

Jacek Nowak, Michał Paluszkiwicz, Małgorzata Lasik

WPŁYW pH ZACIERU I BRZECZKI NA PRZEBIEG PROCESU TECHNOLOGICZNEGO I WYBRANE WYRÓŹNIKI JAKOŚCIOWE PIWA

Zakład Fermentacji i Biosyntezy Instytutu Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego
Wydziału Nauk o Żywności i Żywieniu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu
Kierownik: prof. dr hab. Z. Czarnecki

Oceniono wpływ sposobu zakwaszania zacieru i brzeczki podczas produkcji piwa jasnego typu pilzneńskiego tradycyjną technologią w małym browarze na tempo scukrzania zacieru, barwę brzeczki i piwa, pienistość piwa oraz ocenę sensoryczną uzyskanych piov.

Hasła kluczowe: piwo, pH, zacier, brzeczka, zakwaszanie, jakość piwa.
Key words: beer, pH, mash, wort, acidification, beer quality.

W pracy oceniano wpływ wartości pH zacieru i brzeczki na proces produkcji i jakość piwa w oparciu o klasyczny proces produkcji w małym browarze. Oprócz poszukiwania właściwego sposobu zakwaszania w czasie zacierania i gotowania brzeczki oceniono wpływ zastosowanego do obniżenia pH rodzaju kwasu w warunkach przemysłowych.

Najważniejszym, obok temperatury, parametrem procesu wytwarzania brzeczki piwnej jest pH, przebieg zacierania i filtracji jest bowiem zależny od aktywności enzymów słodowych przy określonym pH. Oprócz skuteczności procesu hydrolizy również ekstrahowanie składników łuski słodowej, wynik gotowania brzeczki z chmielem, wytrącanie związków białkowych, stopień izomeryzacji substancji goryczkowych chmielu, obniżenie pH fermentującej brzeczki i tworzenie się osadów zależą od pH w fazie zacierania (1, 2). Kwasowość zacieru wpływa również na wydajność ekstraktu i zawartość polifenoli (2, 3).

Wartość pH zacieru otrzymanego wyłącznie z wody i rozdrobnionego siodu waha się w granicach od 5,6 do 6,2 (4). Takie pH nie jest korzystne dla uzyskania intensywnego procesu hydrolizy w czasie zacierania (5). pH powyżej 5,6 hamuje aktywność enzymów proteolitycznych co powoduje uzyskanie niewystarczającego rozkładu hydrolitycznego białek (1). Zahamowaniu ulegają fosfatazy a także glukazy działają w tych warunkach słabiej, brzeczka ma wyższą lepkość, co w konsekwencji prowadzi do spowolnienia filtracji brzeczki (5).

Wielu autorów (2, 4, 6–11) zaleca obniżenie pH zacieru do wartości 5,2–5,3. Obniżenie kwasowości uzyskuje się poprzez dodanie kwasów mineralnych, jeśli jest to prawnie dozwolone, kwasu mlekowego lub poprzez biologiczne zakwaszanie, tj. poprzez hodowlę bakterii kwasu mlekowego.

Zacieranie z dodatkiem kwasu nie tylko wspomaga pracę enzymów, lecz również ma wpływ na niektóre wyróżniki jakościowe piwa. Przy zacieraniu z dodatkiem kwasu otrzymujemy jaśniejszą barwę piwa (1, 4, 7, 12).

Dodatek kwasów wpływa również korzystnie na pienistość piwa dzięki wytworzeniu ze skrobi dekstryn granicznych, jednak zbyt długie zacieranie powoduje zmniejszenie stabilności piany, ponieważ maleje ilość wysokocząsteczkowych związków azotowych odpowiedzialnych za pełny smak piwa, stabilność piany oraz wiązanie CO₂ (13).

MATERIAŁ I METODY

Do produkcji piwa jasnego typu pilzneńskiego o zawartości ekstraktu 12,1°Blg w brzezce podstawowej użyto słodu jasnego ze słodowni GlobalMalt Polska Sp. z o.o., wodę, cukier oraz drożdże dolnej fermentacji z rodzaju *Saccharomyces cerevisiae*. Zacier i brzezkę zakwaszono 80% kwasem mlekowym spożywcym (Akwawit Leszno) lub kwasem solnym spożywcym (Chemana S.A., Warszawa). Do chmielenia użyto chmiel prasowany aromatyczny „Lubelski” i chmiel goryczkowy odmiany „Marynka” (Chmiel Polski S.A., Lublin).

