_2** (określające stopień nagazowania) piw zarówno w stylu APA, jak i Witbier nie różniły się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) i kształtowały się na poziomie wynoszącym odpowiednio 3,2–3,7 oraz 3,5–3,7 (tab. 3). Poziom nasycenia CO_2 został zatem oceniony jako dobry. Należy zwrócić jednak uwagę, że w browarnictwie domowym nagazowanie piwa odbywa się w procesie refermentacji z dodatkiem glukozy, w którym nie ma możliwości kontroli poziomu nasycenia CO_2 . Pomimo tego poziom nasycenia CO_2 w piwach domowych APA i Witbier oceniono dosyć wysoko w porównaniu z piwami komercyjnymi. Należy dodać, że dla stylu APA pożądany poziom nasycenia CO_2 wynosi 2,2–2,7 v/v, natomiast dla stylu Witbier 3,3–4,5 v/v [Goodbrew 2017].

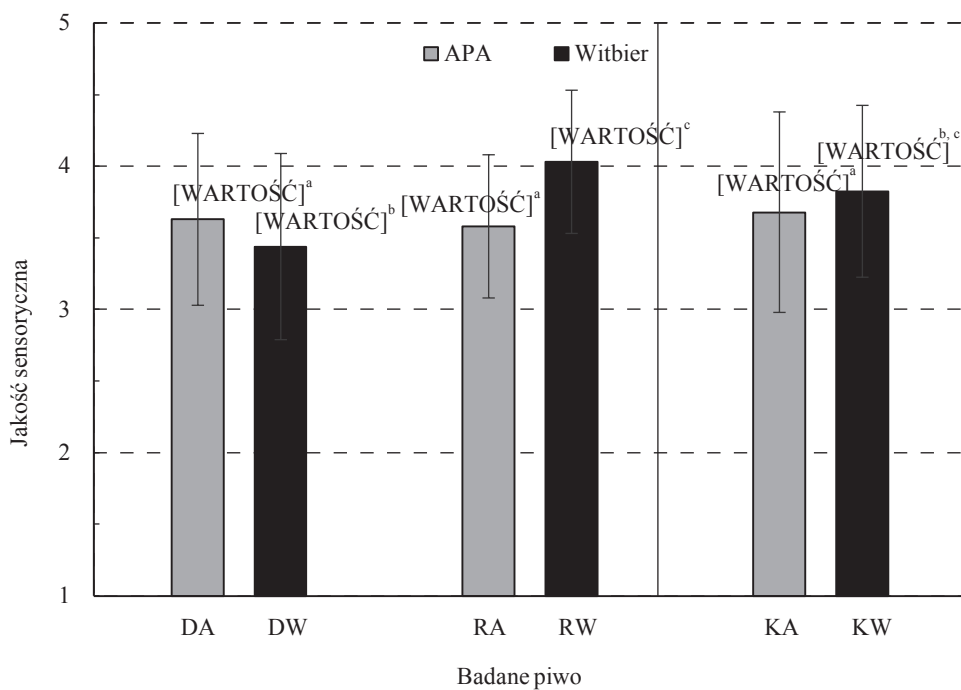
Ostatnią z ocenianych cech sensorycznych stanowiła **goryczka**, za odczucie której odpowiadają kubki smakowe najliczniej umieszczone z tyłu języka i w gardle [Briggs i in. 2004]. Jak donoszą autorzy ostatniej z cytowanych prac, goryczka jest ściśle związana ze smakiem gorzkim piwa i pochodzi od α -kwasów zawartych w chmielu, które podczas gotowania brzeczki izomeryzują do izo- α -kwasów. W stylu APA najlepiej oceniono goryczkę piwa DA (3,1) oraz RA (3,6) (tab. 3). Różnice w ich ocenie nie były statystycznie istotne. Goryczka w piwie produkcji domowej była zatem zbliżona do goryczki w piwie produkcji rzemieślniczej. W piwie komercyjnym KA odnotowano o 22% niższą ocenę goryczki w porównaniu z piwem RA (tab. 3). Na najniższą ocenę goryczki w piwie KA decydujący wpływ

