

dr hab. inż. Aleksander Poreda, prof. URK

Katedra Technologii Fermentacji i Mikrobiologii

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Ocena

rozprawy doktorskiej mgr inż. Katarzyny Kobus,

pt. „Straty ekstraktu w procesie produkcji piwa”,

wykonanej pod kierunkiem dr hab. inż. Edyty Kordialik-Bogackiej, prof. PŁ

Wstęp i uzasadnienie podjęcia tematu

Straty ekstraktu w procesie produkcji piwa zazwyczaj mieszczą się w granicach od 4,5 do 11%, przy czym skala strat zależy od wielkości browaru. W dużych browarach można osiągnąć wartości poniżej 3%, a w małych, niewyposażonych w automatyzację, gdzie przebieg procesu zależy głównie od sprawnej pracy piwowara, straty mogą sięgać nawet powyżej 20%, szczególnie w przypadku stylów piwnych o wysokim ekstrakcie piwa.

Głównym celem pracy doktorskiej przedstawionej do recenzji była identyfikacja strat ekstraktu w procesie produkcji piwa, ustalenie obecnej wielkości strat ekstraktu na poszczególnych etapach produkcji oraz analiza etapów krytycznych w tym obszarze. W konsekwencji Doktorantka skupiła się na opracowaniu i wdrożeniu rozwiązań technicznych i technologicznych pozwalających na zmniejszenie strat ekstraktu bez negatywnego wpływu na jakość wyrobu gotowego. W badaniach określono wpływ podejmowanych działań na jakość brzozecek, piw i drożdży nastawnych oraz wydajność procesu produkcyjnego. Warto wspomnieć, że szczególnie w ostatnich latach, przy znacznych wahaniami (szczególnie wzrostach) cen energii oraz surowców, bardzo ważne w praktyce piwowarskiej jest minimalizowanie strat ekstraktu, które wprost przekłada się na zmniejszone zapotrzebowanie na kluczowy surowiec, czyli sład jęczmienny.

Reasumując powyższe, uznaję tematykę pracy za bardzo uzasadnioną. Szczegółowe badanie przez Doktorantkę krytycznych parametrów procesu wpływających na straty ekstraktu może przyczynić się do pogłębienia wiedzy w tym zakresie, a tym samym dać technologom w browarach skuteczne narzędzia do ograniczania strat i poprawy ekonomiki procesu.

Ocena formalna pracy

Recenzowana praca obejmuje 146 numerowanych stron, w tym:

- 28 tabel,

- 3 rysunki,
- 4 wykresy ,
- wykaz 172 źródłowych materiałów bibliograficznych,
- streszczenie w języku polskim i angielskim.

Struktura rozprawy jest typowa dla prac eksperymentalnych i składa się z następujących rozdziałów (w nawiasie podano objętość tekstu wyrażoną w liczbie stron maszynopisu):

- wstęp (2),
- wprowadzenie (36),
- geneza i cel pracy (2),
- tezy badawcze (1),
- charakterystyka prac badawczych (2),
- materiały i metody (14),
- wyniki i dyskusja (59),
- wnioski (2),
- literatura (13),
- streszczeniami w języku polskim (5) i angielskim (5).

Układ pracy jest przejrzysty, czytelny i logiczny. Drobne sugestie co do proporcji objętościowej i kolejności poszczególnych podrozdziałów zostaną przedstawione w dalszej części recenzji. „Wprowadzenie” jest podzielone na podrozdziały, których tytuły w zwięzły sposób odzwierciedlają zawarte w nich treści. Pod względem edytorskim praca jest skonstruowana poprawnie, przejrzyste i starannie, zdania zbudowane są logicznie. Stylistyka jest poprawna, w pracy pojawiają się pewne nieścisłości, wykazane poniżej. Reasumując czytanie tekstu i przyswajanie przekazywanych treści odbywa się w sposób płynny.

Drobne uwagi formalne:

- wydaje się, że rozdział „Wprowadzenie” pełni rolę przeglądu literatury więc mógłby nosić właśnie taki tytuł;

- sporadycznie pojawiają się fragmenty, które można przereklamować w celu uproszczenia, poprawienia stylu, uniknięcia powtórzeń, czy osiągnięcia lepszej precyzji, np.

