

UNIwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Wydział Nauk o Żywności

Katedra Technologii Rolnej i Przechowywania

Zakład Technologii Fermentacji

Łukasz Piotr Szwed

**Cechy technologiczne i odżywcze koncentratów brzeczek
uzyskanych z mieszaniny słodu i surowców
niesłodowanych.**

The technological and nutrition properties of worts obtained from mixture of
malt and unmalted material.

Promotor:

dr hab. inż. Józef Błażewicz, prof. nadzw.

Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu

WROCLAW 2012

Chciałbym serdecznie podziękować moim rodzicom za wsparcie, zarówno duchowe jak i materialne, które pozwoliło mi rozwijać się naukowo. To dzięki Wam mogłem podjąć studia doktoranckie, a w ich trakcie móc choć częściowo zapomnieć o problemach dnia codziennego.

Pragnę serdecznie podziękować mojemu promotorowi dr hab. inż. Józefowi Błażewiczowi za opiekę merytoryczną. Szczególnie za upór w przyjęciu mojej osoby na studia doktoranckie, ale również za dyskusje naukowe. To one wytyczały kierunek w którym rozwijała się praca.

Gorąco dziękuję mojej żonie Marcie, za nieustające wsparcie, oraz nienachalne ponaglenia bez których napisanie tej pracy nie byłoby możliwe. Szczególnie dziękuję za uwagi dotyczące stylistyki tekstu, które bez wątpienia uczyniły tę pracę bardziej przyjazną dla czytelnika.

Dziękuję również moim koleżankom i kolegom, oraz współpracownikom z całego Wydziału Nauk o Żywności za przyjazny klimat w miejscu pracy. Afrontem byłoby nie wyróżnić szczególnie osób z Zakładu Technologii Fermentacji za przyjęcie mnie do swojego grona i niewymuszone koleżeństwo. Szczególnie zaś kierownikowi zakładu dr inż. Joannie Kawie-Rygielskiej za tolerowanie mojego stylu pracy.

Spis treści

1. Streszczenie	4
2. Wstęp	6
3. Cel pracy	15
4. Materiał i metodyka badań	16
4.1. Materiał badawczy:	16
4.2. Przebieg doświadczenia	17
4.3. Aparatura badawcza	22
4.4. Prognozowanie uproszczonej wydajności warzelni	23
4.5. Statystyczna ocena wyników badań	23
5. Omówienie wyników	24
5.1. Charakterystyka surowców	24
5.2. Wybór preparatów enzymatycznych	27
5.3. Właściwości technologiczne zacierów i brzeczek	29
5.4. Zawartość wybranych składników brzeczek	51
5.5. Składniki mineralne w koncentratach	73
6. Dyskusja wyników	82
7. Wnioski	95
8. Literatura	97
9. Indeks tabel i rysunków	103

1. Streszczenie

W okresie ostatniego wieku testowano wiele możliwości związanych z wykorzystaniem sładów i surowców niesłodowanych w celu pozyskiwania brzeczek, a z nich koncentratów słodowych o zróżnicowanym składzie głównych składników brzeczki piwnej. Produkcja koncentratów słodowych w warunkach przemysłowych może być traktowana jako znacznie uproszczona produkcja brzeczki piwnej. Jako że najdroższym surowcem piwowarskim jest słód, stosowanie dużego udziału zamiennika pozwala otrzymać produkt o niskiej cenie, który choć nie spełnia wymagań piwowarskich, posiada zastosowanie w innych działach przemysłu spożywczego.

Głównym celem pracy było określenie wpływu dużych udziałów (40, 60 i 80%) surowca niesłodowanego (grys lub kaszka kukurydziana oraz obłuszczone ziarno jęczmienia browarnego) na technologię i efektywność pozyskiwania brzeczek specjalnych. Celem dodatkowym było porównanie wybranych wyróżników żywieniowych koncentratów eksperymentalnych, pozyskanych z dużym udziałem surowca niesłodowanego, z handlowym i laboratoryjnymi ekstraktami słodowymi.

Materiał badawczy stanowiły dwa rodzaje słodu (karmelowy jasny oraz pilzneński), które w połączeniu z pięcioma surowcami niesłodowanymi (grysy i kaszki kukurydziane pochodzące od dwóch niezależnych dostawców, oraz obłuszczone ziarno jęczmienia) stanowiły zasyp. Udział surowca niesłodowanego w zasypie stanowił 40, 60 lub 80%. Surowiec niesłodowany poddawano wstępnej obróbce, a następnie łączono ze słodem i przetwarzano zgodnie z metodyką zacierania kongresowego. Otrzymane brzeczki zagęszczano w wyparce próżniowej, a następnie suszono rozpyłowo. Otrzymane koncentraty rozpuszczano do standardowych brzeczek 12°P, które poddano oznaczeniom produktów hydrolizy białek i węglowodanów, oraz zawartości wybranych pierwiastków. Wyniki oznaczeń poddano analizie statystycznej przy użyciu aplikacji *STATISTICA*.

Stwierdzono że surowiec niesłodowany, w formie grysu i kaszek kukurydzianych oraz obłuszczonego ziarna jęczmienia browarnego, w ilości 40, 60 i 80% można wykorzystać do otrzymywania brzeczek specjalnych, będących półproduktem do pozyskiwania koncentratów spożywczych. Zmniejszenie zawartości

produktów hydrolizy enzymatycznej białek w brzeczkach w wyniku dużej suplementacji słoðu uniemożliwia ich wykorzystanie do celów piwowarskich. Kleikowanie grysu i kaszek kukurydzianych oraz grysu z obłuszczonego ziarna jęczmienia (stosunek surowca do wody 1:5), z dodatkiem preparatu enzymatycznego Termamyl 120L, w temperaturze 75°C, w ciągu 45 minut, pozwalało na dobre przygotowanie tych surowców niesłodowanych do pozyskiwania brzeczek specjalnych klasyczną metodą infuzyjną. Uzupełnienie słoðu pilzneńskiego i karmelowego jasnego preparatem enzymatycznym Ceremix Plus, pozwala na zacieranie z 40 i 60% udziałem grysu kukurydzianego, a otrzymane wyciągi, charakteryzują się akceptowalnymi, według normatywów piwowarskich, czasami scukrzania zacierów, objętościami końcowymi i zawartościami ekstraktu. Przydatność kaszek kukurydzianych do produkcji koncentratów typu spożywczego, zależała głównie od ich granulacji. Nadmierne ich rozdrobnienie utrudniało pozyskiwanie i pogarszało jakość brzeczek. Zastosowanie produktów przemiału bielma kukurydzy, jako zamiennika 40% słoðu zwiększało uproszczoną wydajność zacierania warzelni. Stosowanie produktów przemiału kukurydzy jako zamiennik 60% słoðu umożliwiało zachowanie uproszczonej wydajności zacierania zbliżonej do wartości osiąganych dla samego słoðu. Zamiana 80% słoðu surowcem niesłodowanym zmniejszała uproszczoną wydajność warzelni, a także procentowy udział dekstryn w koncentratkach, co sugeruje niepełne wykorzystanie substancji ekstraktywnych wsadu surowcowego. Zawartość składników mineralnych w koncentratkach słodowych pozyskanych z dużym, 40-80% udziałem surowca niesłodowanego była zależna bardziej od jego rodzaju, niż od procentowego udziału w zasypie. Stosowanie zwiększającego się od 40 do 80% udziału surowca niesłodowanego powodowało w koncentratkach w porównaniu do ekstraktów słodowych pozyskanych z samego słoðu, zwiększanie zawartości polimerów składających się z 3 i więcej grup glukozowych, oraz zmniejszanie się udziału glukozy. Wzrastający udział surowca niesłodowanego w zasypie powodował, zmniejszanie w koncentracie słodowym zawartości białek rozpuszczalnych i wolnego azotu alfa-aminokwasowego, a zawartość produktów hydrolizy peptydów w koncentratkach była bardziej zależna od typu surowca (ziarno jęczmienia lub produkty przemiału bielma kukurydzy), niż od stopnia jego rozdrobnienia.

2. Wstęp

Względy ekonomiczne powodują, że w warunkach przemysłowych istnieje konieczność zastąpienia drogiego surowca tańszym. W warunkach browaru najdroższym surowcem jest słód, który z akceptowalną stratą jakości, może zostać zastąpiony innym źródłem ekstraktu [Błażewicz, 2002; Błażewicz i Rytel, 2003; Jurek i in., 2004; Zembold-Guła i Błażewicz, 2007].

Obniżenie kosztów otrzymywania brzezki wynikające z substytucji słodu innymi surowcami zawsze związane jest ze zmianą podstawowych lub drugoplanowych cech brzeczek piwowskich. Koncentraty brzeczek (zwane ekstraktami słodowymi) pozyskiwane ze słodu lub mieszaniny słodu i surowców niesłodowanych, są znane od co najmniej 100 lat i opisywane jako produkt o charakterze odżywczym, lub cenny nośnik innych substancji [Pharmaceutical Society of Great Britain, 1907; Błażewicz, 2004]. W okresie ostatniego wieku testowano wiele możliwości związanych z wykorzystaniem słodów i surowców niesłodowanych w celu pozyskiwania brzeczek, a z nich koncentratów słodowych o zróżnicowanym składzie głównych składników brzezki piwnej. Sama brzezka słodowa, jest wodnym roztworem typowych składników słodu: węglowodanów (glukozy, maltozy i dekstryn), substancji białkowych (aminokwasów i peptydów), enzymów (amylolitycznych, proteolitycznych, celulolitycznych i innych), składników mineralnych (sód, potas, wapń, fosfor, żelazo), witamin (B₁, B₂, B₆, PP) oraz szeregu innych substancji [Kunze, 1999 Błażewicz, 2004]. Jednocześnie badano możliwości dodawania do zagęszczonej w wyparkach próżniowych lub wysuszonych brzeczek, zróżnicowanych, atrakcyjnych z żywieniowego punktu widzenia, składników np. Ca, P, Mg, Cl, S, Na, K, Fe, Cu, Zn, Mn, Co, F, Cr, Se, witamin, lub nutraceutyków [Błażewicz, 2004].

W niniejszej pracy autor stosuje konwencję nazewnictwa proponowaną przez swojego promotora. Tradycyjne „ekstrakty słodowe” pozyskiwane są, z definicji, bez udziału surowców niesłodowanych. Pomimo stosowania metodyki procesu, jak również metod badawczych typowych dla piwowarstwa, należy mieć na uwadze, że pozyskane produkty nie muszą spełniać wymagań jakościowych stawianych

produktom piwowarskim. Jako że, produkty pozyskiwane w toku niniejszej pracy pozyskiwane są z wysokim, często przeważającym udziałem surowca niesłodowanego, w zasypie będą one określane jako „koncentraty słodowe”. Pozwoli to na łatwe odróżnienie ich od klasycznych produktów.

Produkcja koncentratów słodowych w warunkach przemysłowych może być traktowana, jako znacznie uproszczona produkcja nietypowej brzeczki piwnej. Przy pomocy zbliżonej technologii należy pozyskać brzeczkę charakteryzującą się dużą zawartością ekstraktu, a jednocześnie łatwą w filtracji. Półprodukt jest następnie utrwalany przez zmniejszenie zawartości wody, najczęściej przez suszenie wyparne, do postaci gęstego syropu, lub suszenie rozpyłowe do postaci proszku. Z uwagi na fakt, że brzeczka „koncentratowa” nie musi spełniać wymagań stawianych brzeczkom piwowarskim dopuszczalne jest stosowanie wysokich udziałów surowców niesłodowanych, jak również surowców mało przydatnych w technologii piwowarskiej [Błażewicz, 2002; Błażewicz i Rytel, 2003; Jurek i in., 2004; Zembold-Guła i Błażewicz, 2007a; Błażewicz i Zembold-Guła, 2007b].

Odpowiedni dobór słodu, rodzaju i stopnia przetworzenia surowca niesłodowanego, modyfikacja procesu zacierania oraz stosowanie preparatów enzymatycznych pozwala na znaczące sterowanie cechami brzeczek [Błażewicz i wsp., 2002]. Skład brzeczek pozyskanych z zastosowaniem wspomnianych modyfikacji może być nienormatywny w zastosowaniach piwowarskich, np. przez zmianę ilości i jakości produktów hydrolizy białek, węglowodanów, polisacharydów nieskrobiowych, garbników i innych składników [Charalambous, 1981; Agu, 2002; Błażewicz, 2002; Błażewicz i Rytel, 2003; Fumi i in., 2006], nie umniejsza to jednak możliwości ich stosowania w przemyśle spożywczym.

Z praktycznego punktu widzenia otrzymywanie koncentratów słodowych typu spożywczego wymaga przeprowadzenia założeń technologiczno-ekonomicznych, w których należy uwzględnić następujące zagadnienia:

- a) Na ile można w warunkach nowoczesnej warzelni browaru pozyskać szybko filtrującą się, zasobną w składniki ekstraktywne brzeczkę? Priorytetem jest

minimalizacja nakładów surowcowych przy założeniu, że pozyskana brzezka nie musi być brzezka piwną.

- b) W jaki sposób substytucja słodu surowcami niesłodowanymi zmieni podstawowe cechy technologiczne brzezki, w sposób bezpośredni wpływając na czas scukrzania, czas spływu i objętość oraz ekstraktywność mieszaniny słodu i surowców niesłodowanych?
- c) W jaki sposób rodzaj użytego słodu, rodzaj i dawka surowca niesłodowanego, oraz warunki kleikowania wpływają na cechy technologiczne brzezki słodowej?
- d) W jaki sposób substytucja słodu i warunki procesu pozyskiwania brzezki wpłyną na cechy odżywcze koncentratów pozyskanych z niekonwencjonalnych brzeczek słodowych, zawierających od 40 do 80% substancji ekstraktywnych pozyskanych z surowców niesłodowanych?

Naturalnym wyborem przy chęci obniżenia kosztów surowcowych podczas produkcji brzeczek, jest wybór odpowiedniego zamiennika słodu. Musi się on charakteryzować łatwością przetwarzania, a jednocześnie zasobnością w substancje ekstraktywne. Ze względów technologicznych, są to więc albo gotowe syropy węglowodanowe, albo ziarna zbóż. Te ostatnie to najczęściej jęczmień browarny, który mógłby posłużyć do otrzymania słodu, pszenica o niskiej zawartości białka, a także kukurydza. Nie brakuje jednak komunikatów naukowych o próbach stosowania również innych, bardziej egzotycznych zbóż, a nawet skrobi ziemniaczanej. W warunkach polskich najczęściej surowcem niesłodowanym jest produkt pozyskiwany z pozbawionej zarodków kukurydzy (grysy i kaszki importowane lub krajowe) [Błażewicz, 2003; Błażewicz i Zembold-Guła, 2007a], lub produkty hydrolizy enzymatycznej skrobi pszennej (o konsystencji gęstych syropów) [Błażewicz i Musiał, 2002]. Hydrolizaty zbożowe (produkty hydrolizy enzymatycznej lub kwasowej całych ziarniaków zbóż) nie znalazły zastosowania w polskim piwowarstwie [Błażewicz, 2006]. O ile gotowe hydrolizaty nie wymagają dodatkowych zabiegów, to stosowanie ziarna zbóż stwarza konieczność ich wstępnego przygotowania.

Część procesów obróbki surowca niesłodowanego, usprawniających wykorzystanie substancji ekstraktywnych w nim zawartych, może być przeprowadzona jeszcze poza murami browaru. Zaliczamy do nich:

- obłuskiwanie ziarna jęczmienia niesłodowanego w celu pozbycia się niepożądanych składników ługowanych z łuski, a często także wyeliminowania niepożądanego mikroflory z powierzchni ziarna;
- oddzielanie zarodka kukurydzy jako źródła zbyt dużej ilości tłuszczów roślinnych ograniczających trwałość brzezki słodowej;
- prowadzenie przemiału bielma ziarna jęczmienia lub kukurydzy z wydzielaniem odpowiedniej frakcji rozdrobnionej do formy mąki, kaszki lub grysu.

Inne natomiast, ze względów praktycznych muszą zostać przeprowadzone już na terenie browaru. Najkorzystniejszym rozwiązaniem jest ich wprowadzenie do procesu technologicznego pozyskiwania brzezki. Są to:

- kleikowanie surowca niesłodowanego bez lub z dodatkiem preparatów enzymatycznych upłynniających skrobię w nim zawartą;
- stosowanie w trakcie zacierania mieszaniny słodu z surowcem niesłodowanym preparatów enzymatycznych, ułatwiających w sposób kompleksowy przemiany węglowodanów, białek i polisacharydów nieskrobiowych;
- stosowanie ekstruzji jako metody ułatwiającej pozyskiwanie substancji ekstraktywnych z surowców niesłodowanych oraz stosowanie klasycznych kadzi filtracyjnych lub filtrów zacierowych.

Różne techniki przygotowywania surowców niesłodowanych oraz metody zacierania różnicują nie tylko ilość substancji ekstraktywnych w brzezczkach, ale wpływają także na zróżnicowanie jakości brzeczek słodowych.

Stosowanie surowca niesłodowanego wiąże się ze zmniejszeniem ilości enzymów. Przekłada się to na pogarszającą się ekstraktywność i utrudnioną filtrację, wraz ze wzrostem udziału surowca niesłodowanego w zacieranej mieszaninie. Stosowanie surowca niesłodowanego w dawkach powyżej 20% zasypu wymaga stosowania preparatów enzymatycznych [Lloyd, 1986; Glatthar i in., 2003; Braekeleirs i in., 2007]. Stosując dodatek preparatów enzymatycznych o ściśle ukierunkowanej aktywności można z powodzeniem stosować znacznie większe udziały surowca

niesłodowanego. Preparaty enzymatyczne są produkowane przez szereg firm biotechnologicznych np.: Amano, Genencor, Megazyme, Novozymes, i inne.

