

Praktyczne wskazówki do sensorycznej oceny piwa

Martina Gastl, Werner Back
Instytut Weihenstephan, Monachium

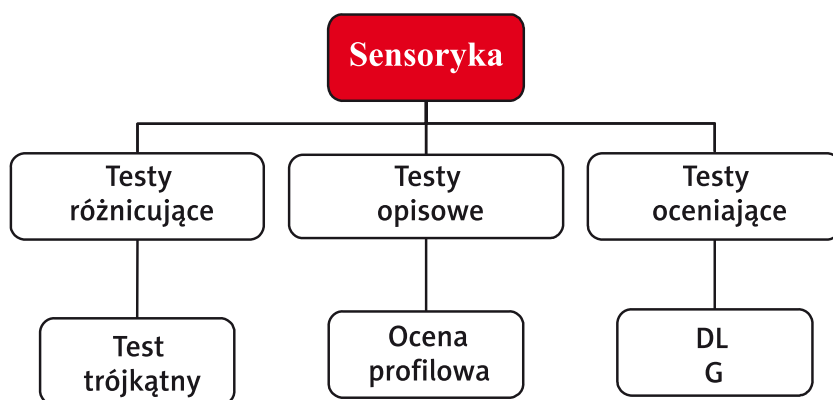
Sensoryka jest nauką postrzegania przez ludzi doznań za pomocą zmysłów. Zrozumienie tego tematu jest pomocne przy wykorzystywaniu organów zmysłowych do celów kontrolnych i pomiarowych. „Analiza sensoryczna” jest przy tym metodyką przyszłości. Obejmuje ona planowanie, przeprowadzenie i ocenę badania sensorycznego [1]. Poniższy artykuł przedstawia najważniejsze teoretyczne podstawy sensorycznej oceny piwa oraz ukazuje znane metody i sposoby badań, stosowane w odniesieniu do sensorycznej oceny piwa. Krótko poruszono również zagadnienie tworzenia i szkolenia panelu degustacyjnego.

W trakcie 38 seminarium technologicznego Katedry Technologii Browarnictwa I w roku 2005, położono szczególny nacisk na zagadnienia „Sensoryki i zabiegów technologicznych wpływających na sensoryczne właściwości piwa” [2-4]. Wydana w tym samym roku książka „Wybrane rozdziały z zakresu technologii produkcji piwa” zawiera również rozdział pt. Sensoryka, w którym szczegółowo przedstawiono sensoryczną ocenę piwa na bazie różnych schematów degustacyjnych oraz szkolenia i tworzenie panelu degustacyjnego [5]. Dany artykuł stanowi przegląd sensorycznej analizy piwa w oparciu o wyżej wymienione seminarium oraz liczne przytoczone pozycje literaturowe

Teoretyczne podstawy sensoryki

Analiza sensoryczna zyskała w ostatnich latach na znaczeniu. Zastosowana została jako decydujące kryterium rozwoju produktu, kontroli jakości np. kontroli wejściowej surowców, optymalizacji procesu i akceptacji konsumentów. Człowiek w tej analizie jest niejako sensorycznym przyrządem pomiarowym. Sensoryka oferuje jedyną możliwość wielorakiego ujęcia charakterystycznych wrażeń smakowo-zapachowych, dlatego też w znacznym stopniu przyjęta się w branży browarniczej, gdzie w oparciu o obserwacje organoleptyczne dostarcza wiele istotnych informacji [5].

Metody stosowane w ramach sensoryki dzielone są na trzy kategorie: testy różnicujące, testy opisowe i testy oceniające (patrz rysunek 1) [5, 6].



Rysunek 1: Ocena jakościowa piwa [2]

Wybór i szkolenie panelu degustacyjnego

Do zastosowania sensoryki jako instrumentu oceny potrzebny jest wybór i szkolenie panelu degustacyjnego [3, 5].

Osoby, które mogą zostać degustatorami w ramach oceny sensorycznej to:

- Osoby nieprzeszkolone lub laicy (=konsumenty)
- Przeszkolony personel z udowodnionymi predyspozycjami
- Rzeczoznawcy/eksperti z wiedzą specyficzną dla produktu
- Kierownik badań

Każda degustacja wymaga udziału kierownika, który odpowiada za przygotowanie i ocenę oraz właściwy sposób postępowania.