Proces produkcji prowadzono stosując śrutowanie słodu na sucho (śrutownik dwuwalcowy), zacieranie infuzyjne (przerwy: 52°C – 45 min., 66°C – 40 min. i 72°C – ok. 40 min). Po filtracji w kadzi filtracyjnej cylindrycznej w temp. 80°C (dwie wody), gotowanie prowadzono przez 60 min w kotle warzelnym. Po oddzieleniu osadu gorącego w kadzi osadowej (55 min), schładzano brzezkę w płytowym wymienniku ciepła do temp. 8,5°C i proces fermentacji prowadzono przez 7 dni, a leżakowanie (0–1°C) przez 4 tygodnie. Proces filtracji przez ziemię okrzemkową prowadzono z zastosowaniem filtra ramowego po czym piwo rozlewano do butelek o pojemności 0,5 dm³.

Ocenę organoleptyczną piwa prowadził 12-osobowy przeszkolony zespół składający się zarówno z kobiet, jak i mężczyzn z wykorzystaniem skali 100 punktowej. Poszczególne cechy punktowane były w skali od 2 do 5 punktów i mnożone przez współczynniki ważkości; pienistość, klarowność, barwa i nasycenie × 2, goryczka × 4 i smak i zapach × 8.

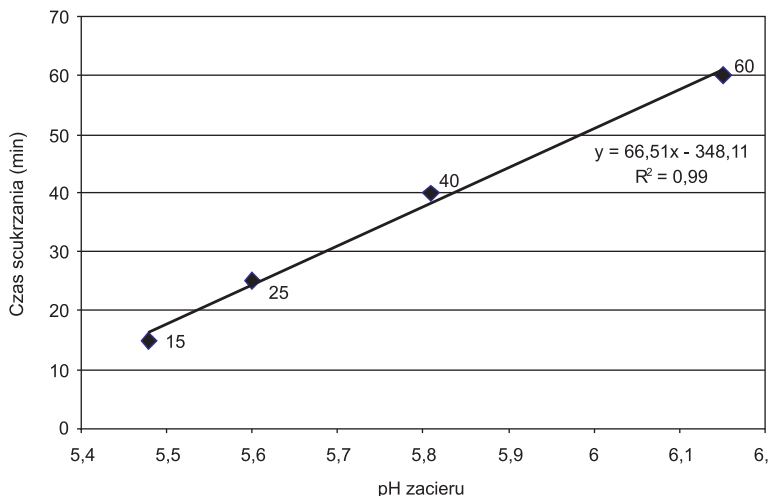
W ramach oceny fizykochemicznej piwa wykonano:

- ocenę pienistości piwa (14),
- ocenę barwy za pomocą kolorymetru Heilge z wzorcami szklanymi EBC (14),
- stężenie jonów wodorowych oznaczono za pomocą pehametru Elmetron CP-401,
- skurczenie zacieru kontrolowano za pomocą próby jodowej.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Celem doświadczenia przeprowadzonego w skali przemysłowej było stwierdzenie zależności pomiędzy pH zacieru a czasem scukrzania. Do regulacji pH zacieru zastosowano dodatek kwasu solnego w ilości od 0 do 3,5 dm³, a kontrolując czas scukrzania wykonywano próbę jodową. Stwierdzono liniową zależność czasu scukrzania od jego pH w zakresie od pH = 5,5 do pH = 6,15 (ryc. 1). Wysoki współczynnik korelacji ($R^2 = 0,99$) wskazuje na wysoce istotny związek między analizo-

wanymi zmiennymi. Z zależności wynika, że wzrost pH zacieru o 0,1 powodował wydłużenie czasu scukrzania o ok. 6,6 min.