Odpowiednio dobrany preparat powinien być zdolny do efektywnej hydrolizy składników zacieru, wnoszonych wraz ze słodem i ewentualnym surowcem niesłodowanym, pozwalając jednocześnie na pozyskanie brzezki o dużej zawartości ekstraktu i dobrej filtracyjności. Pozyskiwanie enzymów z naturalnego surowca (np. słodu) powoduje, iż mimo oczywistej czystości i specyficzności takiego preparatu, nie ma możliwości uzyskania ekonomicznie opłacalnego produktu. Jediną drogą wydaje się więc poszukiwanie enzymów o zbliżonej funkcji, ale tańszym źródle pochodzenia. Należy jednak mieć na uwadze, iż enzymy bakteryjne lub grzybowe są mimo prowadzenia tej samej reakcji, skonfigurowane odmiennie niż enzymy ziarna jęczmienia lub słodu. Może się to przekładać na konieczność zapewnienia innych warunków (temperatury i pH) prowadzenia reakcji [Rodziewicz, 2000]. Zależnie od specyfiki działania enzymów amylolitycznych, skrobia jest rozkładana do różnych produktów końcowych [Imam i wsp., 1991; Giraud i wsp., 1993]. Skleikowana skrobia zbożowa ulega hydrolizie do różnych produktów zależnie od pochodzenia stosowanego enzymu. Przykładowo alfa-amylaza pochodzenia bakteryjnego rozkłada skrobię do wielkocząsteczkowych dekstryn i częściowo do glukozy. Natomiast alfa-amylaza pochodzenia roślinnego, hydrolizuje skrobię do maltozy i dekstryn o różnym ciężarze cząsteczkowym [Zielińska i wsp., 2000]. Metody inżynierii genetycznej umożliwiają jednak pozyskiwanie preparatów enzymatycznych, a nawet pojedynczych enzymów w tani sposób. Dzięki przeniesieniu genów, kodujących pożądane białko enzymatyczne do mikroorganizmu, charakteryzującego się szybkim wzrostem, można stosunkowo łatwo i względnie tanio pozyskać duże ilości pożądanego preparatu enzymatycznego. Obecnie większość enzymów wykorzystywanych w przemyśle jest pozyskiwana tą drogą.

Teoretycznie możliwe jest pozyskanie koncentratu słodowego całkowicie z surowca niesłodowanego. Proponowana w niniejszej pracy technologia bazuje na synergistycznym działaniu enzymów własnych słodu i preparatów enzymatycznych, podobnie do przemysłowej technologii piwowarskiej. Pozwala to na zasadnicze zmniejszenie kosztów, jednak bez gruntownych ingerencji w praktykę piwowarską.

W sprzedaży dostępne są preparaty zawierające większość najważniejszych enzymów charakterystycznych dla słodu. Nie są jednak w stanie zapewnić charakterystycznych walorów organoleptycznych i technologicznych otrzymywanego produktu.

Różne techniki przygotowywania surowców niesłodowanych oraz metody zacierania różnicują, nie tylko ilość substancji ekstraktywnych w brzeczках, ale wpływają także na zróżnicowanie jakości brzeczek słodowych. Nowoczesna technika i technologia piwowarska uwzględniająca wykorzystanie preparatów enzymatycznych pozwala na pozyskiwanie brzeczek słodowych z różnych kompozycji słodu oraz surowca niesłodowanego, w sposób przewidywalny i w dużym stopniu powtarzalny, nawet w warunkach warzelni przemysłowych [Kunze, 1999; Błażewicz, 2004].

Dodatkowo przy wyborze odpowiedniego preparatu enzymatycznego należy również mieć na uwadze pochodzenie stosowanej skrobi i jej strukturę powierzchni. Najbardziej na rozkład enzymatyczny podatna jest, skrobia poddana procesowi kleikowania, w wyniku którego ziarna skrobiowe pęcznieją, a łańcuchy amylozy i amylopektyny ulegają rozluźnieniu [Zielińska i wsp., 2000]. Proces ten towarzyszy większości procesów technologicznych, w czasie których surowiec niesłodowany jest przygotowywany do zacierania [Soral-Śmietana i Wronkowska, 1999]. Temperatura kleikowania skrobi zależna jest od jej pochodzenia. Proces kleikowania powoduje, iż skrobia traci strukturę ziarnistą i tworzy tzw. kleik skrobiowy [Zielińska i wsp., 2000].

Tradycyjnie proces przygotowania surowca niesłodowanego przeprowadzany był przez obróbkę cieplną. Obecnie postęp w dziedzinie biotechnologii doprowadził do upowszechnienia stosowania jednoczesnego kleikowania i upłynniania skrobi surowca niesłodowanego. Enzymy te mogą pochodzić z dodatku słodu, lub preparatu enzymatycznego, co pozwala na skrócenie czasu procesu. Obecnie najczęściej stosowanym tego typu preparatem jest termostabilna alfa-amylaza otrzymywana drogą biotechnologiczną z *Bacillus licheniformis*. Preparat enzymatyczny pozyskany z *Bacillus licheniformis* charakteryzuje się najwyższą efektywnością działania w temperaturze 90°C [Barman, 1969; Medda i Chandra, 1980; Morgan i Priest, 1981; Schomburg i Salzmann, 1991].

Wprowadzenie dodatkowego etapu technologicznego nie zawsze wymaga dodatkowego wyposażenia. W procesie zacierania infuzyjnego można wykorzystać

kocioł zacierny i przygotowanie surowca niesłodowanego przeprowadzić przed zacieraniem. W wypadku procesu dekokcyjnego dodatkowe kotły nie są wymagane [Solarek, 2001; Solarek i Cissowski, 2005].

Pozyskiwanie brzeczek z użyciem substytucji słodu surowcami niesłodowanymi, w nowoczesnym piwowarstwie jest metodą powszechnie stosowaną w warzelniach browarów, choć istnieją ograniczenia limitujące substytucję słodu do poziomu 40% zasypu. Przekroczenie wspomnianego udziału surowca w zacieranej mieszance powoduje zmniejszenie zawartości produktów hydrolizy enzymatycznej białek w brzeczkach. Efekt ten występuje najczęściej podczas stosowania produktów przemiału ziarna kukurydzy lub hydrolizatów skrobiowych. Technologicznie powoduje to zmniejszenie ilości aminokwasów niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania drożdży, oraz koloidów białkowych stabilizujących pianę piwa. Tym samym rozwiązania tego rodzaju są rzadko stosowane w technologii piwowarskiej. Z ekonomicznego punktu widzenia 50-60% substytucja słodu surowcem niesłodowanym, jest znaczącym elementem zmniejszającym koszty pozyskania brzeczki. Pomimo konieczności stosowania dodatkowych zabiegów, rozwiązanie takie jest tańsze niż stosowanie taniego słodu, o gorszej jakości. Duża substytucja słodu w warzelni browaru generuje kilka kluczowych problemów, które należy oszacować pod względem ekonomicznym i rozwiązać. Dotyczą one głównie przygotowania surowca niesłodowanego do przerobu. Wyróżniki które należy rozpatrzyć to między innymi:

- stopień rozdrobnienia surowca niesłodowanego,
- warunki kleikowania surowca skrobiowego,
- rodzaj i aktywność preparatów enzymatycznych,
- dopuszczalny czas scukrzania zacierów
- czas spływu brzeczek.

Otrzymywanie brzeczek piwowarskich to nie jedyny możliwy kierunek zagospodarowania infrastruktury warzelni. W warunkach browaru możliwa, choć niezwykle rzadka, jest sytuacja w której warzelnia z różnych przyczyn dysponować będzie wolną mocą przerobową w stosunku do pozostałych elementów ciągu technologicznego. Tym samym hipotetycznie możliwa jest inna, niż piwowarska

produkcja brzezki. Brzezki o innym zastosowaniu niż piwowarskie mogą też być produkowane w warzelni wybudowanej poza browarem, w obiekcie specjalnego przeznaczenia, którego infrastruktura opiera się na sprawdzonych schematach działania oraz standardowej aparaturze przemysłowej warzelni browaru. Proponowana technologia pozwala pozyskać tanie brzezki, które choć nie spełniają standardów piwowarskich, mogą mieć odmienne zastosowanie. Tym samym, cechy które w standardach piwowarskich mogłyby być uznane za wadę, mogą być pożądane przy produkcji koncentratów słodowych. Otrzymane roztwory są bogate w mikro- i makroelementy w postaci łatwo przyswajalnej, oraz węglowodany od cukrów prostych po dekstryny. Klasyczne ekstrakty słodowe ze względu na swoje właściwości smakowe są częstym dodatkiem do wyrobów cukierniczych i piekarskich. Zaś ilość dostarczanych kalorii w połączeniu z obecnością mikro- i makroelementów czyni je częstym składnikiem napojów izotonicznych dla sportowców, oraz odżywek dla dzieci i rekonwalescentów. Te same funkcje mógłby spełniać tańszy koncentrat słodowy, produkowany „przy okazji” typowej działalności browaru, lub w samodzielnej wytwórni.

Założenia pracy uwzględniają określenie wpływu substytucji słodu, surowcami niesłodowanymi na zawartość podstawowych składników odżywczych brzezki słodowej. Odnosząc dane eksperymentalne do wyników badań własnych oraz badań innych autorów, za najważniejsze wyróżniki cech odżywczych koncentratów słodowych przyjęto zawartość produktów hydrolizy enzymatycznej białek (azot rozpuszczalny i wolny azot alfa-aminokwasowy - FAN), węglowodanów (glukoza, fruktoza, maltoza, maltotrioza i dekstryny), oraz składników mineralnych.

Przy otrzymywaniu brzezki piwnej z samego słodu w warunkach warzelni browaru wartości graniczne, czy też najczęściej występujące, są opisane w podręcznikach piwowarskich i w artykułach naukowych. Z żywieniowego punktu widzenia istotną kwestią jest wstępne prognozowanie składu koncentratów słodowych, na podstawie wsadu surowcowego zacieru. Zagadnieniem oczywistym jest fakt, iż rodzaj słodu i jego jakość generuje pewien rozrzut wartości cech, dodatkowo modyfikowanych przez dodatek surowca niesłodowanego i technologię pozyskiwania brzezki (program zacierania). Takie prognozowanie oparte jest na założeniu, że

większość ocenianych cech odżywczych nie ulega zasadniczym zmianom w trakcie utrwalania wyparnego lub rozpyłowego.

Wstępne wyniki badań laboratoryjnych wskazują na duże możliwości wykorzystania surowców niesłodowanych w technologii pozyskiwania spożywczych brzeczek słodowych o różnym udziale składników ekstraktywnych pochodzących z samego słodu oraz grysów i kaszek kukurydzianych. Ma to wymiar nie tylko jakościowy, ale i ekonomiczny [Błażewicz, 2004].

W niniejszej pracy założono, że w trakcie eksperymentów z otrzymaniem brzeczek i koncentratów słodowych typu spożywczego określone zostaną nie tylko, kierunki zmian podstawowych wyróżników technologicznych i odżywczych koncentratów słodowych, ale również prognozowany przedział zmienności tych cech wynikający z zastąpienia od 40 do 80% słodu surowcem niesłodowanym. Pozwoli to na stworzenie kilku rodzajów koncentratów słodowych różniących się nie tylko ceną, ale i określonymi cechami technologicznymi oraz zróżnicowaną wartością odżywczą, którą można będzie wykorzystać w zależności od potrzeb przemysłu spożywczego. Celem dostarczenia wiarygodnych, a jednocześnie szczegółowych prognoz wszystkie wyniki poddano obróbce statystycznej. Wymusiło to wykonanie wielu powtórzeń tego samego procesu, a tendencje zaobserwowane w czasie badań laboratoryjnych powinny być możliwe do zrealizowania w warunkach przemysłowych.

3. Cel pracy

Głównym celem pracy było określenie wpływu dużych udziałów (40, 60 i 80%) surowca niesłodowanego (grys lub kaszka kukurydziana oraz obłuszczone ziarno jęczmienia) na technologię i efektywność pozyskiwania brzeczek eksperymentalnych.

Celem dodatkowym było porównanie wybranych wyróżników żywieniowych koncentratów eksperymentalnych (zawierających duży udział surowca niesłodowanego) z handlowym i laboratoryjnymi ekstraktami słodowymi.

4. Materiał i metodyka badań

4.1. Materiał badawczy:

Słody:

- słód typu pilzneńskiego wyprodukowany w słodowni Strzegom,
- słód karmelowy jasny „Carahell” wyprodukowany w słodowni firmy Weyermann.

Surowce niesłodowane:

- grys kukurydziany A o deklarowanej przez producenta granulacji 750-1250µm,
- grys kukurydziany B o deklarowanej przez producenta granulacji 750-1250µm,
- kaszka kukurydziana A o deklarowanej przez producenta granulacji 250-750µm,
- kaszka kukurydziana B otrzymana przez rozdrobnienie grysu kukurydzianego B,
- obłuszczone ziarno jęczmienia browarnego pozyskane ze słodowni w Sierpcu.

Preparaty enzymatyczne firmy Novozymes [Solarek i Cisowski; 2005]:

- Termamyl 120L Typ L – zawierający termostabilną alfa-amylazę, preparat stosowany w celu efektywnego upłynnienia i scukrzenia dodatków niesłodowanych,
- Ceremix 6X MG – zawierający beta-glukanazę, proteazę i alfa-amylazę, preparat wspomagający zacieranie wsadów zawierających znaczne udziały niesłodowanego ziarna jęczmienia
- Ceremix Plus – zawierający enzymy j.w. oraz termostabilną alfa amylazę, preparat stosowany przy zacieraniu wsadów o znacznym udziale surowca niesłodowanego.

Brzeczki laboratoryjne:

Brzeczki laboratoryjne pozyskiwano metodą kongresową w której, zamiast 50g suchej substancji słodu, zastosowano surowiec niesłodowany, stanowiący 40, 60 lub 80% wsadu i uzupełniony do 50 g suchej substancji słodem typu pilzneńskiego lub karmelowym jasnym.

Z przedstawionego powyżej materiału badawczego pozyskano w warunkach laboratoryjnych 46 wariantów brzeczek laboratoryjnych, w tym 12 wariantów

posłużyło do wstępnych badań, celem ustalenia ostatecznych warunków zacierania. Każdy wariant procesu kleikowania i zacierania przeprowadzono w co najmniej 6 powtórzeniach.

Pozostałe 34 warianty zostały wykorzystane w zasadniczym etapie prac gdzie:

- 2 warianty stanowiły brzezki kontrolne pozyskane z samych słodów,
- 2 warianty zostały pozyskane z samych słodów, ale z wykorzystaniem preparatu enzymatycznego Ceremix Plus w procesie zacierania,
- pozostałe 30 wariantów brzeczek pozyskano przez zacieranie słodu pilzneńskiego lub karmelowego jasnego, z wybranym surowcem niesłodowanym, stosowanym jako zamiennik 40, 60 lub 80% wsadu surowcowego oraz z dodatkiem preparatu enzymatycznego Ceremix Plus.

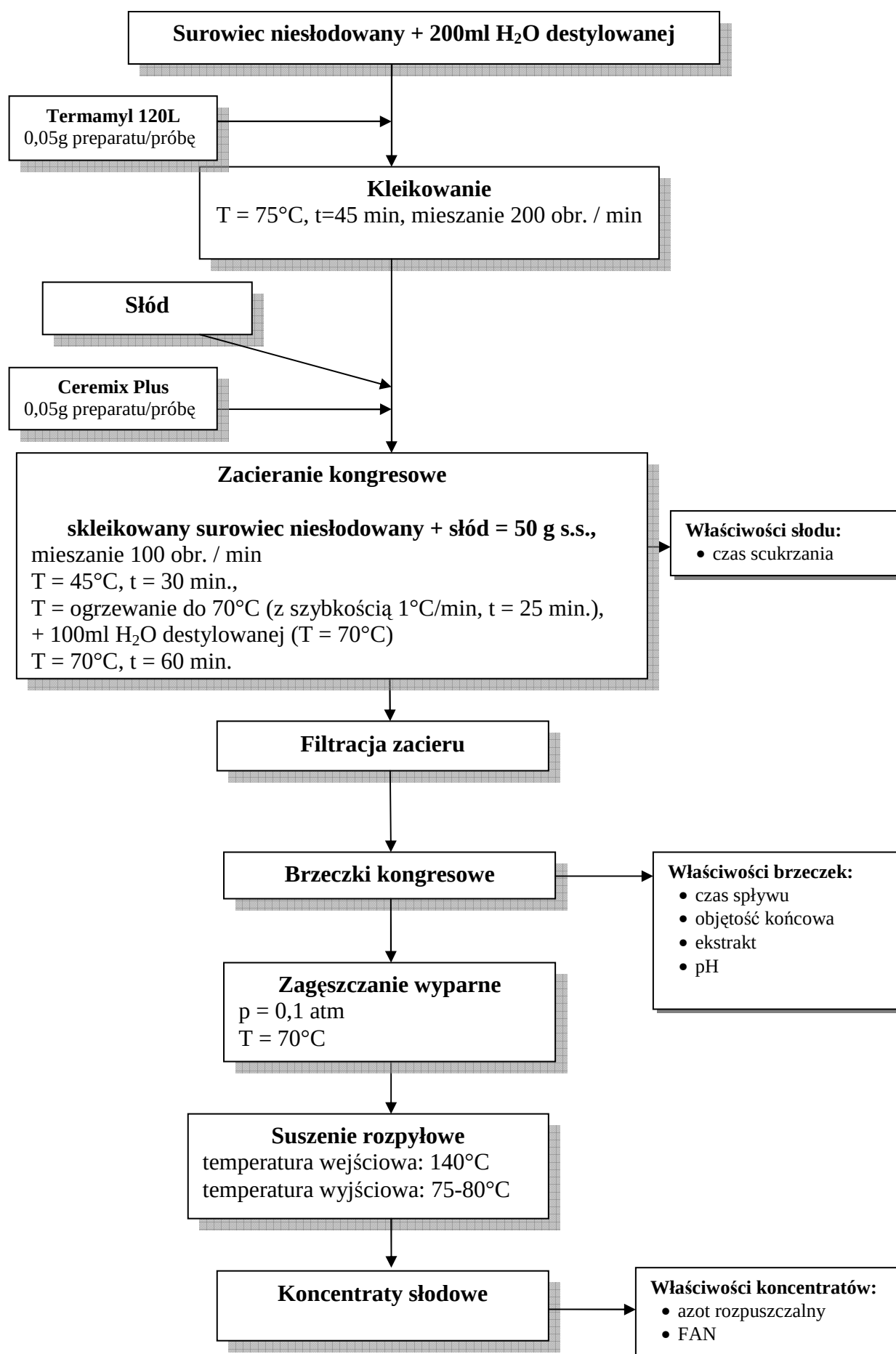
Koncentraty słodowe pozyskano z brzeczek laboratoryjnych poddanych zagęszczaniu wyparnemu, a następnie wysuszonych rozpyłowo. Handlowy koncentrat słodowy, wyprodukowany w warunkach przemysłowych, otrzymano od firmy Sladovit.