Warunkiem prawidłowej degustacji jest niezakłócona atmosfera oraz anonimowość.

Degustatorzy powinni spełniać niżej wymienione kryteria ogólne, fizjologiczne i psychologiczne, przy czym należy zwrócić uwagę, aby panel degustacyjny obejmował zarówno mężczyzn, jak i kobiety:

Kryteria ogólne

- dyspozycyjność
- pozytywne nastawienie do produktu
- możliwości werbalizowania
- wiek, płeć, doświadczenie

Kryteria fizjologiczne

- stan zdrowia (zdrowy, bez alergii, bez wyraźnej niedyspozycji w odniesieniu do składników żywności)
- narządy zmysłów

Kryteria psychologiczne

- odpowiedzialność (np. regularne uczestnictwo)
- zdolność wydawania samodzielnej oceny
- zdolność koncentracji i niezawodność
- pamięć sensoryczna
- gotowość do współpracy.

Z reguły wystarczają przeciętne zdolności sensoryczne. Oceniający musi jednak potrafić opisać w zrozumiały i jednoznaczny sposób swoje wrażenia smakowe i zapachowe. Aby zagwarantować pewność statystyczną panel degustacyjny powinien obejmować przynajmniej 10-14 przeszkolonych degustatorów; mniej niż 7 degustatorów nie pozwala na statystyczną ocenę. Generalnie należy zwracać uwagę, że niezbędne jest przeprowadzanie szkoleń panelu degustacyjnego.

Sposób postępowania w trakcie szkolenia panelu degustacyjnego został szczegółowo opisany w książce „Wybrane rozdziały z zakresu technologii produkcji piwa“ [5]. Poniżej zebrano najważniejsze zagadnienia, które należy uwzględnić podczas tworzenia panelu degustacyjnego:

1. Nauka podstawowych smaków

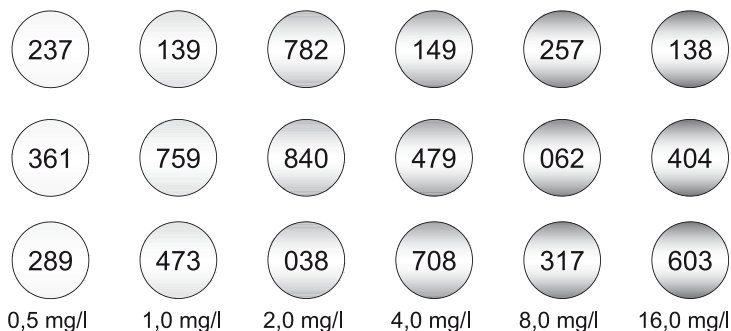
Do podstawowych smaków należą: smak kwaśny, słony, słodki, gorzki oraz umami (glutaminowy). „Ściągający“ nie jest uznawany za swoisty rodzaj smaku, jednak w browarnictwie zaleca się tak go traktować [7].

Podczas szkolenia należy wprowadzić obok sześciu substancji referencyjnych zdefiniowanych dla podstawowych smaków dodatkowo próbę wody (woda wodociągowa) i podawać ją jako próbę. Do celów testowych należy przygotować 10 próbek, w tym jedną próbę wody oraz cztery podwójne substancje referencyjne.

2. Nauka aromatów oraz retro nosowych wrażeń zapachowych

Obok nauki podstawowych smaków szczególnie ważna jest nauka aromatów, za pomocą odpowiednich próbek referencyjnych. Liczba dostępnych do celów szkoleniowych rodzajów smaków i zapachów, porównywalnych z deskryptorami w kole zapachowym „Flavourrad”, jest jednak niewielka [15].

Początkowo degustacja powinna być ukierunkowana na określone kluczowe aromaty, np. takie typowe wady piwa [4] jak DMS, dwuacetyl, względnie substancje określające smak, jak goryczki chmielowe oraz minerały. W tym czasie powinny zostać ustalone rozpoznawalne wartości progowe dla badających. Pozwala to na wybranie osób szczególnie



Rysunek 2. Przykład testu wrażliwości progowej (GSW) jednego składnika smakowego w cieście trójkątnym (brązowe szkło opisane przypadkowymi trzycyfrowymi liczbami, stężenia 1/4 wartości progowej smaku, 1/2 wartości progowej smaku, wartość progowa smaku, 2 x wartość progowa smaku, 4 x wartość progowa smaku)

wrażliwych na specjalne doznania sensoryczne (patrz rysunek 2).