- str. 9 „straty wydajności warzelni” powinno być „obniżenie wydajności warzelni”;
- powtórzenie słowa „zmniejszenie”;
- „rozkład skrobi maltozy” powinno być „rozkład skrobi do maltozy”;

- str. 10 „metoda dekokcyjna jest wykorzystywana w produkcji piwa z surowców niesłodowanych” - nie tylko, bo jest stosowana także w produkcji piw ze słodu jęczmiennego.

Ocena pracy pod względem merytorycznym

Sformułowany przez Doktorantkę TYTUŁ pracy jest zwięzły i jasny. We WPROWADZENIU, będącym przeglądem literatury opisano przebieg procesu produkcji piwa, a następnie skupiono się na tematyce strat ekstraktu.

W tej części można znaleźć pewne nieścisłości, np. na stronie 10, Doktorantka opisała wpływ metody dekokcyjnej na przebieg procesu i jakość piwa, powołując się na dwie prace (Kunze, 1999; Esslinger 2009). W pracy sugeruje się, że dzięki tej metodzie uzyskuje się jaśniejszą brzeczkę, szybszy spadek pH podczas fermentacji oraz ograniczenie działania enzymów proteolitycznych. Prosiłbym o odniesienie się do tych informacji i wyjaśnienie potencjalnych mechanizmów osiągnięcia tych efektów. Wydaje się, że metoda dekokcyjna poprzez uzyskanie większej ilości melanoidyn daje głębszą barwę. W browarnictwie mniejsza buforowość brzeczki oznacza zazwyczaj wyższe pH zacieru, następnie brzeczki, a w konsekwencji piwa. Natomiast intensywność działania enzymów proteolitycznych jest wprawdzie ograniczona w gotowanej części zacieru, ale w pozostałej części czas działania tych enzymów zależy od specyfiki procesu (długość zacierania, liczba warów, początkowa temperatura zacierania). Te trzy kwestie podane w sposób zdawkowy bez dogłębnego opisu różnych metod zacierania dekokcyjnego mogą wprowadzać czytelnika w błąd.

Kolejną kwestią wymagającą wyjaśnienia lub korekty jest opis rodzajów strat ekstraktu (rozdział 2.3). W części 2.3.1 wymieniono przyczyny strat z podziałem na: operacyjne, technologiczne i wynikające z błędów ludzkich. Następnie w innej kolejności scharakteryzowano te rodzaje strat, najpierw operacyjne (str. 27), kolejno pominięto opis wpływu pracy kadry na straty ekstraktu (skupiono się wyłącznie na podkreśleniu roli szkoleń w rozwoju pracowników), na końcu pominięto opis strat technologicznych, wskazując, że zostaną opisane w kolejnej części 2.3.2. Straty technologiczne ujęto w podrozdziałach niższego rzędu (od 2.3.2.1 do 2.3.2.3). Następnie jest kolejny rozdział „2.4 Straty techniczne i operacyjne” - co nie odpowiada podziałowi przedstawionemu na stronie 27. Na początku rozdziału 2.4 jest bardzo obszerny fragment poświęcony filtracji zacieru (bez oddzielnego podrozdziału), po czym dalszy tekst dzielony jest na podrozdziały. Podrozdział 2.4.1 Pozostałości cieczy w instalacjach (odpowiada punktowi b - z listy na str. 27), jednak podrozdział 2.4.2 Ograniczenie strat wody, energii i środków myjących - nie znajduje się na liście ze strony 27. Co więcej, nie dotyczy on strat ekstraktu ale innych strat powodujących pogorszenie ekonomiki procesu. Podobnie 2.4.3 Ograniczenie zużycia ditlenku węgla. Czytając tą część odnosi się wrażenie braku spójności i zachowania logicznego podziału

rozdziałów, pominięcia niektórych ważnych kwestii oraz braku klarownego podziału rodzaju strat ekstraktu. Warto uwzględnić te spostrzeżenia podczas przygotowania publikacji z badań, z uwagi na fakt, że straty ekstraktu są kluczowym problemem poruszonym w rozprawie - stąd istnienie potrzeba ich ścisłego opisu i omówienia.

Na stronie 29 napisano, że strata ekstraktu procesu to „różnica między zawartością ekstraktu w surowcach i produktach”. Sugerowałbym przereformowanie tej definicji ponieważ „zawartość ekstraktu” kojarzy się z zawartością procentową; a chodzi zapewne o różnicę między ekstraktem zawartym w produkcie i surowcu. Idąc dalej, w definicji użyto słowa „różnica”, natomiast we wzorze a) (wielkość strat ekstraktu [kg]) - przedstawiono wzór na iloraz. Proszę o doprecyzowanie różnych metod obliczania strat ekstraktu, które można przedstawiać masowo lub procentowo - przy czym w każdym przypadku kluczowe jest odpowiednie kalkulowanie strat. Ze wzoru w pkt. a, uzyskamy stosunek (wielkość bezwymiarową, a nie wyrażoną w kg) - czy tak obliczony stosunek może być przydatny w szacowaniu strat ekstraktu, jeśli tak, to w jaki sposób?