Brzezki 12°Plato otrzymano przez rozpuszczenie w wodzie destylowanej otrzymanych koncentratów pozyskanych w laboratorium, oraz koncentratu handlowego.

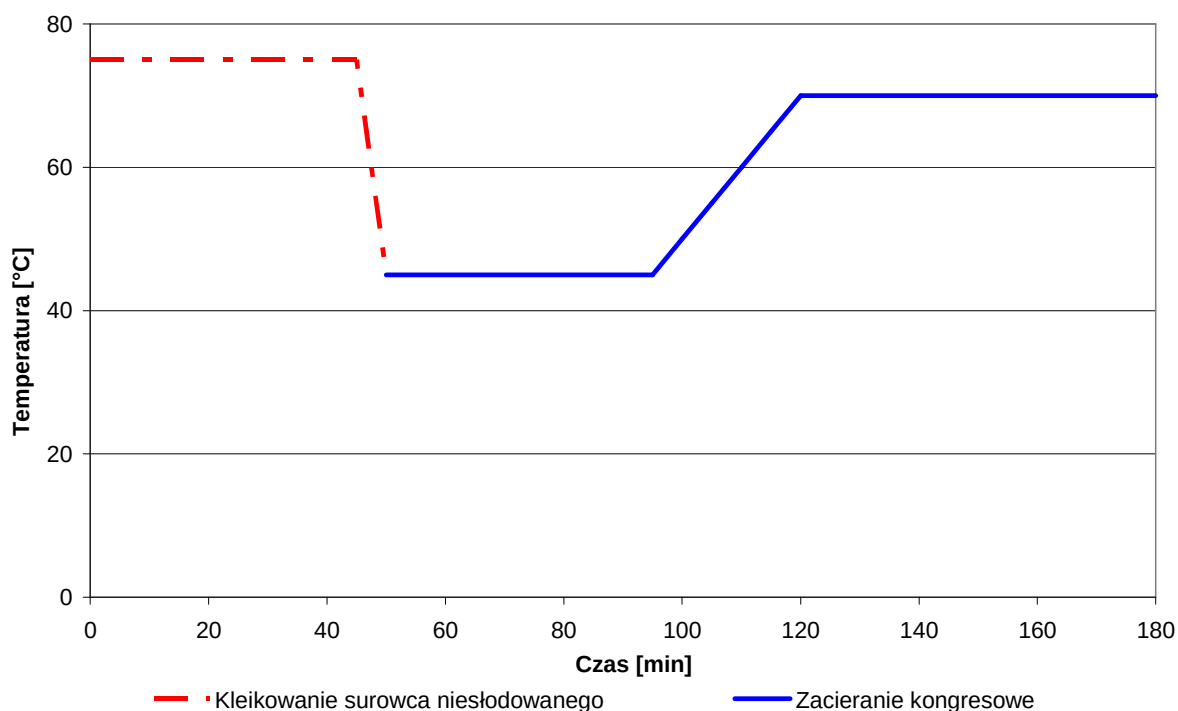
4.2. Przebieg doświadczenia

Badania rozpoczęto od oznaczenia zawartości skrobi w surowcu niesłodowanym przy pomocy polarymetrycznej metody Ewersa [BS EN ISO:10520:1998]. Określono również stopień rozdrobnienia słodów i surowców niesłodowanych, przy użyciu przesiewacza Pfungstädtera.

Brzezki laboratoryjne (kongresowe) wyprodukowano w Zakładzie Technologii Fermentacji Katedry Technologii Rolnej i Przechowalnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu zgodnie z metodą, przedstawioną na schemacie [Rysunek 1].



Rysunek 1. Sposób otrzymywania koncentratów słodowych.



Rysunek 2. Temperatura i czas trwania etapów kleikowania i zacierania.

Surowce niesłodowane poddano wstępnej obróbce polegającej na kleikowaniu zawiesiny, powstałej przez dodanie 200ml wody destylowanej do kubka zaciernego, w obecności preparatu enzymatycznego Termamyl 120 L (w maksymalnej dawce zalecanej przez producenta - 0,05g preparatu/próbę). Ilość stosowanego surowca niesłodowanego zależna była od wariantu i stanowiła 40, 60 lub 80% zasypu. Masa całego zasypu wynosiła 50 g s.s. słoju lub mieszaniny surowca niesłodowanego i słoju. Celem tego etapu była wstępna fizyczna i enzymatyczna obróbka skrobi zawartej w surowcach niesłodowanych. Proces kleikowania zwiększa lepkość zawiesiny, jednak działanie alfa-amylazy preparatu enzymatycznego powoduje przynajmniej częściową hydrolizę skrobi, a tym samym upłynnienie otrzymanej mieszaniny. Proces prowadzono w temperaturze 75°C przez 45 minut przy intensywnym mieszaniu. Po ochłodzeniu skleikowanego surowca niesłodowanego do 45°C, dodano zależną od wariantu naważkę słoju oraz dodawano preparat Ceremix Plus (w maksymalnej dawce zalecanej przez producenta - 0,05g preparatu/próbę). Proces zacierania mieszaniny słoju z surowcem niesłodowanym przeprowadzono w sposób standardowy, zgodnie z Analityka EBC 4.5.1 (ciągła niebieska linia na schemacie [Rysunek 2]). Proces prowadzono w temperaturze 45°C przez 30 minut, po

czym w ciągu 25 minut, temperaturę podniesiono do 70°C (z szybkością ogrzewania 1°C na minutę). Następnie dodano 100 ml wody destylowanej (o tej samej temperaturze), i utrzymywano temperaturę 70°C przez 60 minut. Otrzymany zacier był chłodzony do temperatury 20°C i uzupełniany wodą destylowaną do masy 450 gramów. Następnie przeprowadzono filtrację na sączkach karbowanych Whatman 597 ½, zwracając pierwsze 50 ml przesączu. Otrzymane brzeczki laboratoryjne stanowiły po utrwaleniu w wyparce próżniowej i suszarce rozpyłowej koncentraty słodowe.

W trakcie zacierania oznaczano: czas scukrzania zacierów, czas spływu brzeczek, objętość końcową brzeczek, zawartość ekstraktu (zgodnie z wytycznymi EBC 4.5.1. oraz pH brzeczek (EBC 8.17 [EBC, 1998])).

Celem oznaczenia wydajności uzyskiwanej brzeczki skorzystano z uproszczonej metody obliczania wydajności warzelni. Wydajność warzelni [Pazera i Rzemieniuk, 1998] oblicza się wg. wzoru:

$$W = \frac{L \cdot d \cdot B \cdot 0,96}{S}$$

w którym:

W – wydajność warzelni w % wag.,

L – objętość brzeczki gorącej w dm³,

d – gęstość brzeczki gorącej w kg / dm³,

B – stężenie ekstraktu w brzeczce w % wag.,

S – zasyp słodu w kg, łącznie z surowcami niesłodowanymi oraz cukrem, przeliczonym na słód umowny,

0,96 – współczynnik korygujący oznaczoną objętość brzeczki w temp. 100°C (umożliwiający przeliczenie brzeczki gorącej na ochłodzoną) do temperatury 20°C.

Gdzie iloczyn $0,96 \cdot d \cdot B = k$, można odczytać z tabel (które znajdują się w warzelni), na podstawie wielkości **B**, tzn. każdej wielkości **B** odpowiada określona wielkość **k**.

Jako że w warunkach laboratoryjnych objętość uzyskanej brzeczki jak i jej ekstrakt oznaczane są już po filtracji i ochłodzeniu, a wartość S wg. metody EBC 4.5.1 jest stała. Wobec powyższego obliczenia uproszczono do postaci:

$$uW = (V_k \cdot \frac{1}{V_{\max}}) \cdot B$$

gdzie:

uW – uproszczona wydajność warzelni,

V_k – objętość końcowa brzeczki,

$V_{\max}$ – maksymalna objętość brzeczki – dla metody kongresowej 400 ml,

B – stężenie ekstraktu w brzeczce w % wag.

Brzeczki laboratoryjne były półproduktem do otrzymania koncentratów słodowych. Zagęszczano je w wyparce próżniowej Rotavapor R-151 firmy Büchi, przy ciśnieniu 0,1 atm, oraz temperaturze łaźni 70°C. Następnie zastosowano metodę suszenia rozpyłowego w urządzeniu Mini Spray Dryer B-190 firmy Büchi. Temperatura wejściowa suszenia wynosiła 140°C, a wyjściowa w zakresie 75-80°C. Otrzymane koncentraty w postaci proszku, charakteryzowały się specyficznym dla brzeczki smakiem i zapachem, bez karmelizacji, oraz zawartością wody w zakresie kilku procent.

W otrzymanych koncentratkach w postaci proszków oznaczono zawartość wybranych pierwiastków. Przeprowadzono mineralizację prób „na mokro” w zamkniętym systemie mikrofalowym. Do naważki homogennej próby (ok. 0,5 g) dodawano 5 cm³ stężonego kwasu azotowego (V) cz.d.a. i 1 cm³ stężonego nadtlenu wodoru cz.d.a., następnie mineralizowano w mikrofalowym systemie przygotowania prób MARS 5. Mineralizaty przenoszono ilościowo do naczyń miarowych o pojemności 10 cm³ przy użyciu wody redestylowanej. Mineralizację przeprowadzono zgodnie z Polską Normą PN-EN 13805:2003 „Artykuły żywnościowe. Oznaczanie pierwiastków śladowych. Mineralizacja ciśnieniowa”. Przeprowadzono oznaczenie zawartości wapnia, sodu, potasu, magnezu, żelaza cynku

i miedzi w płomieniu acetylen/powietrze metodą emisyjnej spektrometrii atomowej przy wykorzystaniu spektrometru absorpcji atomowej SpectraAA z przystawką do pracy w płomieniu AA240FS firmy Varian. Oznaczenia zawartości Ca, Na i K wykonano zgodnie z Procedurą Badawczą PB-01/AAS, a Mg, Fe, Zn i Cu zgodnie z Procedurą Badawczą PB-02/AAS, opracowanymi i stosowaną w Laboratorium Badawczym Spektrometrii Absorpcji Atomowej Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Wysuszone koncentraty były ponownie rozpuszczane w wodzie destylowanej, celem uzyskania wystandaryzowanej brzeczki 12°P, w których oznaczono zawartości FAN (zgodnie z EBC 8.10 [EBC, 1998]) oraz białek rozpuszczalnych metodą spektrofotometryczną [Haslemore, 1995]. Rozpuszczanie koncentratów słodowych w wodzie destylowanej było konieczne w przyjętej metodyce, zalecanej przez EBC.

Otrzymane wyniki analiz brzeczek i koncentratów pozyskanych z udziałem surowców niesłodowanych odniesiono do odpowiednich wyników dla brzeczek i koncentratów otrzymanych z samych słodów, oraz handlowego koncentratu słodowego.

4.3. Aparatura badawcza

- Śrutownik półtechniczny Veb Múchlenbau Dresden A46,
- Laboratoryjny młynek nożowy typ WŻ-1,
- Zaciernica automatyczna LB-12 Electronic firmy Lochner LaborTech,
- pH-metr Seven Easy firmy Metler Toledo,
- Automatyczny miernik gęstości Densito 30PX firmy Metler Toledo,
- Wyparka próżniowa Rotavapor R-151 firmy Büchi,
- Suszarka rozpyłowa B-190 firmy Büchi,
- Chromatograf HPLC D7000 firmy Merck z kolumną Aminex HPX-87H firmy Biorad i detektorem refraktometrycznym w 60°C,
- Spektrometru absorpcji atomowej SpectraAA z przystawką do pracy w płomieniu AA240FS firmy Varian,
- Spektrofotometr Beckman DU-650.

4.4. Prognozowanie uproszczonej wydajności warzelni

Wyliczone wartości uproszczonej wydajności warzelni, w obrębie kombinacji sład/surowiec niesłodowany, poddano analizie trendu w programie Excel firmy Microsoft. Założono że linia trendu (wielomian 2 stopnia), może służyć do prognozowania wielkości badanej cechy w dowolnym punkcie.

4.5. Statystyczna ocena wyników badań

Wyniki poszczególnych oznaczeń poddano jednoczynnikowej analizie wariancji przy pomocy testu Duncana, z poziomem istotności $\alpha = 0,05$. Wyznaczone grupy jednorodne były podstawą określenia wpływu czynnika (typ sładu, udział surowca niesłodowanego, rodzaj surowca niesłodowanego) na badane cechy brzeczek laboratoryjnych. Przy wybranych cechach wykonano również dwuczynnikową analizę wariancji, przy pomocy testu Duncana, z poziomem istotności $\alpha = 0,05$, celem dokładniejszej analizy wpływu granulacji surowca i jego udziału w zasypie na cechy pozyskanych produktów. Wszystkie analizy statystyczne wykonano przy pomocy programu STATISTICA 9.0 firmy Statsoft.

W związku z dużą ilością otrzymanych danych wykresy zostały pogrupowane. Słupki wartości należy odczytywać w trzech niezależnych grupach, gdzie wartości rozróżnione są kolorami. Wartości oznaczone kolorem czerwonym prezentują wpływ rodzaju sładu, czyli średnie wyniki wszystkich prób rozróżniane tylko zależnie od rodzaju sładu. Wartości oznaczone kolorem niebieskim prezentują wpływ udziału surowca niesłodowanego, czyli średnie wyniki wszystkich prób rozróżnianych tylko udziałem surowca niesłodowanego w zacieranej masie. Wartości oznaczone kolorem zielonym prezentują wpływ rodzaju surowca niesłodowanego, czyli średnie wyniki wszystkich prób opisanych takim samym kodem rodzaju produktu.

Taki sposób prezentacji wyników pozwala na łatwe wyznaczenie ogólnych trendów w dużych zbiorach zróżnicowanych danych.

5. Omówienie wyników

5.1. Charakterystyka surowców

W zastosowanych w tej pracy surowcach niesłodowanych oznaczono zawartość skrobi - głównej substancji kształtującej poziom zawartości substancji ekstraktywnych w eksperymentalnych wyciągach wodnych:

Tabela 1. Zawartość skrobi w surowcach niesłodowanych.

Surowiec niesłodowany	Zawartość skrobi [g/100g]
Grys kukurydziany A	86,15
Grys kukurydziany B	85,59
Kaszka kukurydziana A	87,07
Kaszka kukurydziana B	85,59
Obłuszczone ziarno jęczmienia	69,72

Stosowane produkty przemiału ziarna kukurydzy charakteryzowały się zbliżoną zawartością skrobi [Tabela 1] i posiadały zawartość skrobi przekraczającą 85%.

Obłuszczone ziarno jęczmienia charakteryzowało się zawartością skrobi na poziomie ok. 70%, czyli mniejszą o co najmniej 15% niż produkty przemiału ziarna kukurydzy.

W technologii pozyskiwania brzeczek słodowych, zarówno bez, jak i z udziałem surowców niesłodowanych cechą istotną dla przebiegu procesu zacierania jest granulacja surowców. Granulacja zarówno słoðu, jak i surowca niesłodowanego może warunkować dostępność enzymów do składników ekstraktywnych.

Surowce niesłodowane umieszczone w górnej części tabeli 2 są produktami przemysłowego przemiału zbóż. W trakcie doświadczenia zastosowano je w postaci przygotowanej przez producenta.

Surowce umieszczone w dolnej części tabeli 2 były rozdrabniane w warunkach laboratoryjnych.

Kaszka kukurydziana B została pozyskana przez przemiał grysu kukurydzianego B w laboratoryjnym młynku nożowym, co miało na celu uzupełnienie badań o wpływ rozdrobnienia surowca niesłodowanego.