Ocena sensoryczna piwa

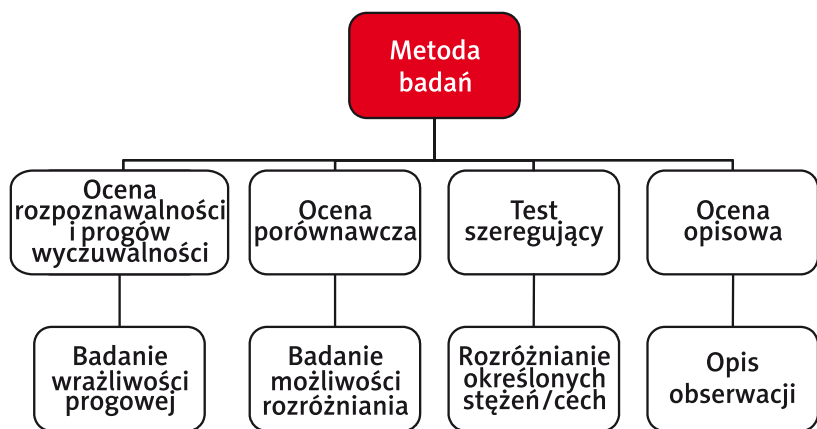
Po wyborze i przeszkoleniu panelu degustacyjnego do dyspozycji oddane zostały różne możliwości sensorycznej oceny piwa. Poniżej przedstawiono główne metody oceny i dokładniej opisano wybrane, najczęściej stosowane, schematy degustacyjne. W różnych metodykach MEBAK [8], ASBC [9], EBC [7] oraz w Niemieckim Instytucie Normalizacyjnym (DIN) [10, 11] i wielu innych [12-14] opisano stosowane metody badań sensorycznych.

Normy

- DIN 10950-1 ocena sensoryczna – część 1: Pojęcia
- DIN 10950-2 ocena sensoryczna – część 2: Ogólne podstawy
- DIN 10952-1 metoda oceny sensorycznej – badanie ocenające ze skalą – część 1: metoda badań

- DIN 10952-2 metoda oceny sensorycznej – badanie ocenające ze skalą – część 2: ustalenie skali oraz schematów oceniania
- DIN 10954 metoda oceny sensorycznej – test parzysty
- DIN 10959 metoda oceny sensorycznej – test wrażliwości progowej
- DIN 10961 szkolenie degustatorów
- DIN 10962 zakresy oceny sensorycznej
- DIN 10963 metoda oceny sensorycznej – test szeregujący
- DIN 10964 metoda oceny sensorycznej – proste badanie opisowe
- DIN 10969 metoda oceny sensorycznej – badanie opisowe z końcową oceną jakości
- DIN ISO 4120 analiza sensoryczna – metoda badań – test trójkątny

Minimalne wymagania odnośnie pomieszczenia w którym dokonywane są oceny sensoryczne zawarte zostały w normie DIN 10962.



Rysunek 3. Metody badań [3]

wzrastające
stężenie względnie
porównanie z
produktami konkurencji

C	A	A
157	192	549
C	A	C
326	961	428
A	A	C
449	128	874

Rysunek 4.
Struktura badania
trójszlankowego

Badanie rozróżniające

Metoda badań

W ramach oceny sensorycznej zastosować można następujące metody badań (patrz rysunek 3).

W ramach tych metod można przeprowadzić poniższe badania. Zalecane typy szkła degustacyjnego podano w nawiasach [1, 3, 5, 12].

1. Test jednopróbkowy (szkło białe)
Ocena punktowa; opis werbalny
2. Test parzysty (szkło brązowe)
Ocena punktowa ewentualnie sprawdzenie statystyczne różnic; Postawienie pytania: Którą próbkę faworyzujesz?
3. Test dwupróbkowy z przyporządkowaniem (szkło brązowe)
Podane zostają 3 próbki, następnie należy odpowiedzieć, które z nich są identyczne. 2 lub 3 są takie same, ocena statystyczna
4. Test trójszlankowy (test trójkątny/ szkło brązowe). Podane zostają 3 próbki. Pytanie: która szklanka zawiera odmienną próbkę, ocena statystyczna.
5. Jednostopniowe ocena rozróżniająca (szkło brązowe). Różnica jednej lub więcej cech w stosunku do próbki kontrolnej
6. Test szeregujący (szkło białe lub brązowe) 3–5 próbek uszeregować według jednej lub wielu cech

Szkło do prób powinno posiadać zalecaną jakość i być opisane trzycyfrowymi, przypadkowymi liczbami.