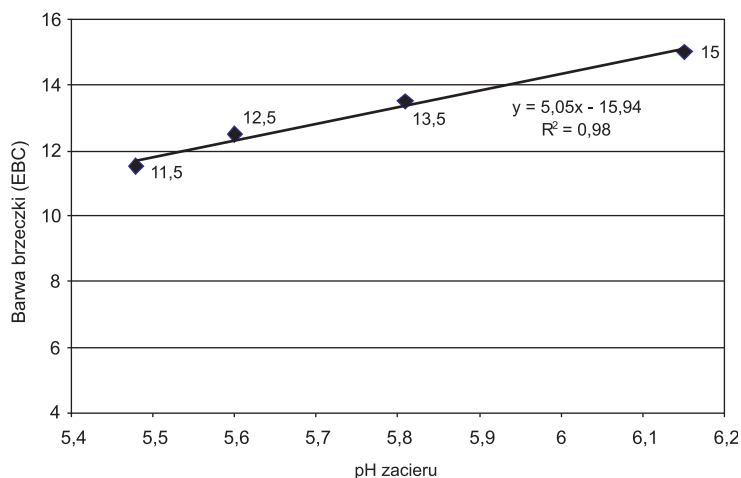


Ryc. 1. Zależność czasu scukrzania zacieru od jego pH.

Fig. 1. The influence of pH of the mash on the duration of saccharification

Wydajność ekstraktu zależy w znacznej mierze od pH. Wskazują na to badania *Narziss'a* (2), który stwierdził, że przy pH 5,85 wydajność ekstraktu wynosiła 81,3 %, przy pH 5,6 – 81,7%, a przy pH 5,35 – 82,1%.

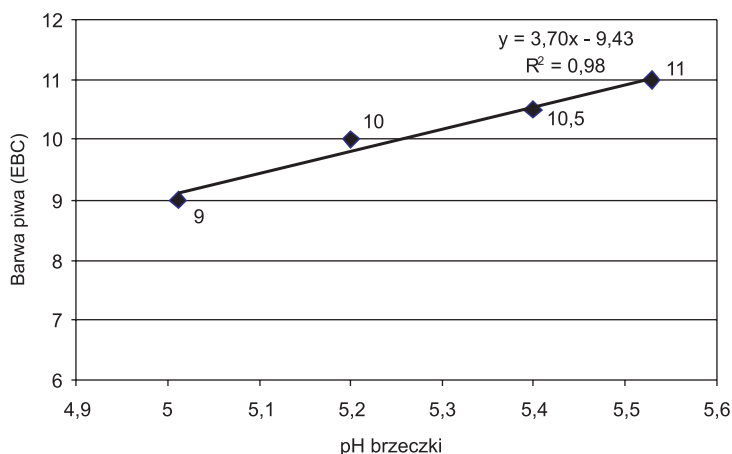
W podobny sposób określono wpływ zakwaszania zacieru na zmianę barwy brzezki (po filtracji, skala EBC). Najjaśniejszą brzezkę uzyskano z zacieru zakwaszonego poprzez dodatek 3,5 dm³ kwasu solnego do zacieru (pH = 5,5), podczas gdy brzezka wyprodukowana z zacieru niezakwaszonego (pH = 6,15) odznaczała się najwyższą barwą (15,0 w skali EBC). Analiza zależności między analizowanymi parametrami pozwoliła stwierdzić, że obniżenie pH o 0,1 spowodowało obniżenie barwy brzezki o 0,5 w skali EBC (ryc. 2).



Ryc. 2. Zależność barwy brzezki od pH zacieru

Fig. 2. The influence of the mash pH on the color of wort

Oceniono również w warunkach technologicznych małego browaru wytwarzającego piwo pełne jasne typu pilzneńskiego zależność barwy piwa od pH brzezki. Kwasowość brzezki regulowano poprzez dodatek kwasu spożywczego w ilości 2,0; 1,0 i 0,6 dm³ do brzezki pod koniec procesu gotowania. Stosowano brzezki o wyjściowym pH (po filtracji) 5,6. Stwierdzono wyraźną zależność barwy piwa od pH brzezki po gotowaniu wyrażającą się zależnością liniową w analizowanym przedziale wartości (ryc. 3).



Ryc. 3. Zależność barwy piwa od pH brzezki.

Fig. 3. The dependence of the wort pH on beer color.