Słody, zarówno pilzneński, jak i karmelowy jasny, zostały rozdrobnione zgodnie z powszechnie przyjętą praktyką piwowarską. Śrutownik laboratoryjny został ustawiony tak aby otrzymany produkt przemiału charakteryzował się możliwie małym udziałem mąki, wysokim grysu, a jednocześnie brakiem obecności całych, lub jedynie ukruszonych ziaren. Ziarno jęczmienia zostało rozdrobnione przy tym samym ustawieniu śrutownika celem minimalizacji zabiegów technicznych.

W badanym materiale określono udział frakcji o grubości w zakresie od 0,12 do 1,25 mm:

Tabela 2. Procentowy udział frakcji w badanym materiale.

Surowiec	Rozmiar oczek sita [mm]					
	1,25	0,63	0,32	0,27	0,12	< 0,12
Grys kukurydziany A	0,37	89,42	9,22	0,70	0,20	0,10
Grys kukurydziany B	0,21	86,93	12,26	0,38	0,19	0,04
Kaszka kukurydziana A	0,00	25,36	68,54	3,57	2,18	0,35
Kaszka kukurydziana B	0,00	0,90	16,50	25,69	51,22	5,70
Obłuszczony jęczmień	78,77	11,93	5,15	2,26	1,48	0,42
Słód pilzneński	61,63	21,44	7,99	2,39	5,09	1,46
Słód karmelowy jasny	59,07	20,77	9,40	2,77	5,33	2,68

Dostarczone przez obu producentów grysy nie różniły się w sposób znaczący stopniem przemiału [Tabela 2]. W obu przypadkach większość stanowiła frakcja zatrzymująca się na sicie o rozmiarze oczka 0,63 mm.

Znaczące różnice występowały w granulacji kaszek kukurydzianych. Kaszka B, mimo wizualnego podobieństwa, charakteryzowała się większym udziałem frakcji drobnych (3/4 materiału w frakcjach 0,27 i 0,12 mm) niż kaszka A (90% materiału

w frakcjach 0,63 i 0,32 mm), co może znacząco wpływać na ekstrakcję i niektóre parametry technologiczne brzeczek laboratoryjnych. W obu wypadkach nie występowała frakcja zatrzymująca się na sicie 1,25 mm. Stosowany laboratoryjny młynek nożowy nie posiada jednak możliwości sterowania stopniem przemiału, zdecydowano więc o włączeniu powyższego materiału do badań jako surowca o wysokim stopniu rozdrobnienia.

Oba rodzaje słodów, jak również obłuszczone ziarno jęczmienia zostały rozdrobnione przy tym samym ustawieniu młynka. Otrzymane śruty słodowe charakteryzowały się zbliżonym stopniem rozdrobnienia. Ponad 80% materiału zawierało się w frakcjach 1,25 i 0,63 mm. Różnice w procentowym udziale frakcji nie przekraczały 1,5%.

Obłuszczone ziarno jęczmienia charakteryzowało się wizualnie podobnym rozdrobnieniem jak słód, ale analiza stopnia przemiału wykazała znacząco większy udział frakcji dużych. W materiale przemielonym nie występowały ziarna całe. Większość materiału zatrzymywała się na sicie o średnicy oczka 1,25 mm. Z wyjątkiem frakcji zatrzymanych na sicie o rozmiarze oczka 0,27 mm, ilość frakcji średnich (sita 0,63 mm i 0,32 mm) oraz drobnych (0,12 mm i dno sit – frakcje mniejsze niż 0,12 mm) była znacząco mniejsza niż w przypadku słodów.

5.2. Wybór preparatów enzymatycznych

W kolejnym etapie badań przeprowadzono wybór preparatów enzymatycznych i sposobu ich stosowania. Etap ten miał na celu unifikację metody zacierania, celem uzyskania dużej wydajności, niezależnie od rodzaju surowca niesłodowanego. Brzeczki laboratoryjne otrzymywane były ze słodu karmelowego przy 40% udziale w zasypie, oraz surowca niesłodowanego (60% zasypu) zależnie od wariantu: obłuszczonego ziarna jęczmienia browarnego lub grysu kukurydzianego. Wyniki przedstawiono w tabeli [Tabela 3], kolorem niebieskim oznaczając wartości pożądane, a kolorem czerwonym nieakceptowalne w praktyce browarniczej. Wartości pośrednie, ale wciąż akceptowalne według praktyki browarniczej, oznaczono kolorem czarnym.

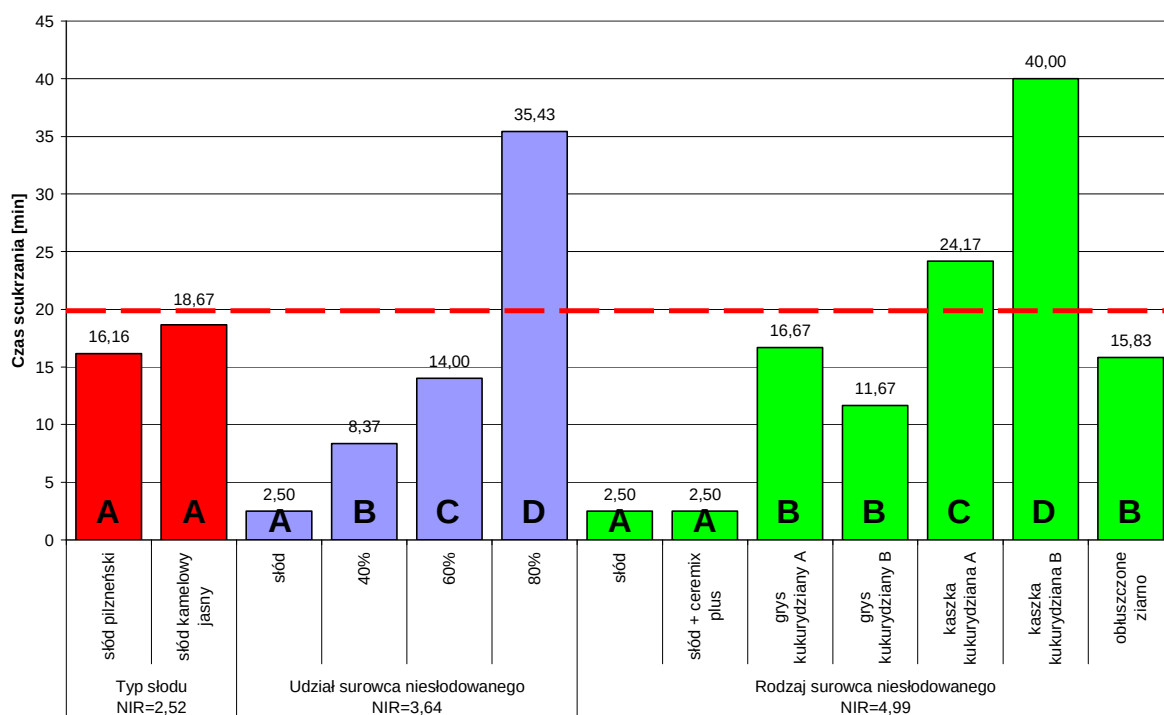
Tabela 3. Warianty wykorzystania surowców niesłodowanych w aspekcie kleikowania i zacierania oraz zastosowania preparatów enzymatycznych.

Rodzaj surowca niesłodowanego	Preparat enzymatyczny stosowany w obróbce wstępnej	Preparat enzymatyczny stosowany przy zacieraniu	Masa brzeczki [g]	Objętość brzeczki [ml]	Czas scukrzania [min]
Grys kukurydziany	Nie	Nie	305,26	295	45
Śruta jęczmienia obłuszczonego	Nie	Nie	313,95	305	40
Grys kukurydziany	Termamyl	Nie	339,25	330	25
Śruta jęczmienia obłuszczonego	Termamyl	Nie	225,54	220	20
Grys kukurydziany	Nie	Ceremix 6X MG	349,04	340	30
Śruta jęczmienia obłuszczonego	Nie	Ceremix 6X MG	347,81	335	25
Grys kukurydziany	Nie	Ceremix Plus	352,2	345	35
Śruta jęczmienia obłuszczonego	Nie	Ceremix Plus	333,19	325	25
Grys kukurydziany	Termamyl	Ceremix 6X MG	342,56	335	15
Śruta jęczmienia obłuszczonego	Termamyl	Ceremix 6X MG	339,15	330	10
Grys kukurydziany	Termamyl	Ceremix Plus	350,88	340	10
Śruta jęczmienia obłuszczonego	Termamyl	Ceremix Plus	354,93	345	10

Najlepszy wariant powinien charakteryzować się możliwie dużą objętością końcową brzezki, przy dużej masie i krótkim czasie scukrzania. Przyjęto dodatkowo, że poza wyłącznie pożądanymi wartościami cech wybranych do oceny zacierania, wartości pożądane muszą występować dla obu rodzajów surowca niesłodowanego. Spośród 6 najlepszych możliwości wybrano więc wariant polegający na wstępnym upłynnieniu surowca niesłodowanego, z jednoczesnym poddaniu go działaniu preparatu enzymatycznego Termamyl 120 L, a właściwy proces zacierania kongresowego w wybranym wariantcie przeprowadzany był przy suplementacji enzymów słodu preparatem enzymatycznym Ceremix Plus.

5.3. Właściwości technologiczne zacierów i brzeczek

Czas scukrzania słoðu lub mieszanki słoðu i surowca niesłodowanego w trakcie zacierania infuzyjnego lub zacierania metodą laboratoryjną (kongresową) wg zaleceń piwowarskich PN-A-79083-6:1998 nie może przekraczać 20 minut. Przekroczenie 20 minutowej granicy określonej reakcją barwną z jodem powoduje bezwarunkową dyskwalifikację zacieru jako nie nadającego się do otrzymywania brzeczki piwowarskiej. W najprostszym ujęciu można określić taki zacier, jako mało wydajny pod względem zawartości substancji ekstraktywnych pochodzących z źle przygotowanej, niezhydrolizowanej skrobi zawartej w słodzie lub w surowcach niesłodowanych.



Rysunek 3. Wpływ typu słoðu, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na czas scukrzania zacieru.

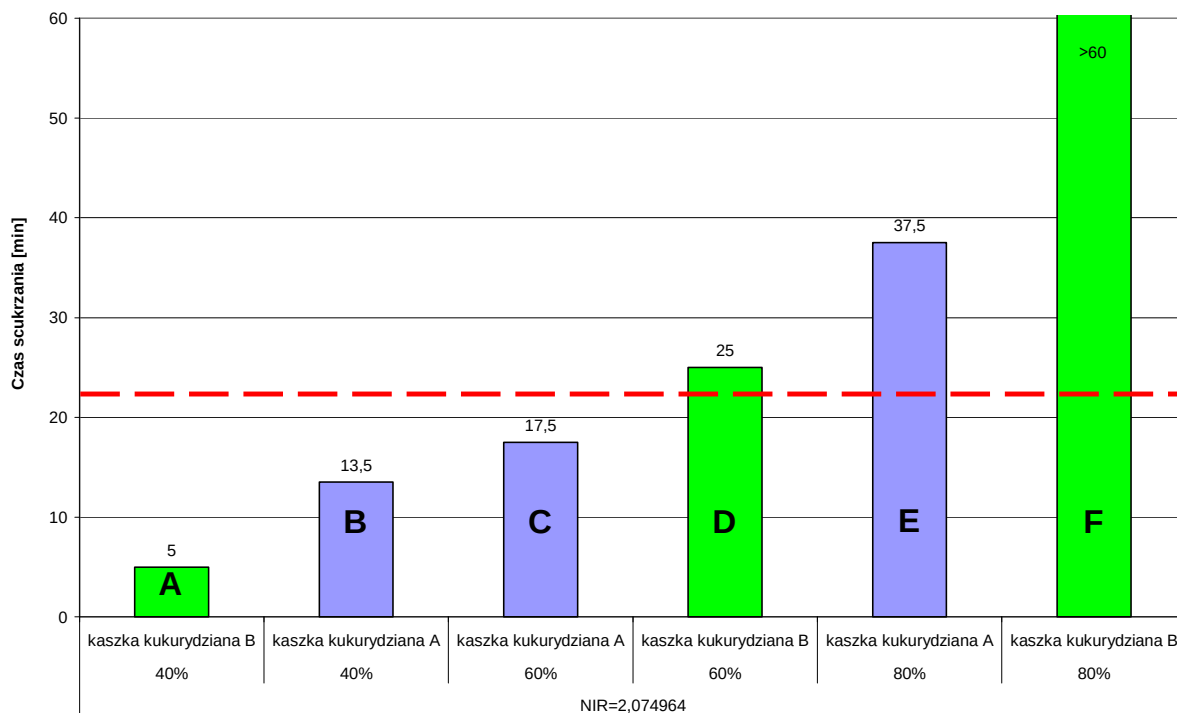
Średnie wartości czasu scukrzania nie wykazały statystycznie istotnych różnic pomiędzy użytymi rodzajami słoðów [Rysunek 3] i zawierały się średnio w przedziale od 16 do 19 minut.

Wraz ze wzrostem udziału surowca niesłodowanego od 40 do 80% następowało wydłużanie czasu scukrzania. Wszystkie warianty zacierania zostały zaliczone do

osobnych grup statystycznie jednorodnych. Najkrótsze czasy scukrzania otrzymywano przy pozyskiwaniu brzeczek z samych słodów (średnio 2,5 minuty), natomiast najdłuższe dla wariantów z 80% udziałem surowca niesłodowanego (średnio 35,43 minuty).

Zależnie od rodzaju użytego surowca niesłodowanego średnie czasy scukrzania zawierają się w zakresie od 2,5 minuty do 40 minut. Najkrótsze czasy scukrzania odnotowano dla wariantów kontrolnych pozyskanych z samego słodów (zarówno z użyciem, jak i bez zastosowania preparatu enzymatycznego), w obu przypadkach średni czas scukrzania wynosił 2,5 minuty i został zaliczony do tej samej grupy statystycznie jednorodnej. Kolejną grupę statystycznie jednorodną stanowiły warianty pozyskane z grysów kukurydzianych A i B, oraz obłuszczonego ziarna jęczmienia, o średnich czasach scukrzania w zakresie 11,5 do 17 minut.

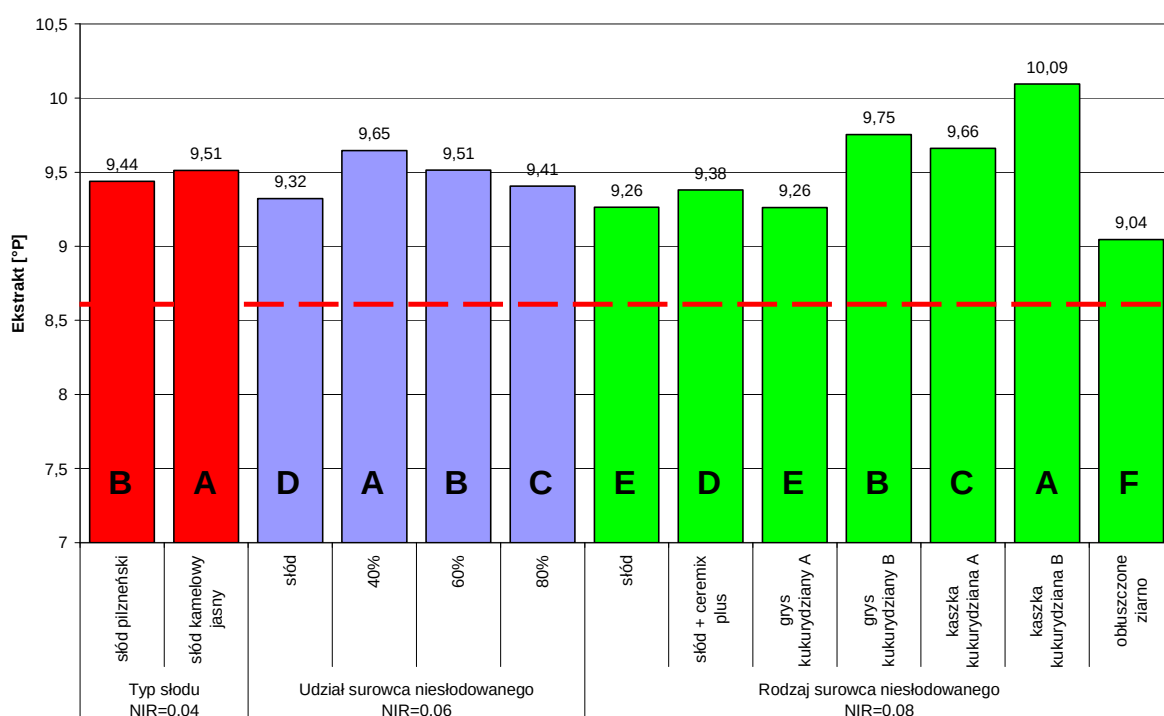
Osobne grupy stanowiły warianty zacierania z kaszką kukurydzianą. Żle scukrzały się zaciery zawierające kaszkę kukurydzianą A (nienormatywny średni czas scukrzania wynosił 24,17 minuty). Najdłużej scukrzały się zaciery pozyskiwane z kaszką kukurydzianą B, ich średni czas scukrzania wynosił 40 minut.



Rysunek 4. Wpływ udziału surowca niesłodowanego i rodzaju kaszki kukurydzianej na czas scukrzania.