Kontrola jakości piwa

W ramach kontroli jakości zaleca się regularne przeprowadzanie poniższych badań: [1, 5, 12].

1. Badania rozróżniające

W badaniu rozróżniającym próbki porównywane są między sobą. Metoda ta nadaje się do badania bardzo podobnych prób piwa,

celem znalezienia różnic lub określenia podobieństwa, przykładowo dla porównania z produktami konkurencji lub w celu nauki błędnego aromatu lub smaku [4] (patrz rysunek 4).

2. Badania opisowe

Badanie opisowe służy do opisu jakości próbek według wyglądu, zapachu, smaku i konsystencji. Ważne jest, aby degustatorzy byli w stanie adekwatnie opisać doznane wrażenia. W ocenie opisowej podczas degustacji piwa sięga się najczęściej po koło smakowe Flavourrad [15], z którego wybierane są pożądane deskryptory. Adekwatne deskryptory do sprawdzenia starzenia się piwa znaleźć można w kole stabilności smakowej „Flavour Stability Wheel“ Hilla [16].

3. Badania oceniające

W metodzie oceniającej, wrażenia jakościowe takie jak: słodowy, chmielowy, kwiatowy, pełny, świeży, klasyfikowane są w sposób ilościowy i przypisywane są do nich wartości natężenia / intensywności. Dokonuje się tego najczęściej za pomocą skali niezdefiniowanej od słabej do bardzo wyraźnej lub skali z wartościami liczbowymi. Do specyficznych badań oceniających, stosowanych w odniesieniu do piwa, należą: metoda DLG oraz metoda oceniająca starzenie się piwa według Eichhorna [17].

Degustacja w oparciu o DLG

Schemat degustacyjny DLG [18] ocenia piwa w pięciopunktowej skali, przy czym 5 stanowi ocenę najwyższą. Ocenie sensorycznej poddawanych jest 5 cech kontrolnych: zapach, czystość smaku, pełnia smakowa, świeżość oraz stabilność smakowa. W przypadku napojów piwnych ocena ta dotyczy: zapachu, czystości smaku, świeżości, harmonii i stabilności smakowej.

Całkowitą ocenę ważoną oblicza się w następujący sposób:

$$\frac{2 \cdot G + 2 \cdot T + V + R + 2 \cdot B}{8} = \text{ocena ważona}$$

G – zapach
T – smak
V – pełnia smakowa
R – świeżość
B – goryczka

Odchylenia od oceny korzystnie jest podawać w 0,5 jednostki zamiast w liczbach całkowitych.

Degustacja oceniająca starzenie się piwa według Eichhorna [17]

Eichhorn stworzył schemat degustacyjny dla oceny sensorycznej postarzonego piwa. W tym schemacie oceniana jest wyłącznie świeżość ewentualnie stopień zesterzenia piwa. Kryteria bazują na schemacie DLG, przy czym ocenie poddawany jest tylko zapach, smak i jakość goryczki. Przydzielane oceny, od 1 do 4, podzielone są w krokach co 0,5 jednostki, przy czym 1 stanowi ocenę najwyższą (=świeży), a 4 dotyczy ekstremalnie starego piwa.

Następnie degustatorzy oceniają w procentach akceptację próby. Przykładowo wartość akceptacji wynosząca 20% oznacza, że tylko co piąty degustator zaakceptował takie piwo. Aby tego dokonać niezbędne jest jednak uprzednie wytrenowanie degustatorów na posmaki starzenia i na ich zmiany, zachodzące w czasie.

Do przewidzenia stabilności smakowej, piwo postarza się poprzez jego forsowanie. Forsowanie polega na tym, że próby wstrząsane są przez 24 godziny aby zasymulować drogę dystrybucji, a następnie przechowywane są przez 4 dni w temperaturze 40°C w ciemnym pomieszczeniu. Degustuje się świeże piwo w porównaniu do forsowanego. Alternatywnie do starzenia metodą forsowania należy i powinno się degustować regularnie naturalnie starzejące się piwa (zwroty).