mógł mieć niższy stopień nachmienia (goryczy) piwa (IBU – *International Bittering Units*). Wartość parametru IBU, który określa zawartość izo-alfa kwasów pochodzących z chmielu, była w piwie KA wyższa niż w przypadku piwa rzemieślniczego RA. Mimo to ocena sensoryczna goryczki piwa KA była wyższa (nawet o 20%) niż w przypadku niektórych piw badanych przez Wawszczaka i Newerli-Guz [2011]. Z kolei najwyższe oceny odczucia goryczki piw DA i RA były porównywalne z oceną piwa Żywiec *lager* badanego przez tych autorów. Dodać należy, że na stopień goryczki największy wpływ ma rodzaj chmielenia: chmielenie brzezki przedniej (chmielenie podczas filtracji), chmielenie na goryczkę (45–90 min), chmielenie na smak (40–20 min), chmielenie na aromat (10–0 min), chmielenie na zimno [Palmer 2017]. W stylu Witbier średnie oceny goryczki nie różniły się statystycznie istotnie i kształtowały się w przedziale 3,5–3,7 (tab. 3). Może to świadczyć o odpowiednim poziomie goryczki w każdym z ocenianych piw, który dla tego stylu jest bardzo niski. Należy jednak wziąć pod uwagę również to, że w piwie o wyczuwalnym mocnym smaku słodkim bądź kwaśnym odczucie goryczki może być maskowane, tzn. słabsze niż w rzeczywistości [Briggs i in. 2004]. Należy dodać, że w żadnym z badanych piw w niniejszej pracy nie występowała wada tzw. goryczki pozostającej (*after-bitterness*). Występowanie goryczki pozostającej wpływa negatywnie na jakość piwa, powodując długotrwałe utrzymywanie się goryczki, co skutkuje nieprzyjemnymi wrażeniami smakowymi, takimi jak szorstkość i cierpkość [Eblinger 2009].

3.2. Ocena jakości sensorycznej

Uzyskane wyniki jakości sensorycznej w przypadku badanych piw w stylu APA nie różniły się istotnie i kształtowały się na poziomie z przedziału 3,6–3,7 (rys. 1). Jednakże biorąc pod uwagę analizę cech składowych jakości poszczególnych piw APA, można stwierdzić, że każde z nich posiadało zarówno zalety, jak i wady. W przypadku badanych piw w stylu Witbier odnotowano natomiast istotne różnice w ocenie ich jakości. W tym stylu najwyższą ocenę jakości sensorycznej uzyskano dla piwa RW (4,03), którą określono jako dobrą. Najniższą zaś uzyskano dla piwa domowej produkcji, którą określono jako przeciętną (3,4) (rys. 1). Najwyższe oceny jakości sensorycznej piw badanych w niniejszej pracy (APA i Witbier) były wyższe (do 40%) w porównaniu z piwami ocenianymi przez Wawszczaka i Newerli-Guz [2011].

Według Kucharczyka i Ciocha [2014] na jakość końcową piwa wpływ ma również jakość użytych drożdży piwolarskich. Czynniki stresogennymi dla drożdży są m.in. zbyt wysoka lub zbyt niska temperatura fermentacji, ciśnienie osmotyczne, nieodpowiednie natlenienie brzezki, niedobór składników odżywczych w brzezce, nieodpowiednie pH, wpływ środków toksycznych (np. zbyt wysokie stężenie etanolu spowodowane nieodpowiednim dopasowaniem szczepu drożdży do stylu lub środki dezynfekujące będące pozostałością po dezynfekcji instalacji technicznych), a także zawartość wody w liofilizowanych drożdżach [Annemüller i in. 2008]. Ten ostatni czynnik mógł mieć szczególne znaczenie, ponieważ przy



a, b, c – wyniki dla danego stylu piwa oznaczone tą samą literą są nieistotne statystycznie ($p \leq 0,05$).

Rys. 1. Jakość sensoryczna badanych piw w stylu APA i Witbier produkcji domowej (odpowiednio DA i DW), rzemieślniczej (odpowiednio RA i RW) i koncernowej (odpowiednio KA i KW)

Źródło: opracowanie własne.

produkcji domowej użyto drożdży liofilizowanych, które były rehydratyzowane przez ok. 30 minut przed zastosowaniem. Mogło się to przyczynić do opóźnienia momentu rozpoczęcia procesu fermentacji przez drożdże, w trakcie której może dojść do zakażenia brzezki. W dużych browarach wytwarzających piwo metodami przemysłowymi używa się gęstwy drożdżowej zebranej z poprzedniej fermentacji. Ilość oraz aktywność komórek w gęstwie jest znacznie wyższa (często jest to różnica jednego lub nawet kilku rzędów wielkości) niż w przypadku drożdży liofilizowanych poddanych rehydratyzacji. Ponadto browary przemysłowe używają stacji propagacji drożdży zapewniających im optymalne warunki środowiskowe [Kucharczyk, Cioch 2014]. W warunkach domowych może łatwo dojść do zakażenia brzezki, które objawia się wyraźnie odczuwalnym kwaśnym posmakiem piwa, choć dopuszczalnym w piwie Witbier. W przemyśle piwowarskim najczęstsze zakażenia powodowane są przez bakterie z rodzaju *Lactobacillus* bądź *Pediococcus* lub drożdże nazywane drożdżami dzikimi z rodzaju *Brettanomyces* bądź *Candida* [Satora, Tu-szyński 2004].