Szczegółowa analiza wpływu udziału surowca niesłodowanego i rodzaju kaszki kukurydzianej [Rysunek 4] wykazała że czas scukrzenia wykazuje dużą zależność od obu tych czynników, co zostało zaznaczone przez zaliczenie wszystkich grup do osobnych grup jednorodnych. Akceptowalne czasy odnotowano dla kaszki kukurydzianej B przy 40% udziale w zasypie (średnio 5 minut), oraz dla kaszki kukurydzianej A przy 40 i 60% udziale w zasypie (odpowiednio średnio 13,5 i 17,5 minuty). Nie akceptowalne czasy odnotowano dla wariantów pozyskanych z kaszki kukurydzianej B przy 60% udziale w zasypie (średnio 25 minut), kaszki kukurydzianej A przy 80% udziale w zasypie (średnio 37,5 minuty) oraz kaszki kukurydzianej B przy 80% udziale w zasypie (>60 minut).

Zawartość ekstraktu pozwala na oszacowanie zdolności zacieranego surowca do wytworzenia substancji rozpuszczalnych brzeczki. Dla zacierania kongresowego typowe wartości są wyższe niż 8,6°P [Kunze, 1999].



Rysunek 5. Wpływ typu słodu, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość ekstraktu w brzeczkach laboratoryjnych.

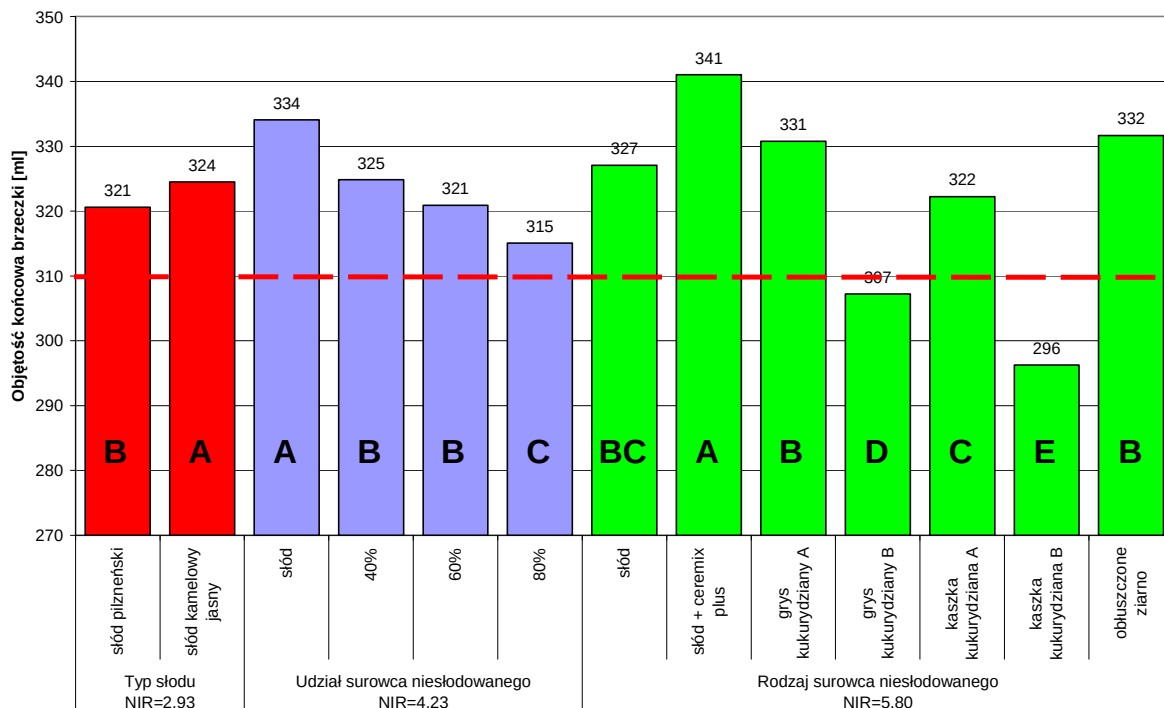
W zależności od rodzaju użytego słodu otrzymane brzeczki charakteryzowały się statystycznie różnymi zawartościami ekstraktu [Rysunek 5]. Brzeczki otrzymane

z słodu pilzneńskiego charakteryzowały się mniejszą zawartością ekstraktu (średnio 9,44°P) niż brzeczki pozyskane z słodu karmelowego jasnego (średnio 9,51°P).

W porównaniu z wariantami kontrolnymi, pozyskanymi bez udziału surowca niesłodowanego (ekstrakt średnio 9,32°P), brzeczki uzyskane z udziałem surowca niesłodowanego charakteryzowały się statystycznie istotnie większą zawartością ekstraktu. Wzrost udziału surowca niesłodowanego w badanym zakresie powodował statystycznie istotne zmniejszenie średnich zawartości ekstraktu (odpowiednio średnio 9,65°P; 9,51°P i 9,41°P).

Rodzaj użytego surowca niesłodowanego w sposób statystycznie istotny różnicował zawartość ekstraktu. Największe wartości uzyskiwano w brzeczkach pozyskanych z kaszki kukurydzianej B (średnio 10,09°P). Kolejne grupy statystycznie jednorodne stanowiły warianty pozyskane z grysu kukurydzianego B (średnio 9,75°P), kaszki kukurydzianej A (średnio 9,66°P), Brzeczki kontrolne pozyskane z samego słodu w obecności preparatu enzymatycznego Ceremix Plus (średnio 9,38°P), brzeczki kontrolne pozyskane ze słodu (bez preparatu enzymatycznego) i brzeczki pozyskane z udziałem grysu kukurydzianego A (średnio 9,26°P w obu przypadkach). Najmniejszą zawartością ekstraktu charakteryzowały się brzeczki pozyskane z użyciem obłuszczonego ziarna jęczmienia (średnio 9,04°P).

Objętość końcowa brzeczki laboratoryjnej jest miarą określającą wydajność filtracji. Założono że objętość 310 ml, jako najniższa odnotowana dla brzeczek pozyskanych z samego słodu zostanie uznana za graniczną uznawalną za akceptowalną.



Rysunek 6. Wpływ typu siodu, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na objętość końcową brzeczki laboratoryjnych.

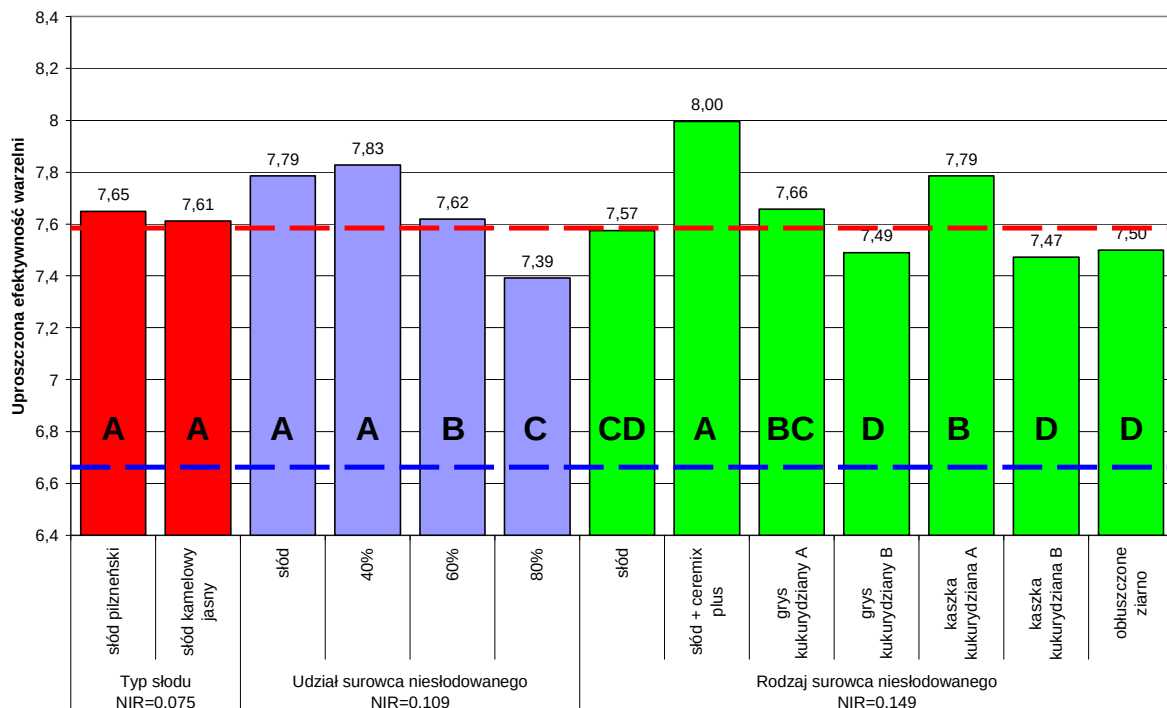
Rodzaj zastosowanego siodu w sposób statystycznie istotny różnicował objętość końcową brzeczki [Rysunek 6]. Większe wartości uzyskiwano dla wariantów otrzymanych z użyciem siodu karmelowego jasnego (średnio 324 ml), mniejsze zaś dla wariantów uzyskiwanych z użyciem siodu pilzneńskiego (średnio 321 ml). W obu wypadkach średnie wyniki były większe od wartości założonej jako graniczna.

Wzrost udziału surowca niesłodowanego w zasypie powoduje zmniejszenie objętości końcowej otrzymanych brzeczki, choć odnotowane wartości średnie były większe niż założona norma. Największe objętości brzeczki otrzymano w wyniku zacierania samych siodów (średnio 334 ml). Statystycznie mniejsze objętości otrzymano w wariantach z 40% i 60% udziałem surowca niesłodowanego w zasypie (odpowiednio średnio 325 i 321 ml). Statystycznie najmniejsze objętości końcowe otrzymywano w brzeczce pozyskiwanych przy 80% udziale surowca niesłodowanego w zasypie (średnio 315 ml).

Rodzaj zastosowanego surowca niesłodowanego w sposób zasadniczy wpływał na objętość końcową brzeczki. Największe wartości objętości końcowej odnotowano

dla brzeczek otrzymanych ze słoðu zacieranego z dodatkiem preparatu Ceremix Plus (średnio 341 ml). Kolejną grupę statystycznie jednorodną stanowią breczki pozyskiwane z samego słoðu (średnio 327 ml), oraz warianty zacierania z użyciem grysu kukurydzianego A, oraz obłuszczonego ziarna (odpowiednio średnio 331 i 332 ml). Jednocześnie breczki pozyskane z samego słoðu, zostały zaliczone do tej samej grupy statystycznie jednorodnej razem z brzeczkami pozyskanymi z udziałem kaszki kukurydzianej A (średnio 322 ml). Produkty przemiału kukurydzy pochodzące od dostawcy B jako jedyne nie spełniały założonego minimum objętości uzyskiwanej breczki. Grupę statystycznie jednorodną stanowiły breczki pozyskane z grysem kukurydzianym B (średnio 307 ml), a najmniejsze objętości końcowe, stanowiące jednocześnie osobną grupę statystycznie jednorodną, odnotowano w brzeczkach pozyskanych z udziałem kaszki kukurydzianej B (średnio 296 ml).

Objętość końcowa oraz zawartość ekstraktu samodzielnie nie mogą być podstawą oceny wartości pozyskanych brzeczek. Możliwa jest bowiem sytuacja gdy otrzymana breczka, mimo dużej objętości charakteryzować będzie się małą zawartością ekstraktu. Alternatywnie breczka mimo dużej zawartości ekstraktu może charakteryzować się małą objętością końcową. W celu dokładniejszego określenia efektywności pozyskiwania substancji ekstraktywnych autor proponuje obliczenie wzajemnej zależności, którą nazywa uproszczoną efektywnością warzelną. Wielkość ta jest iloczynem zawartości ekstraktu i stosunku uzyskanej do maksymalnej, możliwej do osiągnięcia dla danej metody, objętości końcowej. Za wartość normatywną uznano wartość 6,65, wynikającą z wcześniejszych założeń (minimalny ekstrakt 8,6°P i objętość 310 ml). Dodatkowo zaznaczono wartości 7,57, czyli średnią dla prób pozyskanych z samych słoðów, jako standard którego przekroczenie poprawia wydajność procesu.



Rysunek 7. Wpływ typu słoju, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na uproszczoną efektywność warzełni.

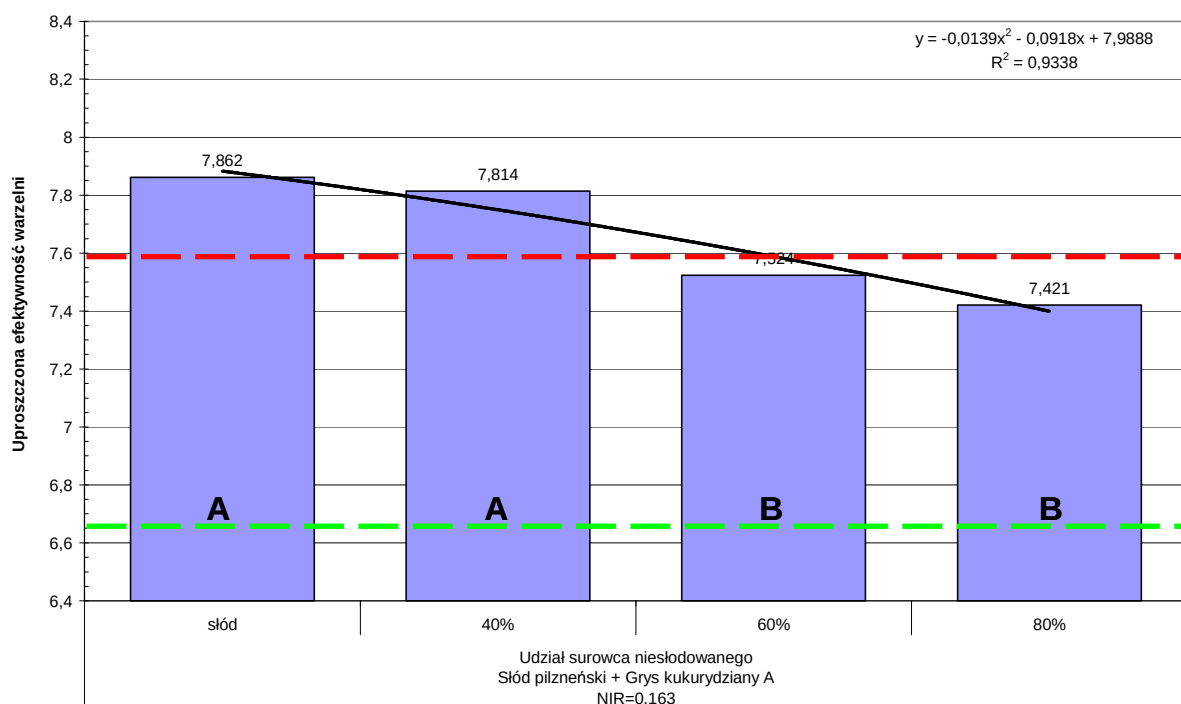
Rodzaj zastosowanego słoju nie różnicował w sposób statystycznie istotny uproszczonej efektywności warzełni [Rysunek 7]. Obie wartości średnie (odpowiednio średnio 7,65 i 7,61) zaliczone zostały do tej samej grupy statystycznie jednorodnej, oraz były większe od założonej wartości granicznej.

Wraz ze wzrostem udziału surowca niesłodowanego następuje zmniejszenie wartości uproszczonej efektywności warzełni. Największe wartości, zaliczone do tej samej grupy statystycznie jednorodnej odnotowano dla brzeczek pozyskanych z samych słoików i przy 40% udziale surowca niesłodowanego (odpowiednio średnio 7,79 i 7,83). Zastąpienie 60% zasypu surowcem niesłodowanym spowodowało statystycznie istotne zmniejszenie uproszczonej efektywności warzełni do średnio 7,62. Najmniejsze wartości, zaliczone do osobnej grupy statystycznie jednorodnej, odnotowano przy 80% udziale surowca niesłodowanego w zasypie (średnio 7,39), co jest wartością niższą niż założona wartość graniczna.