W metodzie tej podawane są tylko oceny zapachu, smaku i goryczki i zestawiane w ocenie ważonej:

$$\frac{2 \cdot G + 2 \cdot T + 1 \cdot B}{5} = \text{ocena ważona}$$

G – zapach
T – smak
B – goryczka

Ocena profilowa

W tej metodzie wyszkoleni degustatorzy opracowują systematyczny opis smaku i zapachu prób. Po wyborze odpowiednich cech, w odniesieniu do których degustatorzy zostali w miarę możliwości przeszkoleni, do prób przyporządkowywane są wartości ich natężenia lub wartości jakościowe (patrz rysunek 6). Wyniki przedstawiane są w formie diagramu sieci pajęczek (spiker plots).

Ocena piw typu Weißbier

W piwach typu Weißbier można wyróżnić 4 główne aromaty: estrowy, fenolowy, drożdżowy, neutralny. Do ich opisu nadają się schematy degustacyjne, przedstawione na rysunku 8, rozwinięte przez HERRMANNIA i SACHERA.

Za pomocą różnych, specyficznie ukierunkowanych schematów degustacyjnych [14, 21] można tak samo oceniać inne cechy, jak np. „goryczkę w piwach typu Pils”.

Wskazówki odnośnie oceny stabilności smaku

Zapach i aromat gotowego piwa zmienia się w sposób ciągły po skończonym procesie produkcyjnym. Wrażenie postarzenia powstaje z jednej strony na skutek utraty pozytywnych związków smakowo-zapachowych, a z drugiej strony w wyniku powstających aromatów starzenia się. W głównej mierze to reakcje utleniania przyczyniają się do powstania posmaku starzenia. Aby dokonać właściwej oceny starzenia, degustator musi zapoznać się z fazami starzenia się piwa. Klasyczny przebieg starzenia się tradycyjnie uwarzonego piwa opisał Dalgliesh [22] [5, 23].

Starzenie prowadzi zazwyczaj do uraty pełni smakowej, wzrostu goryczki oraz zmiany profilu aromatycznego, tzn.:

- utraty charakteru chmielu (np. szyszek chmielowych w piwach typu Pils),
- obniżenia aromatu estrowego,
- obniżenia nut fenolowych w piwach pszenicznych,
- utraty aromatu słodowego w piwach ciemnych,
- wytworzenia różnych posmaków starzenia się.

Różne posmaki starzenia się wytwarzane są według niżej opisanego przebiegu. W piwach specjalnych, piwach z dodatkiem surowca niestodowanego, względnie w piwach

Degustacja DLG:

Ocena w zakresach potówkowych od 1 do 5
Proszę podać odczucie aromatu !

Nr	Próba	Zapach	Smak	Pełnia	Świeżość	Goryczka
A	A świeża	4,0	4,5	4,0	4,0	4,0
B	A forsowana	3,0	3,0	4,0	4,0	3,5
C	B świeża	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
D	B forsowana	2,5	2,5	3,5	4,0	3,5

Ocena starzenia się piwa:

- 1 = świeże
- 2 = lekko postarzone
- 3 = silnie postarzone
- 4 = ekstremalnie postarzone

Akceptacja odnosi się tylko do starości piwa!

Nr	Próba	Zapach	Smak	Goryczka	Akceptacja [%]						
					100	80	60	40	20	0	
A	A świeża	1,0	1,0	1,0	x						
B	A forsowana	2,0	2,5	2,0			x				
C	B świeża	1,0	1,0	1,0	x						
D	B forsowana	3,0	3,0	2,5						x	

Rysunek 5. Degustacja według DLG oraz degustacja oceniająca starzenie się piwa według Eichhorna

z różnymi dodatkami, przebieg starzenia może znacząco różnić się od klasycznych schematów starzenia.