Celem następnego doświadczenia była ocena wpływu zakwaszania zacieru i brzezki na uzyskanie dobrej i stabilnej piany w piwie. W próbie 1P zakwaszano zacier i brzezki, w próbach 2P i 3P zakwaszano tylko zacier, natomiast w próbie 4P brzezki zakwaszano tylko w procesie gotowania z chmielem. Najlepszą pienistością odznaczało się piwo, w którym zakwaszano zarówno zacier, jak i brzezki (tab. I). Również zakwaszanie tylko zacieru pozwoliło na otrzymanie piwa o wystarczająco dobrej pienistości, natomiast w otrzymane w procesie 4P (zakwaszanie tylko brzezki) piwo charakteryzowało się złą pienistością (wskaźnik o wartości 0,83).

Tabela I. Kształtowanie się wskaźnika pienistości piw w zależności od sposobu zakwaszenia zacieru i brzezki.

Table I. The influence of the course of mash and wort acidification on the foam quality of the beers

Oznaczenie próby	Dodatek kwasu podczas zacierania (l)	pH zacieru	Dodatek kwasu podczas gotowania brzezki (l)	pH brzezki	Pienistość piwa
1P	3,5	5,52	1,0	5,21	0,43
2P	3,5	5,48	–	5,42	0,55
3P	2,0	5,63	–	5,55	0,65
4P	–	6,05	1,0	5,79	0,83

W celu porównania jakości sensorycznej piwa wyprodukowanego z zastosowaniem różnych wariantów zakwaszania kwasem solnym i kwasem mlekowym wyprodukowano cztery piwa o symbolach P1–P4.

Próba podstawowa (P1) była zakwaszana kwasem solnym w ilości 3,5 dm³ na warkę (1150 kg słodu), a brzeczki dodatkowo zakwaszano kwasem solnym w ilości 1,0 dm³ na około 15 min przed końcem gotowania (końcowe pH brzeczki 5,21).

Kwas solny zastąpiono kwasem mlekowym w ilości 3,0 dm³ dodatku do zacierania i 1,3 dm³ dodatku do brzeczki (P2) (pH brzeczki 5,25), w doświadczeniu P3 użyto zamiast 1,0 dm³ dodatku 2,0 dm³ kwasu solnego do gotowania (pH brzeczki 5,03), a w doświadczeniu P4 nie dodawano kwasu w czasie gotowania (pH=5,57).

Tab e l a II. Wyniki ocena sensorycznej piw otrzymanych w procesie technologicznym w którym zastosowano różny sposób zakwaszania zacieru i brzeczki (wartości średnie określone przez panel degustacyjny)

Table II. Sensory evaluation of beers produced with different scheme of acidification of mash and wort (mean values of the panel)

Badany parametr	Rodzaj piwa			
	1P	2P	3P	4P
Pienistość	4,3	4,4	4,6	4,2
Klarowność	4,3	4,4	4,2	4,2
Barwa	4,4	4,5	3,1	4,1
Nasycenie CO ₂	4,4	4,4	4,2	4,2
Smak i zapach	4,3	4,4	3,1	3,2
Goryczka	4,4	4,5	3,8	2,6
Ogólna ocena piwa	87a	89a	72b	69b

Wartości średnie w wierszu oznaczone różnymi literami wykazują statystycznie istotne różnice ($p > 0,05$)

Ocena organoleptyczna wyprodukowanych piw wykazała, że najlepsze oceny uzyskały piwa P1 i P2, przy czym ocena tych piw nie różniła się statystycznie (tab. II). Najgorzej oceniono piwo, w którym nie zakwaszano brzeczki w kotle warzelnym. Szczególnie nisko została oceniona goryczka tego piwa co potwierdza informacje, że zbyt wysokie pH brzeczki w czasie gotowania wpływa niekorzystnie na goryczkę piwa. Przy wyższych pH alfa kwasy oraz inne substancje goryczkowe występują głównie w formie molekularnej, tzn. soli humulonów – humulatów, które mają zdolność tworzenia intensywnej, twardej i pozostającej goryczki. W mniejszym stopniu występują one w formie koloidalnej tzn. wysokocząsteczkowych molekuł, które powodują powstawanie łagodnej i przyjemnej goryczki (przy pH 5,2). Natomiast nie stwierdzono wyraźnego pogorszenia pienistości przez zastosowane warianty zakwaszania.