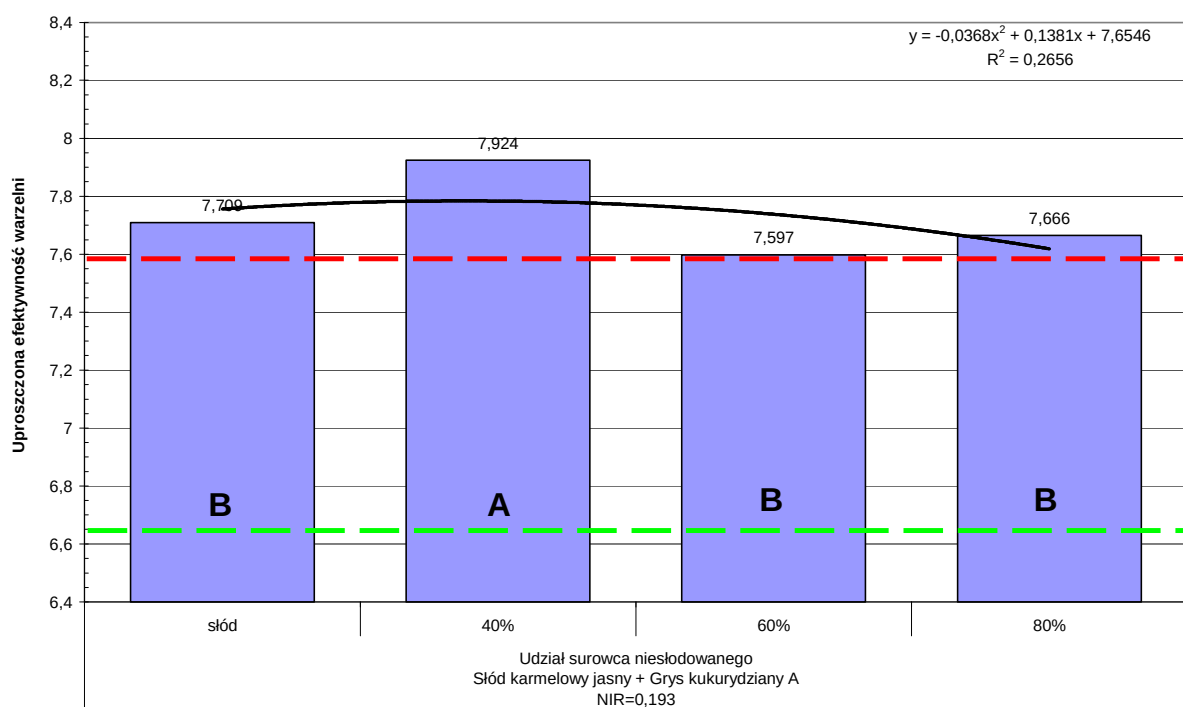
Rodzaj zastosowanego surowca niesłodowanego w sposób zasadniczy różnicuje uproszczoną efektywność warzełni. Największe wartości odnotowano dla brzeczek pozyskanych z samego słoju przy użyciu preparatu enzymatycznego Ceremix Plus

(średnio 8,00). Kolejną grupę statystycznie jednorodną stanowią brzezki pozyskane z udziałem kaszki kukurydzianej A (średnio 7,79), oraz z udziałem grysu kukurydzianego A (średnio 7,66). Jednocześnie brzezki pozyskane z użyciem grysu kukurydzianego A wykazywały podobieństwo do brzeczek pozyskanych z samych słodów (średnio 7,57). Brzezki kontrolne pozyskane z samych słodów jednocześnie wykazywały statystyczne podobieństwo do ostatniej grupy statystycznie jednorodnej, która spełniała postawiony normatyw uproszczonej efektywności warzelnii, nie przekraczając jednak wartości granicznej. Grupa ta składała się, poza brzeczkami kontrolnymi pozyskanymi z samego słodu, z brzeczek pozyskanych z udziałem grysu kukurydzianego B, kaszki kukurydzianej B, oraz obłuszczonego ziarna jęczmienia (odpowiednio średnio 7,49; 7,47 i 7,50).

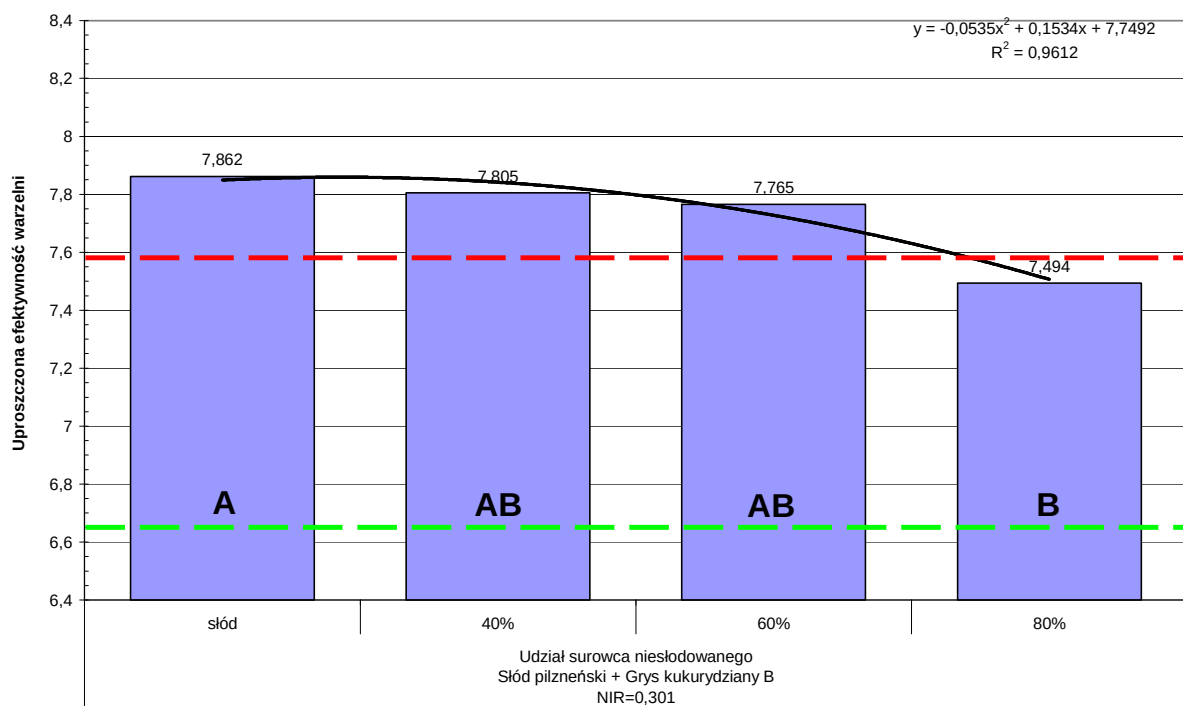
Dodatkowo wykonano analizę wpływu udziału surowca niesłodowanego na uproszczoną efektywność warzelnii dla poszczególnych surowców niesłodowanych [Rysunek 8 - Rysunek 17 niżej]. Na wykresach zaznaczono linię trendu wraz z wzorem, która dla danego surowca może służyć do prognozy uproszczonej efektywności warzelnii.



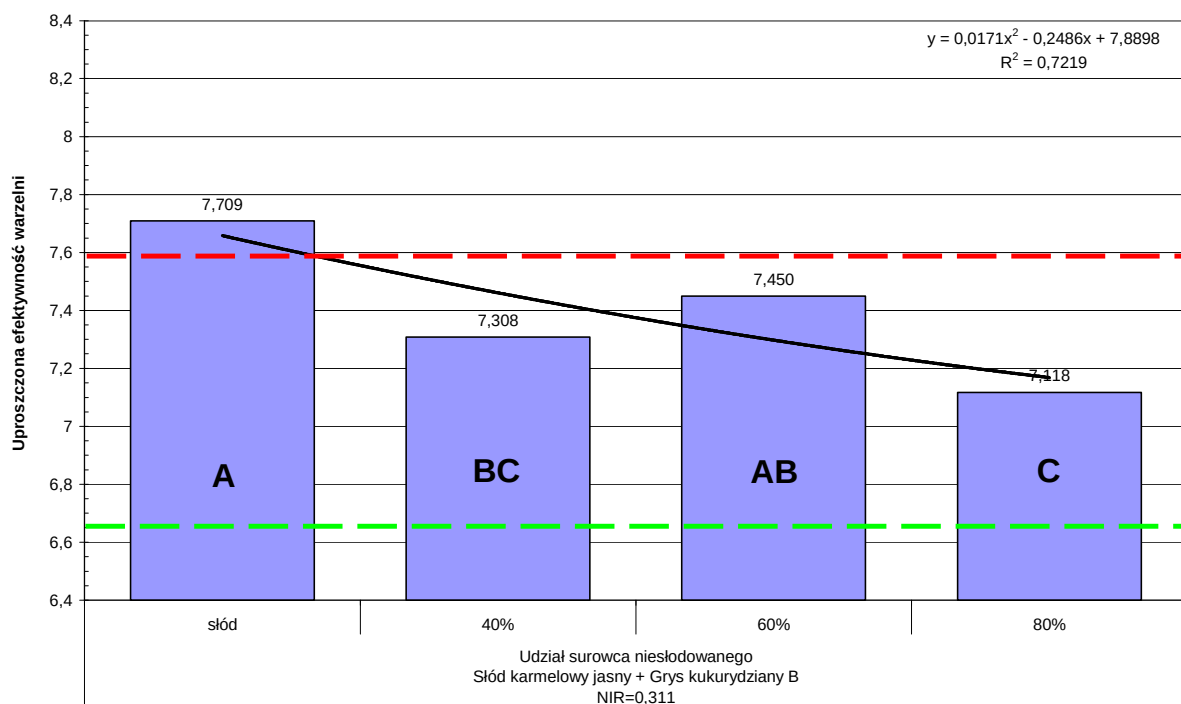
Rysunek 8. Wpływ udziału grysu kukurydzianego A na uproszczoną efektywność warzelnii mieszaniny ze słodem pilzneńskim.



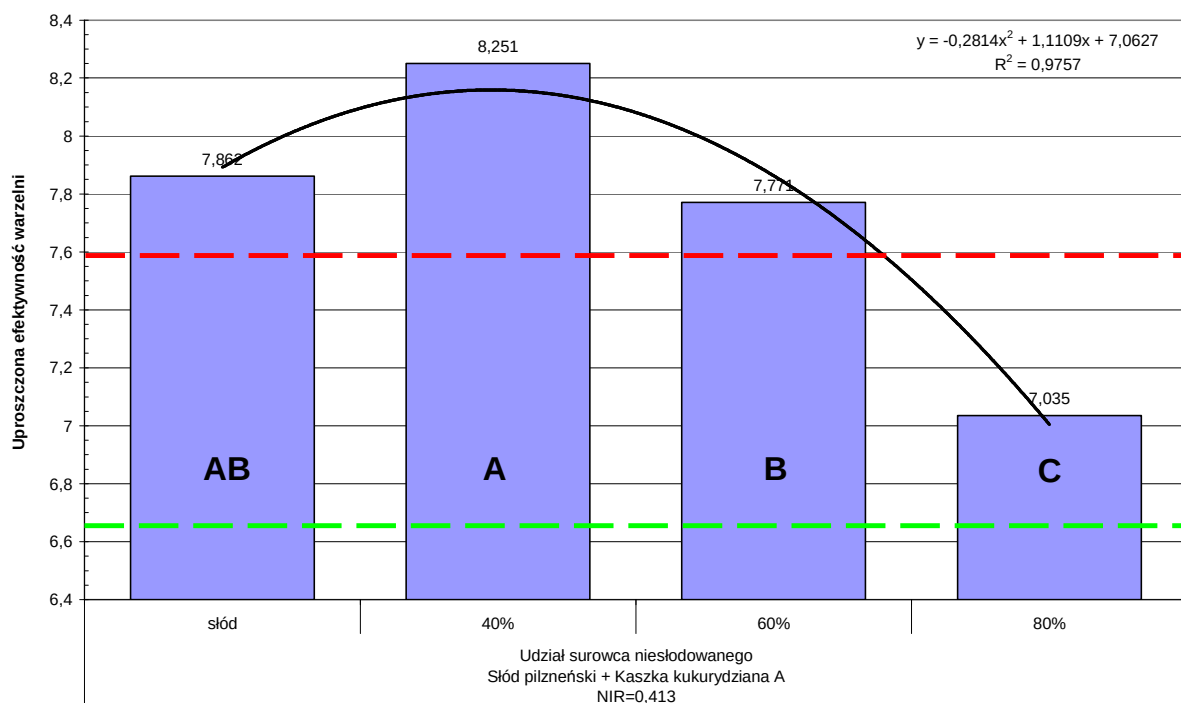
Rysunek 9. Wpływ udziału grysu kukurydzianego A na uproszczoną efektywność warzelni mieszaniny ze słodem karmelowym jasnym.



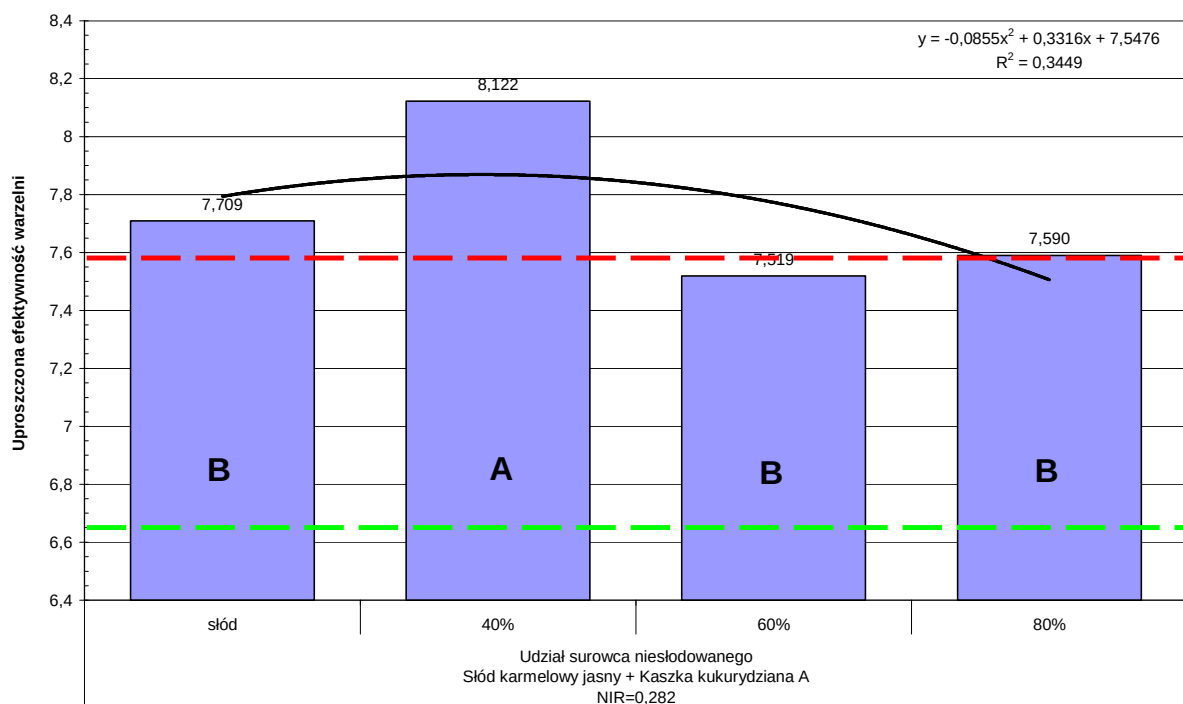
Rysunek 10. Wpływ udziału grysu kukurydzianego B na uproszczoną efektywność warzelni mieszaniny ze słodem pilzneńskim.



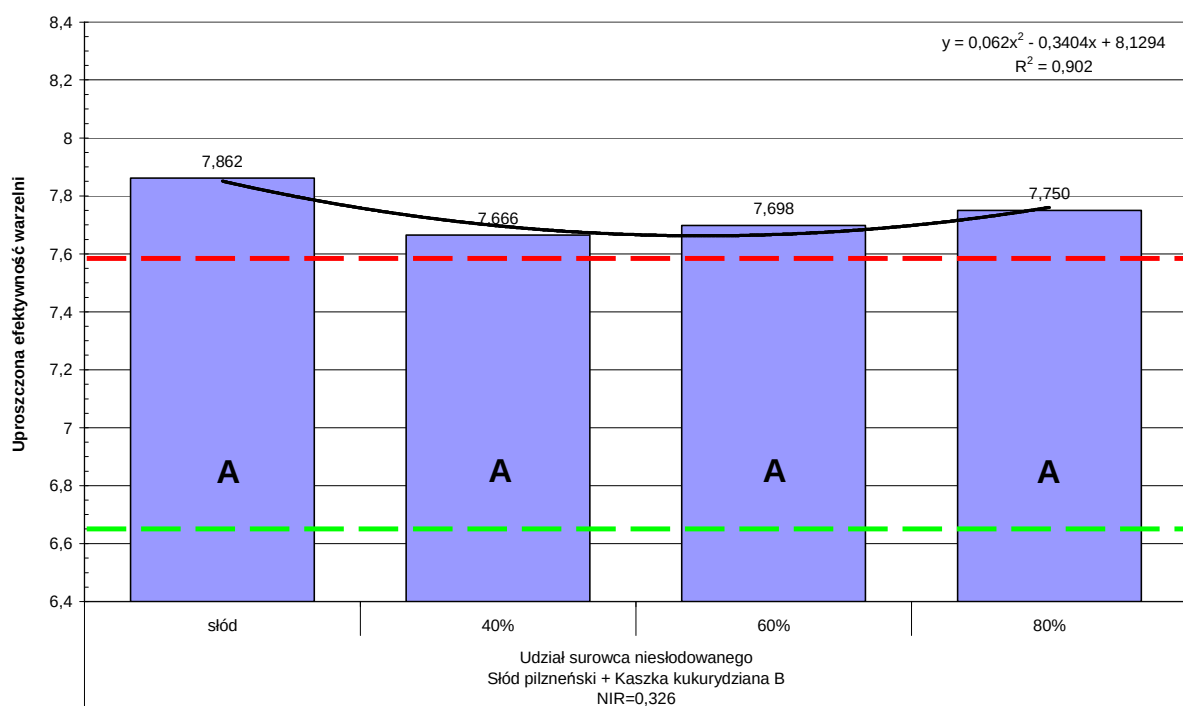
Rysunek 11. Wpływ udziału grysu kukurydzianego B na uproszczoną efektywność warzelni mieszaniny ze słodem karmelowym jasnym.