4. Podsumowanie

Jakość sensoryczną badanych piw w stylu APA produkcji domowej, rzemieślniczej oraz koncernowej oceniający określili jako dobrą (na poziomie 3,6–3,7). Zastosowana receptura dla piwa APA domowej produkcji pozwoliła zatem na uzyskanie piwa o zbliżonej jakości do badanych piw komercyjnych. W przypadku badanych piw w stylu Witbier najwyższą jakością sensoryczną charakteryzowało się piwo browaru rzemieślniczego (4,0) oraz piwo wytworzone przez browar koncernowy (3,8). Jakość sensoryczna piwa domowego Witbier była natomiast o ok. 15% niższa w porównaniu z uzyskaną jakością piwa browaru rzemieślniczego Witbier.

Przedstawione wyniki wykazały, że opracowana receptura dla piwa w stylu APA może stanowić recepturę wyjściową do dalszego udoskonalania (np. przez browarników domowych). Dla wielu małych browarów restauracyjnych oraz wytwórców domowych współcześnie szczególnie istotna staje się produkcja piwa o wysokiej jakości. Dążenie to daje szansę na rozwój oraz budowanie pozycji na rynku wyspecjalizowanych produktów piwowskich. Korzystnym efektem takiego działania może być zarówno dalszy wzrost sprzedaży, jak i poprawa zadowolenia konsumentów z nabywanych piwowskich wyrobów domowych i rzemieślniczych.

Literatura

- Annemüller G., Manger H.J., Lietz P., 2008, *Die Hefe in der Brauerei: Hefemanagement, Kulturhefe - Hefereinzucht, Hefepropagation im Bierherstellungsprozess*, Berlin: VLB, Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei in Berlin, s. 411–429.
- Bamforth Ch., 2003, *Beer: Tap into the Art and Science of Brewing*, Oxford University Press, New York.
- Baranowski K., 2000, *Nowa metoda oceny sensorycznej piwa*, Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny, nr 11, s. 18–19.
- Briggs D.E., Boulton Ch.A., Brookes P.A., Stevens R., 2004, *Brewing: science and practice*, Woodhead Publishing in Food Science and Technology and Cambridge UK/CRC Press, USA.
- Chołdrych M., 2010, *Piwo – kurs profesjonalnej degustacji*, <http://www.piwoznawcy.pl>.
- Eblinger H., 2009, *Handbook of Brewing: Processes, Technology, Markets*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Gawęcka J., Jędryka T., 2001, *Analiza sensoryczna – wybrane metody i przykłady zastosowań*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu.
- Goodbrew, 2017, <http://goodbrew.pl/> (10.01.2017).
- Klimek K., 2013, *Ewolucja rynku piwa w Polsce*, Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu, Roczniki Naukowe, vol. 16, nr 2, s. 117–122.
- Kucharczyk K., Cioch M., 2014, *Gospodarka drożdżowa w browarze*, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, vol. 1, s. 107–112.
- Kunze W., 1999, *Technologia piwa i siodu*, Piwochmiel.
- Palmer J., 2017, *How to brew: everything you need to know to brew great beer every time*, Brewers Publications.

- Passport, 2015, *Beer in Poland*, Euromonitor International, <https://www.euromonitor.com/beer-in-poland/report>.
- PN-ISO 6658:1998, *Analiza sensoryczna – Metodologia – Wytyczne ogólne*, PKNMiJ, Warszawa.
- PN-ISO 8589:2010, *Analiza sensoryczna. Ogólne wytyczne projektowania pracowni analizy sensorycznej*, PKNMiJ, Warszawa.
- PN-ISO 8586:2014, *Analiza sensoryczna – Ogólne wytyczne wyboru, szkolenia i monitorowania wybranych oceniających i ekspertów oceny sensorycznej*, PKNMiJ, Warszawa.
- Podeszwa T., 2015, *Browarnictwo rzemieślnicze (craft-brewing) – oddolna aktywność mikrowytwórców stymulantem rozwoju rynku i samokształcenia w zakresie browarnictwa*, Acta Innovations, vol. 15, s. 51–56.
- Satora P., Tuszyński T., 2004, *Zakażenia mikrobiologiczne piwa*, Laboratorium – Przegląd Ogólnopolski, vol. 4, s. 13–18.
- Strong G., Piatz S., 2011, *Beer exam study guide*, Interim revision of 1998 study guide, BJCP, <https://www.bjcp.org/>
- Wawszczak S., Newerli-Guz J., 2011, *Ocena wybranych wyróżników jakości sensorycznej piw popularnych i tradycyjnych*, Problemy Higieny i Epidemiologii, vol. 92, nr 4, s. 196–205.
- Wawszczak S., Śmiechowska M., Sterczyński R., 2012, *Próba identyfikacji czynników wpływających na preferencje młodych kobiet wobec piw ciemnych produkowanych metodą tradycyjną*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, vol. 1, nr 80.
- Wiktor S., 2012, *Czy piwo z „wyższej półki” jest warte swej ceny?*, Laboratoria.net Innowacje Nauka Technologia, <http://laboratoria.net/artukul/11942.html>.