Na stronie 34 powołano się na Polską Normę 79098 (brak odnośnika w spisie literatury) oraz na prawodawstwo europejskie - brak uzasadnienia na ten fragment, szczególnie, że poprzedza akapit wykazujący zalety produkcji piwa metodą HGB. Opis ten zawarty jest w rozdziale 2.3.2.3 Filtracja, poświęconym zasadniczo stratom działu filtracji.

Strony 36-38 przedstawiają wyniki (tabela 1), przy czym nie ma jasności czy są to już wyniki uzyskane w ramach pracy doktorskiej (w takim przypadku nie powinny znajdować się we wprowadzeniu), czy są to wyniki zaczerpnięte z literatury (w takim przypadku powinno być wskazane źródło danych). W tekście znajdują się też fragmenty typu „W ramach pracy doktorskiej ograniczono straty ekstraktu” - strona 37. Tego typu stwierdzenia powinny znajdować się raczej w podsumowaniu lub wnioskach.

Na stronie 38 („w browarze, w którym prowadzono badania”) rozpoczyna się opis instalacji, na której realizowano badania - ta część powinna znajdować się w dziale materiały i metody. We wprowadzeniu sugeruję ograniczać się do danych literaturowych.

CEL PRACY zostały opisany w dwunastu punktach oraz następnie zaprezentowany w postaci jedenastu hipotez badawczych, które miały zostać zweryfikowane w ramach badań.

W rozdziale MATERIAŁY I METODYKA BADAŃ Autorka przedstawiła przebieg doświadczeń (z krótkim opisem poszczególnych części doświadczeń), opis materiału badawczego, i opis wykorzystanych technik analitycznych. Brak w spisie literatury odnośnika do MEBAK czy Analytica EBC, cytowanych w różnych miejscach rozprawy. W tym miejscu nasuwa się pytanie: na przestrzeni jak długiego czasu trwało doświadczenie, czy wykorzystano jedną partę surowców, jeśli nie, to czy ich jakość mogła wpłynąć na uzyskane wyniki?

Moim zdaniem na pochwałę zasługuje przeprowadzenie pracy w warunkach przemysłowych. W literaturze przedmiotu występuje deficyt tego typu prac, a adresowanie wniosków do praktyków produkcyjnych wymaga wyników opartych na doświadczeniach w pełnej skali technicznej. Zrozumiałym jest, że plany produkcyjne oraz specyfika zakładu determinują często rodzaj materiału badawczego (różne typy piwa, różny udział surowców, itp.) jednak odpowiednio dobrana metodyka (wykorzystanie wyników z kilku powtórzeń) czynią wyniki niezwykle cennymi z aplikacyjnego punktu widzenia. Ponadto przy analizie przebiegu procesów produkcyjnych Doktorantka nie ograniczała się wyłącznie do spraw związanych z podstawową tematyką strat ekstraktu, ale podjęła się też analizy innych parametrów procesowych i jakościowych, bez których wnioskowanie byłoby niemożliwie. Jak podkreśliła bowiem we wcześniejszej części pracy, dążenie do minimalizacji strat ekstraktu odbywa się często kosztem jakości piwa. Warto jest więc docenić ten aspekt planu badań i zaplanowanej metodyki. Jeśli chodzi o ewentualne sugestie natury redakcyjnej, dotyczą one ewentualnego doprecyzowania opisu pewnych metod analitycznych, np. 6.3.15 - warto byłoby zaprezentować arkusz oceny organoleptycznej piwa, jakie parametry były oceniane (lub odnieść się do powszechnie używanej metodyki).