Stadium początkowe (po upływie kilku dni do tygodni)

- aromat czarnej porzeczki („ribes flavour“)
- posmak kartonowy („cardboard flavour“)
- chlebowy, krakersów
- karmelowy, miodowy, słodkawy
- posmak sherry, whisky

Stadium końcowe (po kilku miesiącach do lat)

Starzenie można różnie oceniać, w zależności od gatunku i typu piwa ewentualnie metody jego produkcji. Dla przykładu opisano

przebieg starzenia piwa z zastosowaniem surowca niestodowanego, z dużym udziałem ryżu, które naturalnie zestarzało się w okresie 6 miesięcy:

świeże: dymowe, alkoholowe, rozpuszczalnikowe, lekko ostre, lekko ściągająca i pozostająca goryczka

1 miesiąc: neutralne w zapachu, mniej dymowe, trochę brzczkowe, goryczka delikatna, śladowo utlenione

2 miesiąc: mniej dymowe (zimny dym), brzczkowe, lekko utlenione (również w zapachu)

3 miesiąc: śladowo dymowe, mniej gorzkie, brzczkowe, lekko utlenione (również w zapachu), mniej pełne

Wrażenie aromatu	Natężenie									Ocena	
	nie wyczuwalne	słabo wyczuwalne			wyczuwalne	dobrze wyczuwalne		wyraźne			
1. owocowy	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2. chmielowy	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
3. kwiatowy	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
4. słodowy	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
5. palonego siodu	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
6. słodki	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
7. alkoholowy	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
8. inne:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Rysunek 6. Przykład schematu oceny profilowej do oceny charakteru piwa [19]

Degustator:		Próba:	
Data			

Zapach	Smak	Pełnia smakowa	Świeżość	Goryczka

Noty estrowe

<p style="text-align: center;">Zapach</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	Natężenie	<p style="text-align: center;">Smak</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5																		
1	2	3	4	5																		
1	2	3	4	5																		
1	2	3	4	5																		
Opis:																						

Noty fenolowe

<p style="text-align: center;">Zapach</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	Natężenie	<p style="text-align: center;">Smak</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5																		
1	2	3	4	5																		
1	2	3	4	5																		
1	2	3	4	5																		
Opis:																						

Noty drożdżowe

<p style="text-align: center;">Zapach</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	Natężenie	<p style="text-align: center;">Smak</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table>	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5																		
1	2	3	4	5																		
1	2	3	4	5																		
1	2	3	4	5																		
Opis:																						

pozostałe

Opis:

Natężenie: 1 = niewyczuwalne; 5 = bardzo silne
 Jakość: 1 = nieprzyjemna; 3 = neutralna; 5 = przyjemna

Rysunek 7. Schemat oceny dla piw typu Weißbier [20]

- 4 miesiąc:** ogólnie neutralne, prawie wodniste, delikatna goryczka, utlenione
- 5 miesiąc:** neutralne, lecz owocowe, winna nuta starzenia, jeszcze trochę goryczkowe
- 6 miesiąc:** owocowe, utlenione, mniej alkoholowe, puste

Na tym przykładzie widać, że przebieg starzenia oceniać powinien przeszkolony panel degustacyjny, w sposób typowy dla danego piwa.

Podsumowanie

Niniejszy artykuł powinien zachęcać do poprawy metod i świadomości prac sensorycznych w zakładzie.

Pracownicy, którzy zajmują się oceną sensoryczną wykazują silniejszy związek z produktem oraz wyższe zrozumienie jakości. Jeżeli w zakładzie produkcyjnym przyjęto stosowanie oceny sensorycznej produktu, stanowi ona wielofunkcyjny instrument oceny procesu produkcyjnego i produktu oraz kontroli jakości oferując, dzięki dużej ilości metod badawczych, liczne możliwości. Testy sensoryczne stosowane

się przede wszystkim do rozwoju produktu, kontroli wejściowej surowców, optymalizacji procesu i akceptacji przez konsumentów.

Smak piwa jest kompleksowy, jeszcze długo nie wszystkie substancje aromatyczne i smakowe zostaną zidentyfikowane. Kompleksowość ta powodowana jest nie tylko różnorodnością surowców i możliwości technologicznych. Typowa analityczna kontrola produktu może stanowić jedynie zarys specyfikacji produktu. Chcąc spełnić dzisiejsze wygórowane wymagania konsumentów nie można zrezygnować z oceny sensorycznej dokonywanej przez najlepiej nadającego się do tego celu instrumentu pomiarowego – człowieka. Dzięki licznym możliwościom zastosowania sensoryki należy obecnie uzupełniać ewentualnie łączyć kontrolę i optymalizację ważnych kroków procesu (jakość surowca, fermentacja, rozlew itp.) z metodami sensorycznymi. Ocena sensoryczna jest także nieodzowna w ocenie stabilności smakowej