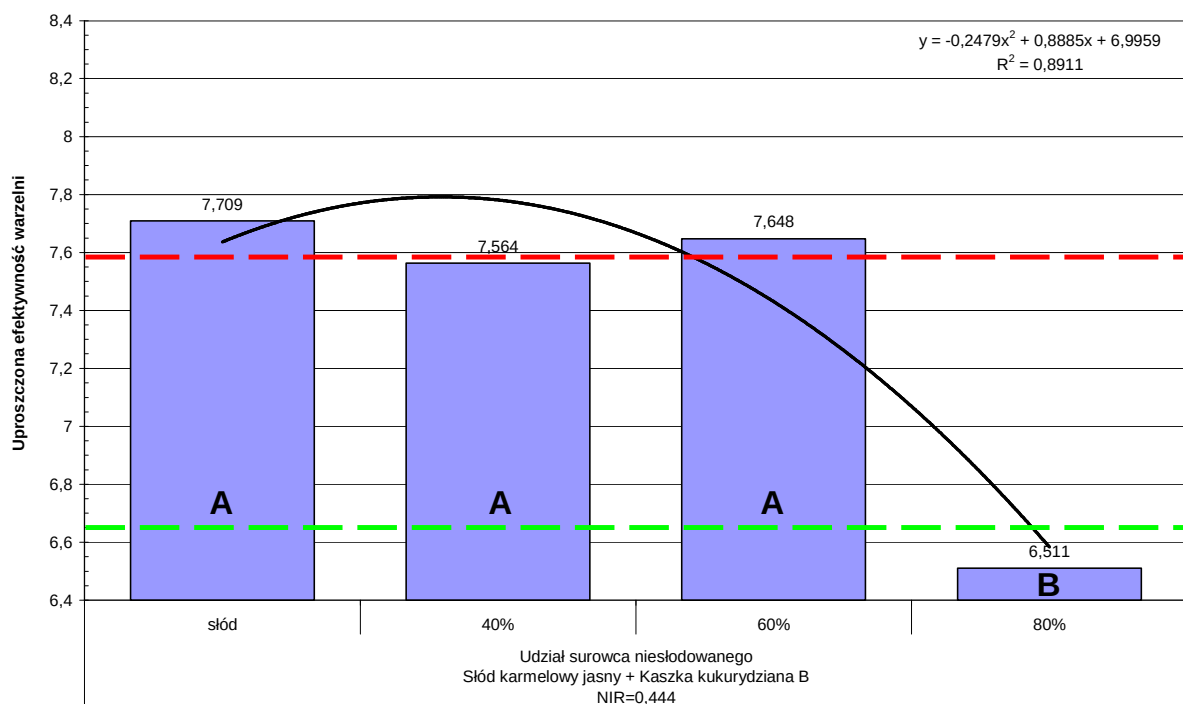
Rysunek 12. Wpływ udziału kaszki kukurydzianej A na uproszczoną efektywność warzelni mieszaniny ze słodem pilzneńskim.



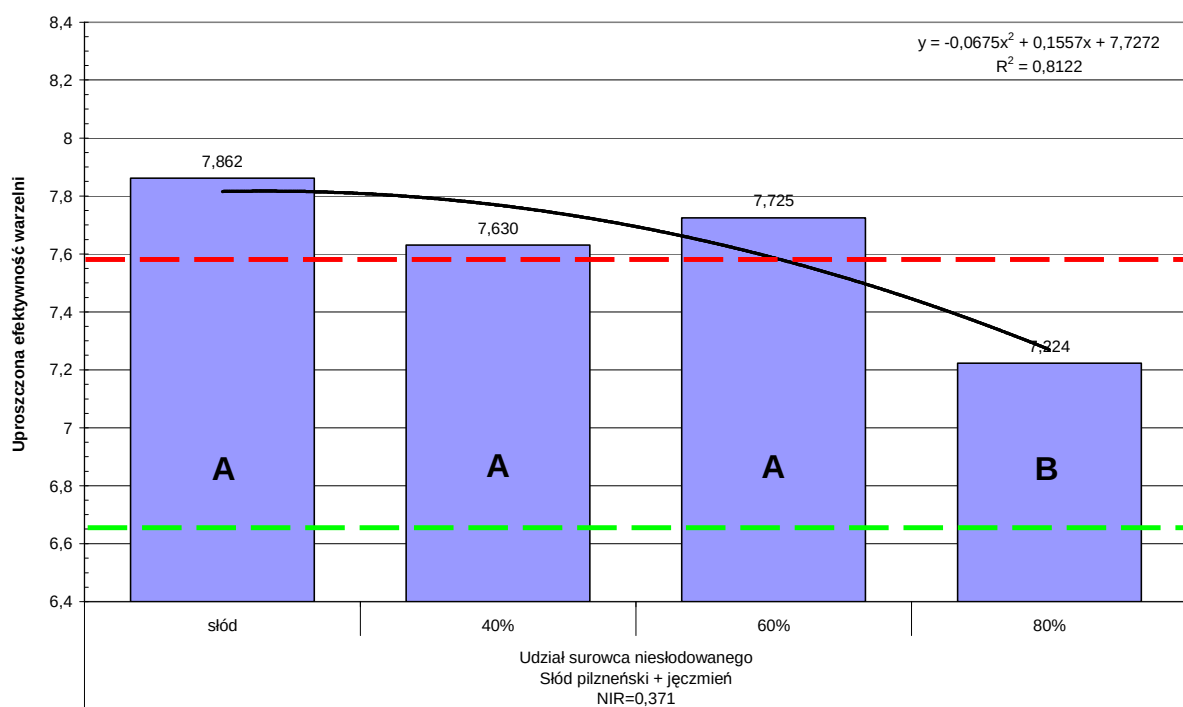
Rysunek 13. Wpływ udziału kaszki kukurydzianej A na uproszczoną efektywność warzelni mieszanki ze słodem karmelowym jasnym.



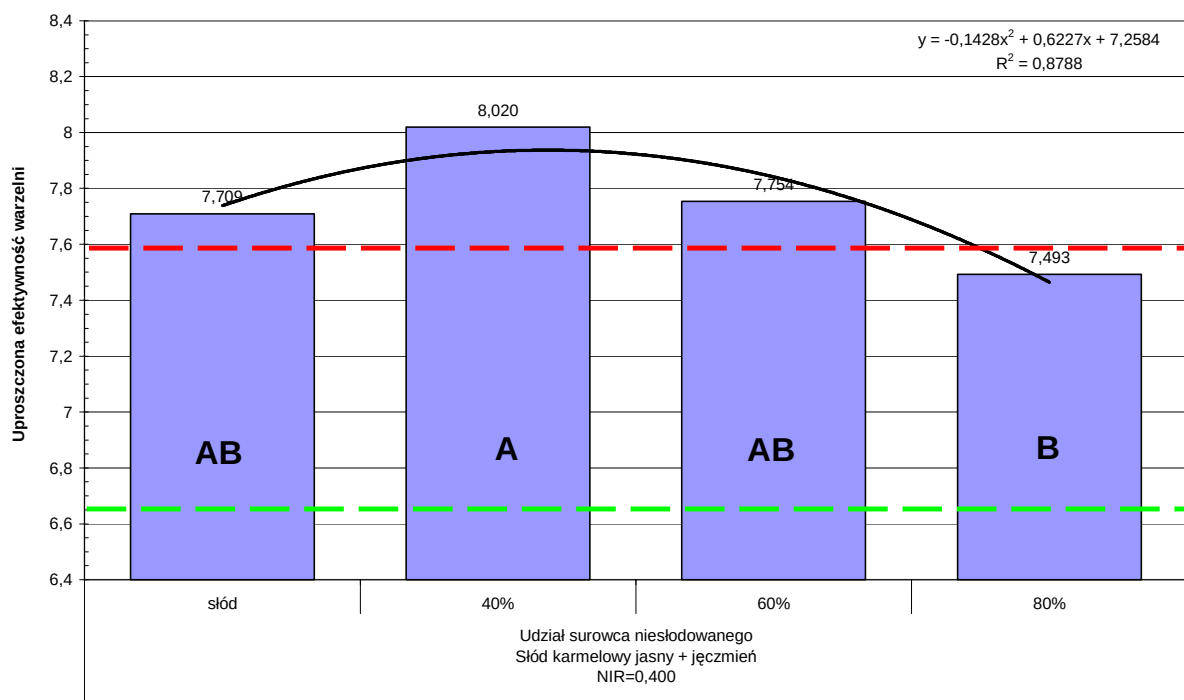
Rysunek 14. Wpływ udziału kaszki kukurydzianej B na uproszczoną efektywność warzelni mieszanki ze słodem pilzneńskim.



Rysunek 15. Wpływ udziału kaszki kukurydzianej B na uproszczoną efektywność warzelni mieszaniny ze słodem karmelowym jasnym.



Rysunek 16. Wpływ udziału obłuszczonego ziarna jęczmienia na uproszczoną efektywność warzelni mieszaniny ze słodem pilzneńskim.



Rysunek 17. Wpływ udziału obłuszczonego ziarna jęczmienia na uproszczoną efektywność warzelnia mieszaniny ze słodem karmelowym jasnym.

W większości wariantów 40% udział surowca niesłodowanego w zacieranej masie nie powodował statystycznej różnicy w stosunku do grupy kontrolnej. Wyjątki stanowiły warianty pozyskane z mieszaniny słodu karmelowego z 40% dodatkiem grysu kukurydzianego A [Rysunek 9] i kaszki kukurydzianej A [Rysunek 13], gdzie zaobserwowano wzrost uproszczonej efektywności warzelnia, kwalifikowany jako statystycznie istotny, oraz mieszanina z 40% udziałem grysu kukurydzianego B [Rysunek 11] gdzie efektywność warzelnia uległa statystycznie istotnemu zmniejszeniu. Zaobserwowano, że tylko brzezki pozyskane z mieszaniny słodu karmelowego jasnego z 40% udziałem grysu kukurydzianego B [Rysunek 11] charakteryzowały się efektywnością warzelnia nie przekraczającą założonej wartości granicznej.

Wzrost udziału surowca niesłodowanego do 60% zacieranej masy powodował w większości badanych przypadków utrzymanie uproszczonej efektywności warzelnia na poziomie zbliżonym do prób kontrolnych. Tylko brzezki pozyskane z mieszaniny słodu pilzneńskiego z 60% udziałem grysu kukurydzianego A [Rysunek 8] charakteryzowały się istotnie mniejszą uproszczoną efektywnością warzelnia. Brzezki pozyskane z mieszaniny słodu pilzneńskiego z 60% udziałem grysu kukurydzianego A

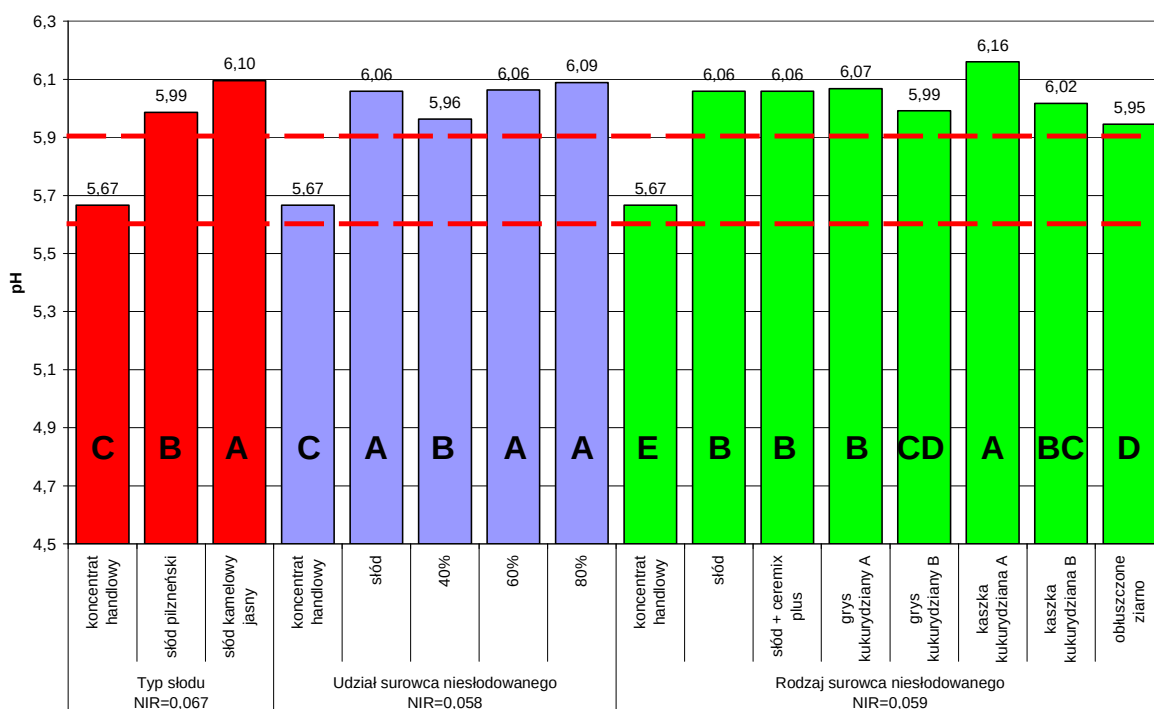
[Rysunek 8], oraz sŁodu karmelowego jasnego z 60% udziałem grysu kukurydzianego B [Rysunek 11], oraz kaszki kukurydzianej A [Rysunek 13] charakteryzowały się uproszczoną efektywnością warzelni poniżej założonej wartości granicznej.

Stosowanie 80% udziału surowca niesŁodowanego w większości wariantów spowodowało statystycznie istotne zmniejszenie uproszczonej efektywności warzelni. Wyjątek stanowiły warianty pozyskane z mieszaniny sŁodu karmelowego i 80% dodatku grysu kukurydzianego A [Rysunek 9], kaszki kukurydzianej A [Rysunek 13] i obŁuszczonego ziarna jęczmienia [Rysunek 17], oraz mieszanina sŁodu pilzneńskiego z kaszką kukurydzianą B [Rysunek 14], w wypadku których te próby zostały zaliczone do tej samej grupy statystycznie jednorodnej co próby kontrolne. Jedynie w trzech wariantach przekroczona została założona wartość graniczna uproszczonej efektywności zacierania. Wyjątkami tymi były warianty wytworzone z mieszaniny sŁodu karmelowego jasnego z 80% udziałem grysu kukurydzianego A [Rysunek 9], kaszki kukurydzianej A [Rysunek 13], oraz mieszaniny sŁodu pilzneńskiego z 80% udziałem kaszki kukurydzianej B [Rysunek 14].

Należy odnotować, że jedynie brzezka pozyskana z mieszaniny sŁodu karmelowego jasnego z 80% udziałem kaszki kukurydzianej B nie osiągnęła założonego normatywu uproszczonej efektywności warzelni [Rysunek 15].

Większość linii trendu wyznaczonych na wykresach posiadało współczynnik determinancji (r^2) większy niż 0,8. Wyraźna tendencja (wartości $r^2 \geq 0,95$) została oznaczona dla wariantów wytworzonych z mieszaniny sŁodu pilzneńskiego z grysem kukurydzianym B [Rysunek 10], oraz kaszką kukurydzianą A [Rysunek 12]. Jedynie modele wyznaczone dla wariantów pozyskanych z mieszaniny sŁodu karmelowego z grysem kukurydzianym A [Rysunek 9], grysem kukurydzianym B [Rysunek 11], oraz kaszką kukurydzianą A [Rysunek 13] charakteryzowały się współczynnikiem determinancji mniejszym niż akceptowalny (wartości $r^2 < 0,75$).

Wartość pH brzezki może kształtować trwałość gotowego produktu. Mniejsze wartości pH sprzyjają poprawie potencjału oksydo-redukcyjnego, co ogranicza utlenianie, oraz ograniczają rozwój szkodliwej mikroflory. Wartości typowe zawierają się w przedziale od 5,6 do 5,9 zależnie od skŁadu wody i sŁodu.



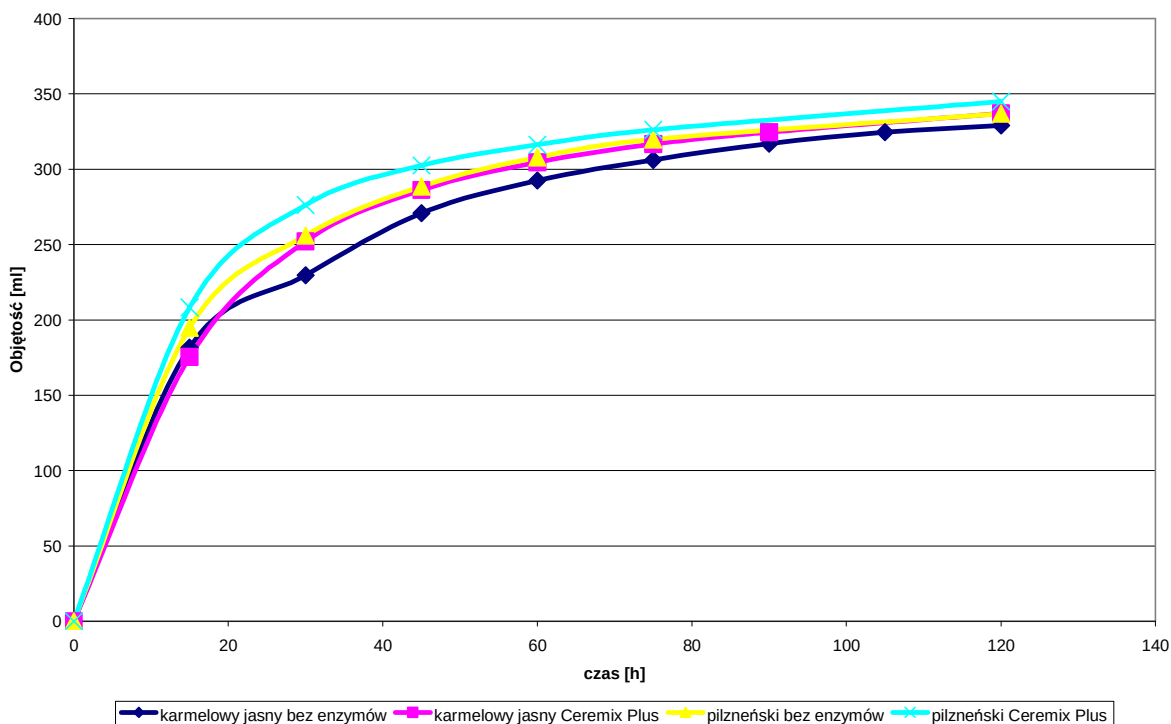
Rysunek 18. Wpływ typu słoðu, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na pH brzeczek laboratoryjnych.