WNIOSKI

1. Obniżenie pH zacieru od wartości 6,2 do 5,5 spowodowało skrócenie czasu scukrzania z 60 do 15 min.

2. Obniżenie kwasowości zacieru skutkuje obniżeniem barwy brzeczki o 0,5 jednostki EBC na każde 0,1 wartości pH.

3. Stwierdzono, że w warunkach procesu technologicznego prowadzonego dla piwa jasnego pilzneńskiego w małym browarze barwa piwa jest ściśle związana z barwą wyprodukowanej brzeczki, a więc ilością kwasu użytego do zakwaszania brzeczki.

4. Najlepszą pienistością odznaczało się piwo, w którego procesie produkcji, zakwaszono zarówno zacier, jak i brzeczkę.

5. Nie stwierdzono statystycznie istotnej różnicy pomiędzy jakością piwa do którego produkcji użyto spożywczego kwasu mineralnego, a piwem otrzymanym z zastosowaniem spożywczego kwasu mlekowego.

J. Nowak, M. Paluszkiewicz, M. Lasik

THE INFLUENCE OF MASH AND WORT pH ON THE COURSE OF TECHNOLOGICAL PROCESS AND BEER QUALITY

Summary

Estimation on the influence of mash and wort acidification method during production of pilsner type of beer in small size brewery by traditional technology on the speed of mash saccharification, color of wort and beer, beer head retention values as well on sensory evaluation of the produced beers was performed in a production scale.

PIŚMIENNICTWO

1. *Baca E.*: Wpływ składu chemicznego wody na proces produkcji i jakość piwa; Przem. Ferm. Owoc.-Warz., 1999; 1: 35-38. – 2. *Narziss L.*: Bedeutung und Beeinflussung des pH – Wertes beim Maischen; Brauwelt. 1979; 5: 127-130. – 3. *Nowak J., Korzec M., Gumienna M., Lasik M.*: Ocena wpływu technologii produkcji piwa i czasu przechowywania na zawartość polifenoli i właściwości przeciwutleniające piw przemysłowych i domowych. Bromatologia i Chemia Toksykologiczna XLI. 2008; 3: 792-796. – 4. *Kunze W.*: Technologia piwa i słodu; Wydawnictwo PiwoChmiel sp. z o.o, 1999; Warszawa. – 5. *Narziss L.*: Abriss der Bierbrauerei. 1986; F. Enke Verlag Stuttgart. – 6. *Dylkowski W.*: Browarnictwo; 1986; WSiP, Warszawa. – 7. *Kądzielski F.*: Zagadnienie barwy piwa. Przem. Ferm. Owoc.-Warz., 1992; 9: 6-7. – 8. *Michałowska D.*: Wpływ procesu zacierania na jakość brzeczki i stabilność sensoryczną piwa. Seminarium pt. „Rola procesu technologicznego i warunków przechowywania piwa w kształtowaniu właściwej stabilności sensorycznej produktu”. 2002, Warszawa. – 9. *Waesberghe J. W.*: Flavour stability starts with malt and in the brewhouse; Brauwelt International. 2002; 6: 375-377. – 10. *Narziss L.*: Beer taste and how it is influenced by raw materials and technological factors. Brauwelt International. 1998; 1: 14-25.

11. *Schwill-Miedaner A., Miedaner H.*: Wort boiling – current state of the art; Brauwelt International. 2002; 1: 19-23. – 12. *Kądzielski F.*: Stabilność piwa w nowych warunkach; Przem. Ferm. Owoc.-Warz. 1994; 1: 14-16 – 13. *Narziss L., Back W.*: Untersuchungen zur Beeinflussung der Geschmacksstabilität durch Variation technologischer Parameter bei der Bierherstellung. Monatsschrift für Brauwissenschaft. 1999; 11/12: 192-206. – 14. *Praca zbiorowa*: Kontrola chemiczno-techniczna produkcji słodu i piwa. WPLiS, 1959; Warszawa.

Adres: 60-624 Poznań, Wojska Polskiego 31.