Literatura:

- [1] Nießen, M.; Thölking, S.: Sensorische Prüfverfahren - Anpassung für mittelständische Betriebe. Hamburg: Behr's Verlag, 2007.
- [2] Back, W.: Technologische Maßnahmen zur Beeinflussung der sensorischen Eigenschaften des Bieres. Vorgetragen anlässlich des 38. Technologischen Seminars 2005.
- [3] Schneeberger, M.: Aufbau und Schulung eines Verkosterpanels. Vorgetragen anlässlich des 38. Technologischen Seminars 2005.
- [4] Zarnkow, M.: Fehlparomen in der Bierherstellung. Vorgetragen anlässlich des 38. Technologischen Seminars 2005.
- [5] Back, W.: Ausgewählte Kapitel der Brauereitechnologie. Nürnberg: Fachverlag Hans Carl GmbH, 2005.
- [6] Carpenter, R. P.; Lyon, D. H.; Hasdell, T. A.: Guidelines for Sensory Analysis in Food Product Development and Quality Control. Gaithersburg: Aspen Publ., 2000.
- [7] Van Erde, P.: Sensory Analysis. In: EBC-Analytica. Nürnberg: Fachverlag Hans Carl, 1998, S.
- [8] Pfenninger, H. B.: Brautechnische Analysemethoden, Band II. Freising-Weihenstephan: Selbstverlag der MEBAK, 2002.
- [9] ASBC: Methods of Analysis: Sensory Analysis. St. Paul: ASBC, 1992.
- [10] DIN: DIN 10950 ff. Sensorische Prüfung. Berlin: Beuth, 1999.
- [11] DIN: DIN 10954 ff. Sensorische Prüfverfahren. Berlin: Beuth, 1997.
- [12] Busch-Stockfisch, M.: Praxishandbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung. Hamburg: Behr's Verlag, 2002.
- [13] The Institute of Brewing: Methods of Analysis. London: The Institute of Brewing, 1997.
- [14] Schönberger, C.; Gahr, A.: Ganz nach Geschmack. In: Brauindustrie 11 (2006), Nr. S. 98–101.
- [15] Meilgaard, M. C.; Reid, D. S.; Wybworski, K. A.: Reference Standards for beer flavor terminology systems. In: J. Am. Soc. Brew. Chem. 40 (1982), Nr. 4, S. 119–128.
- [16] Hill, P.: Keeping the Flavour Wheel turning - the development of a Flavour Stability Wheel. In: European Brewery Convention: Proceedings of the 29th Congress. Dublin, 2003, S. 791–795.
- [17] Eichhorn, P.: Untersuchungen zur Geschmacksstabilität. Freising-Weihenstephan, Technische Universität München, Dissertation, 1991.
- [18] DLG-Qualitätswettbewerb für Bier: Prüfbestimmungen, DLG-Zertifizierungsstelle, Frankfurt 2007/2008.
- [19] Schneeberger, M.: Verwertung von Prozessbieren in der Brauerei. München, Technische Universität München, Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt, Dissertation, 2006.
- [20] Herrmann, M.: Entstehung und Beeinflussung qualitätsbestimmender Aromastoffe bei der Herstellung von Weißbier. München, Technische Universität München, Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt, Dissertation, 2005.
- [21] Kaltner, D.: Untersuchungen zur Ausbildung des Hopfenaromas und technologische Maßnahmen zur Erzeugung hopfenaromatischer Biere. München, Technische Universität München, Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt, Dissertation, 2000.
- [22] Dalgliesh, C. E.: Flavour stability. In: European Brewery Convention: Proceedings of the 16th Congress. Amsterdam, 1977, S. 623–659.
- [23] Schütz, M.; Hartmann, K.; Herrmann, M.; Keßler, M.; Kreis, S.; Krottenthaler, M.; Mezger, R.; Schneeberger, M.; Thiele, F.; Zarnkow, M.; Back, W.: Technologie und Analytik-Teil III: Analytische Kontrollmöglichkeiten zur Optimierung technologischer Prozesse In: Brauwelt 146 (2006), Nr. 11.