W rozdziale WYNIKI I DYSKUSJA zawarto bardzo obszerną dokumentację, w której pojawiają się kolejno wyniki poszczególnych eksperymentów, w odniesieniu do zaplanowanych wcześniej celów pracy. Każda z części zawiera szczegółowe dane zaprezentowane w tabelach lub na wykresach. Dotyczą one zmian fizyko-chemicznych lub mikrobiologicznych wynikających z przebiegu procesu (stężenie substratów, stężenie produktów, przyrost biomasy, żywotność drożdży, profil związków lotnych, itp.) z odpowiednimi przeliczeniami wybranych współczynników w celu znalezienia odpowiedzi na pytanie: jak badane modyfikacje procesów wpływają na straty ekstraktu. Rozdział ten jest bardzo imponujący jeśli chodzi o ilość zawartych wyników, które niezależnie od ich omówienia i dyskusji z literaturą stanowią olbrzymi zasób wiedzy. Szczególnie cenne są dane dotyczące rozbudowanych doświadczeń realizowanych w dziale fermentacji, z uwzględnieniem różnych schematów napowietrzania, dawkowania drożdży czy krotności stosowania gęstwy drożdżowej.

Cennym z poznawczego punktu widzenia jest zamieszczenie w tym rozdziale wyników analizy stężenia związków lotnych, co może być przedmiotem wielu dyskusji naukowych po opublikowaniu wyników. Należy też docenić przeprowadzenie oceny organoleptycznej i przedstawienie wyników, co będzie pomocne do wyciągania praktycznych wniosków i wzmacnia aplikacyjny aspekt pracy. Większość wyników stanowi odpowiednią podstawę do wysunięcia późniejszych wniosków, cennych z punktu widzenia naukowego i komercyjnego. Poniżej

przedstawiam kilka pytań/sugestii dotyczących uzyskanych wyników oraz odpowiednich wniosków:

1. W niektórych tabelach podano dane dotyczące analizy statystycznej w innych brak takich informacji. Dlaczego?

2. Tab. 5 Ekstrakt brzezki podstawowej 24%, 17,6%, 16,6% - o oznacza w tej tabeli termin „ekstrakt brzezki podstawowej”, co stanowiło próbę do analiz (brzezka przednia, brzezka z kotła, piwo gotowe?)

3. Wniosek nr 3 odnosi się do start brzezki i piwa w instalacjach - w rozdziale Wyniki i dyskusja brak takiego podrozdziału. Na jakiej podstawie został wysunięty ten wniosek?

4. Tabele 10-13 określają nazwy próbek jako np. „1-5”, natomiast w metodyce określono je jako „wariant 1”, „wariant 2” - warto trzymać się tej samej nomenklatury, co ułatwi czytelnikowi śledzenie opisu doświadczeń, a następnie wyników, dyskusji i wniosków.

5. Wniosek 5 - „optymalizacja dawki powietrza” - jest to stwierdzenie nieprecyzyjne, proces optymalizacji polega na wskazaniu pewnego ekstremum, dla którego funkcja osiąga najmniejszą lub największą wartość; w przypadku badania tylko dwóch wariantów napowietrzenia nie możemy mówić o optymalizacji, a raczej o modyfikacji obecnie używanej procedury, która pozwala na obniżenie strat ekstraktu.

6. Wniosek 6 dotyczący bukietu uzyskanego piwa jest bardzo ciekawy, jednak prosiłbym o doprecyzowanie, czy zastosowanie proponowanych rozwiązań w postaci zmiany schematu napowietrzenia czy dawki drożdży, pozwalające na obniżenie strat ekstraktu są akceptowane w zakładzie, biorąc pod uwagę profil sensoryczny uzyskanego piwa. W tym wniosku znajdują się zarówno stwierdzenia „dawka powietrza wpływa na zawartość produktów ubocznych”, jak i „zmiana poziomu napowietrzenia nie ma wpływu na produkcję estrów”; stąd prośba do doprecyzowanie wniosku.

W rozdziale 8 „WNIOSKI” Autorka przedstawia 11 wniosków. Mają one charakter dosyć szczegółowy, jednak w obliczu tak znaczącej liczby wyników oraz złożoności przeprowadzonych doświadczeń nie sposób pominąć wybranych spostrzeżeń. Stąd zarówno znacząca liczba wniosków, jak i ich obszerność pozostają usprawiedliwione.

W kolejnym rozdziale przedstawiono bibliografię, po czym Autorka w „Podsumowaniu” przedstawia najważniejsze wnioski naukowe i praktyczne pracy, wraz ze zwięzłym przytoczeniem najważniejszych wyników.

PODSUMOWANIE

Przedłożona do recenzji praca doktorska Pani mgr inż. Katarzyny Kobus zasługuje na uznanie ze względu na jej praktyczny charakter, bardzo trafny i ponadczasowy wybór tematyki oraz szeroki zakres prac, począwszy od aspektów technicznych wyposażenia browaru, przez analizę procesów warzelni, fermentacji, aż po końcowe operacje działu filtracji. Na podstawie zaprezentowanej pracy można stwierdzić, że Doktorantka dobrze opanowała umiejętność prowadzenia badań naukowych oraz wykazuje szeroką wiedzę i świadomość ekonomiczną dotyczącą podjętego tematu.

W pracy wykazano, że wyeksploatowane części zamienne śrutownika młotkowego i śrutownika do mielenia na mokro skutkują zwiększeniem strat ekstraktu. Można je ograniczyć na dziale warzelni przez wykorzystanie traktowanego jako odpad produkcyjny pyłu słodowego. Dzięki wykonanym doświadczeniom Doktorantka wskazała też najbardziej odpowiednią metodę zacierania, dającą najmniejsze straty ekstraktu. Bardzo pracochłonną częścią badań były modyfikacje procesów działu fermentacji - dobór metody napowietrzania brzezki, czy zadawania drożdży. Procesy te są bardzo trudne do kontroli i odpowiedniego doboru parametrów, poprzez dużą ilość zmiennych, oraz parametrów jakościowych, które zależą od przebiegu procesu. Dzięki zaprezentowanej pracy doktorskiej wskazano, że obniżenie napowietrzenia i zwiększenie dawki drożdży może przyczynić się do ograniczenia strat ekstraktu, bez znacznego wpływu na jakość sensoryczną piwa. Na szczególną uwagę zasługuje też podjęcie tematyki związanej z odzyskiem piwa z gęstwy drożdżowej stanowiącej odpad produkcyjny (temat ten często budzi dyskusje wśród piwowarów) czy dobór odpowiednich parametrów wirowania piwa, w celu ograniczenia jego strat.

Zgodnie z wynikami zawartymi w pracy, wdrożenie rozwiązań badanych przez Doktorantkę pozwoliło na obniżenie strat ekstraktu w zakładzie o 1,7% w skali roku, co w browarze o skali produkcji ok. 1 mln hl rocznie stanowi bardzo znaczący zysk ekonomiczny. Biorąc pod uwagę powyższe niewątpliwie warto promować tego typu prace doktorskie i doktorantów, chętnych do podjęcia się prac aplikacyjnych.

W mojej opinii oceniana praca stanowi wartościowe opracowanie, podejmuje ciekawy temat oraz proponuje metody ograniczenia strat ekstraktu w browarnictwie, stanowiąc ważny wkład w rozwój dyscypliny oraz przydatne źródło rozwiązań aplikacyjnych dla technologów odpowiedzialnych za planowanie i kontrolę procesów w browarach. Przedstawiona metodologia badań, uzyskane wyniki i zaproponowane wnioski stanowią solidną bazę dla przedstawicieli praktyki przemysłowej. Na uwagę zasługuje obszerny zasób wyników pozyskanych w skali przemysłowej oraz ich dyskusja. Przedstawienie uzyskanych danych pozwoliło na skupienie uwagi na najważniejszych kwestiach i umożliwiło bardzo dobre uzasadnienie zaproponowanych

wniosków pracy. Nieliczne uwagi zawarte w recenzji w żaden sposób nie umniejszają wartości merytorycznej rozprawy.

Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani mgr inż. Katarzyny Kobus, pt. „Straty ekstraktu w procesie produkcji piwa” stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, prezentuje ogólną wiedzę kandydatki w dyscyplinie technologia żywności i żywienia oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Jednocześnie praca odpowiada wymogom zawartym w ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14.03.2003 (Dz.U. RP nr 65, poz. 595 z późn. zm.) i wnioskuję do Rady do Spraw Stopni Naukowych w dyscyplinach nauki chemiczne, inżynieria chemiczna, technologia żywności i żywienia Politechniki Łódzkiej o dopuszczenie Pani Katarzyny Kobus do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Z uwagi na bardzo obszerny zakres prac badawczych zrealizowany w skali przemysłowej oraz wnioski o charakterze aplikacyjnym w znaczącym stopniu pozwalające na poprawę ekonomiki procesu, składam wniosek do Rady do Spraw Stopni Naukowych w dyscyplinach nauki chemiczne, inżynieria chemiczna, technologia żywności i żywienia Politechniki Łódzkiej o wyróżnienie pracy doktorskiej Pani mgr inż. Katarzyny Kobus.

Kraków, 27.07.2023

dr hab. inż. Aleksander Poreda, prof. URK