W zależności od rodzaju użytego słoðu nastąpiło statystycznie istotne różnicowanie pH otrzymanych brzeczek [Rysunek 18]. Wyniki odniesiono do handlowo dostępnego koncentratu słodowego. Tylko koncentrat handlowy, otrzymywany metodą przemysłową posiadał pH typowe. Pozostałe breczki charakteryzowały się znacząco większymi wartościami pH. Największe wartości pH odnotowano dla wariantów pozyskanych ze słoðu karmelowego jasnego (średnio 6,1). Breczki pozyskane z słoðu pilzneńskiego charakteryzowały się pH wynoszącym średnio 5,99. Najmniejszą wartością pH charakteryzował się handlowy koncentrat (średnio 5,67).

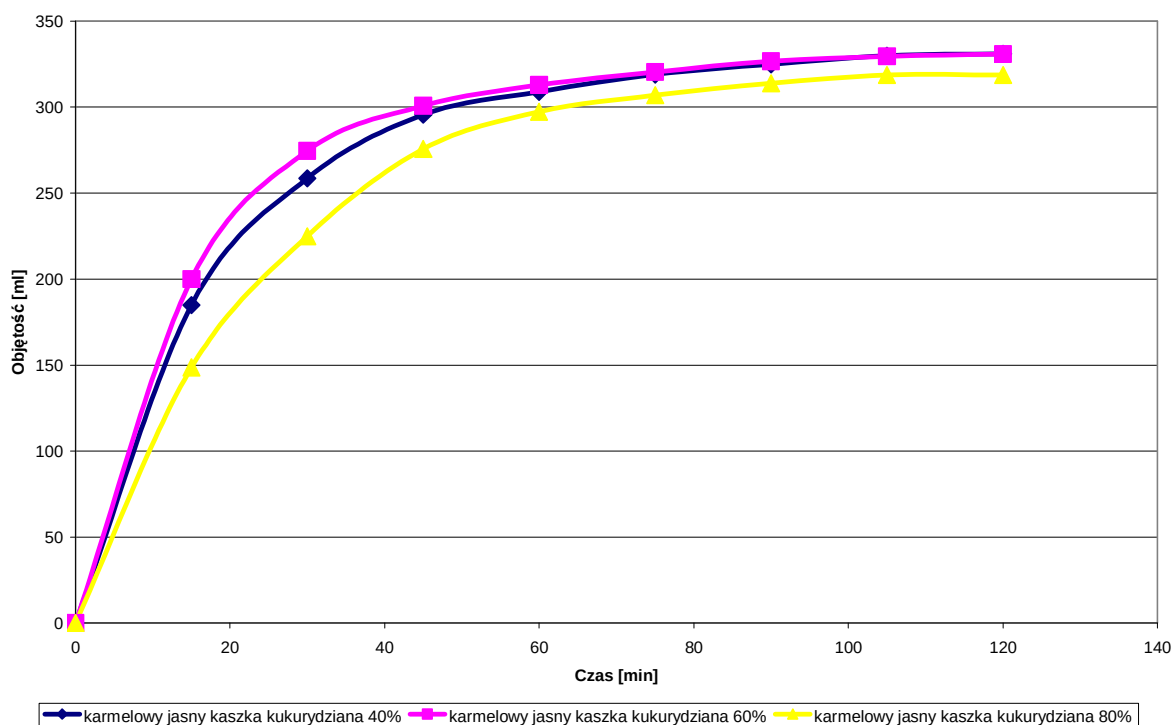
Użycie surowca niesłodowanego w ilości 60% i 80% zasypu nie powodowało statystycznie istotnej zmienności wartości pH (odpowiednio średnio 6,06 i 6,09) w porównaniu do kontroli pozyskanych z samego słoðu (średnio 6,06). Statystycznie istotną zmianę wartości pH oznaczono w wariantach z 40% udziału surowca niesłodowanego w zasypie (średnio 5,96). Osobną grupę statystycznie jednorodną stanowił handlowo dostępny koncentrat (średnia wartość pH 5,67).

W zależności od rodzaju użytego surowca niesłodowanego występowało zróżnicowanie pH pozyskanych brzeczek. Największymi wartościami pH charakteryzowały się warianty pozyskane z kaszki kukurydzianej A (średnio 6,16). Kolejną grupę statystycznie jednorodną stanowiły warianty kontrolne, otrzymane z sódów bez i z użyciem preparatu enzymatycznego (w obu wypadkach średnio 6,06), oraz pozyskane z grysu kukurydzianego A (średnio 6,07) i kaszki kukurydzianej B (średnio 6,02). Brzeczki pozyskane z kaszki kukurydzianej B i grysu kukurydzianego B należą jednocześnie do kolejnej grupy statystycznie jednorodnej (odpowiednio średnio 6,02 i 5,99). Warianty otrzymane z grysu kukurydzianego B i obłuszczonego ziarna jęczmienia stanowią wspólnie jedną grupę statystycznie jednorodną (odpowiednio średnio 5,99 i 5,95). Najmniejszymi wartościami pH charakteryzował się handlowy koncentrat słodowy (średnio 5,67).

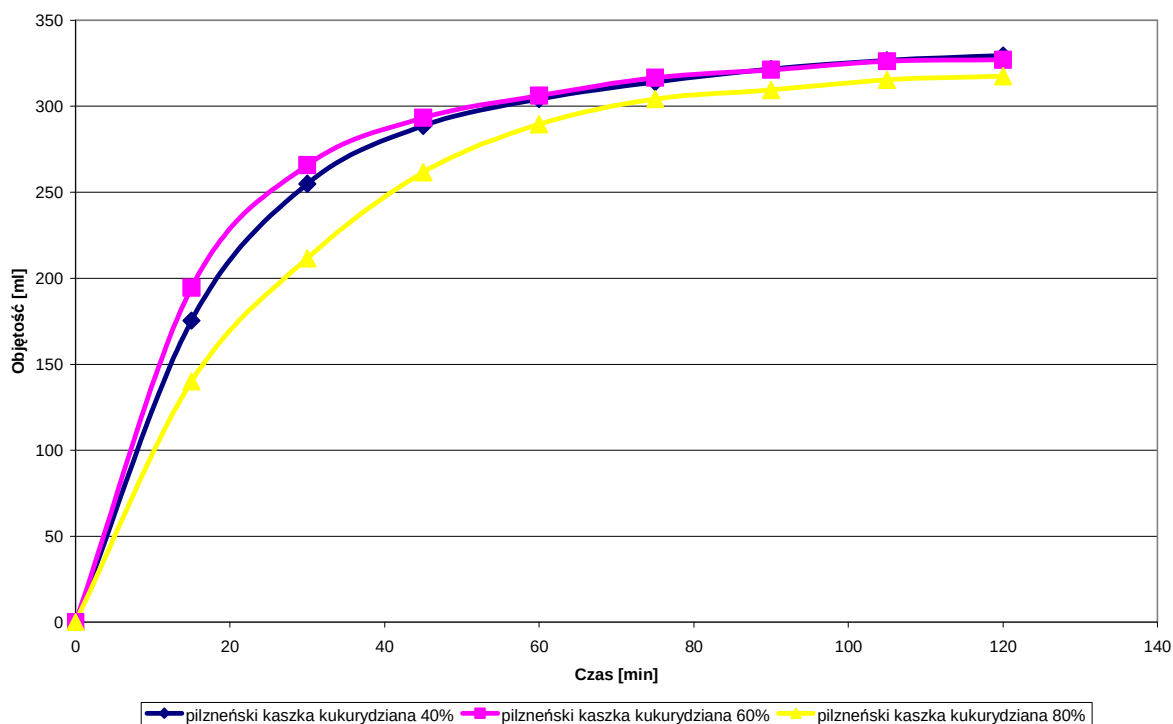
W czasie filtracji zacieru dokonywano pomiarów objętości uzyskanego filtratu w czasie, zgodnie z metodą EBC 4.5.1. Uzyskane wyniki pogrupowano w zależności od wariantu i zobrazowano w postaci wykresów.



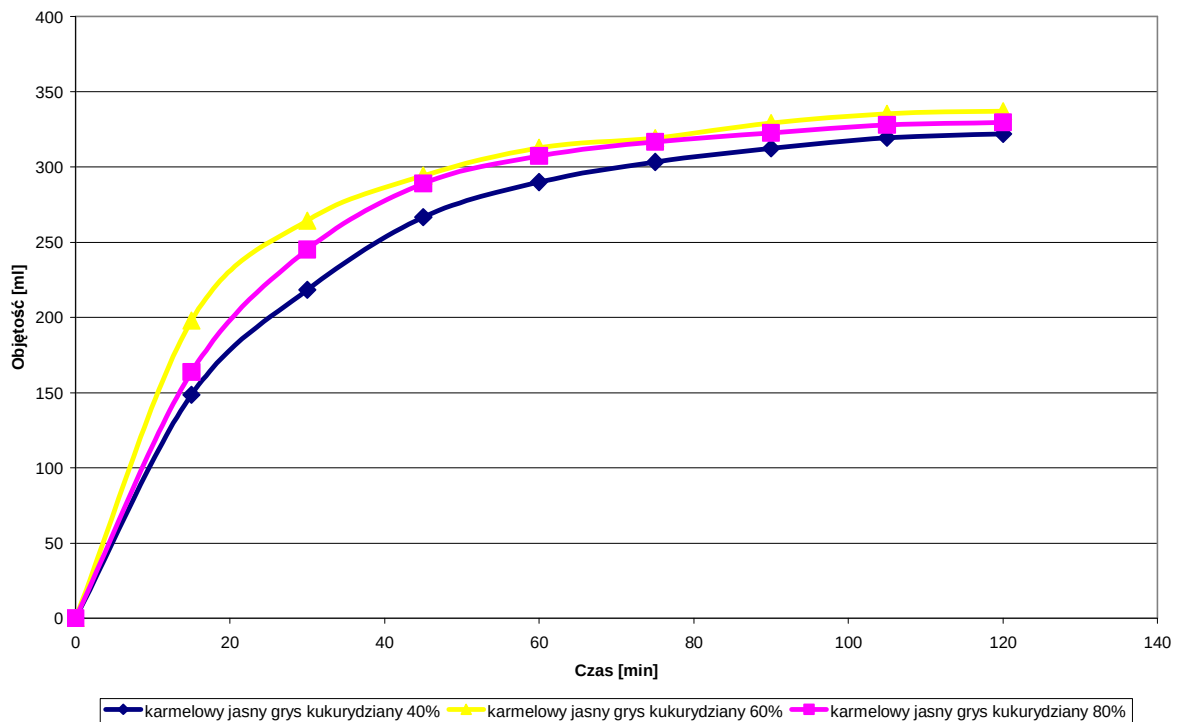
Rysunek 19. Czas spływu brzeczek pozyskanych z samych sódów zacieranych bez i w obecności preparatu enzymatycznego Ceremix Plus MG.



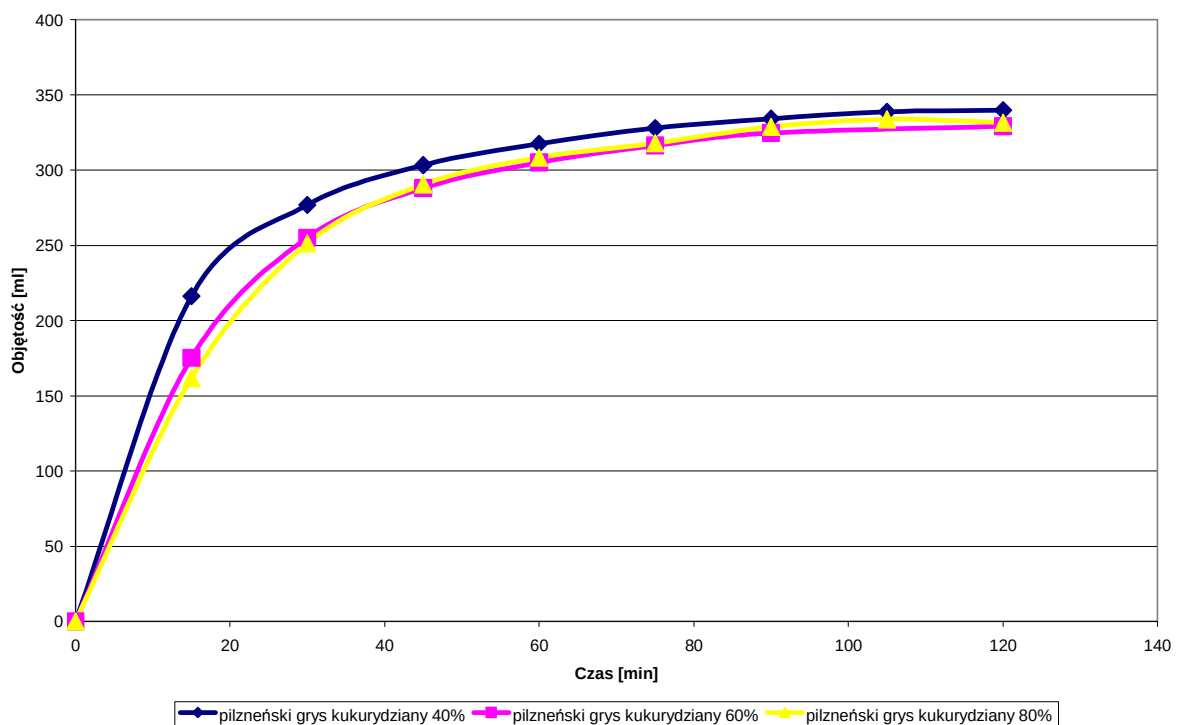
Rysunek 20. Czas spływu brzeczek pozyskanych ze sładu karmelowego jasnego zacieranego z 40, 60 oraz 80% udziałem kaszki kukurydzianej A.



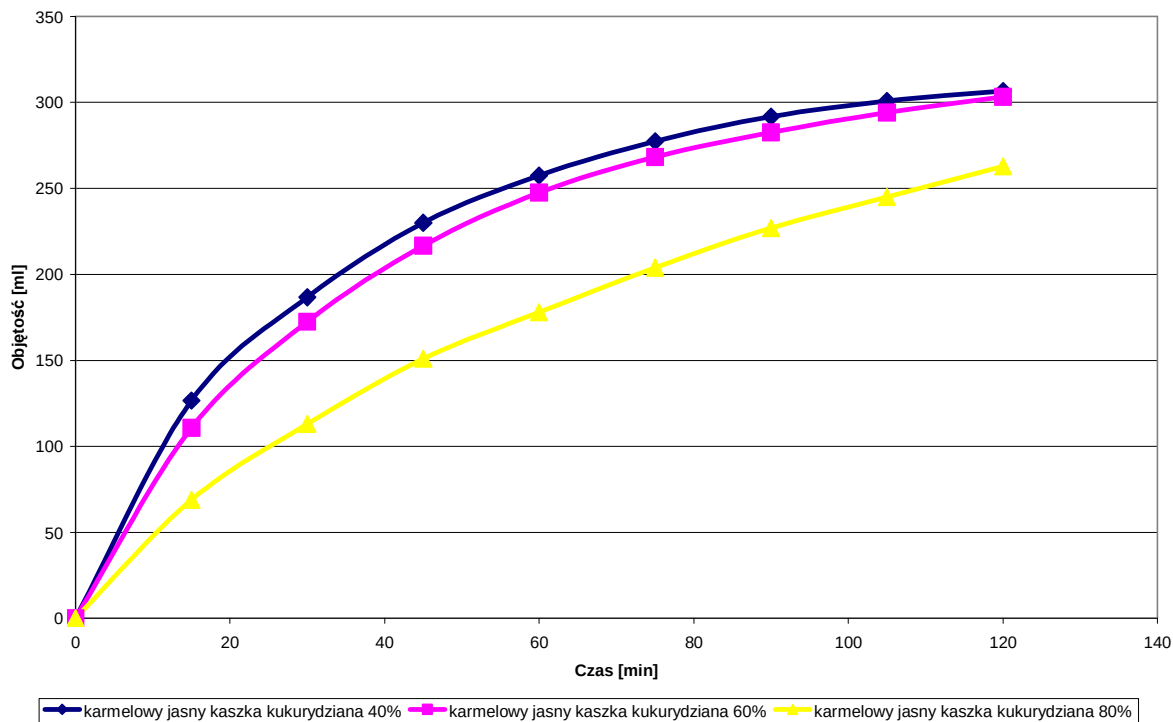
Rysunek 21. Czas spływu brzeczek pozyskanych ze sładu pilznerskiego zacieranego z 40, 60 oraz 80% udziałem kaszki kukurydzianej A.



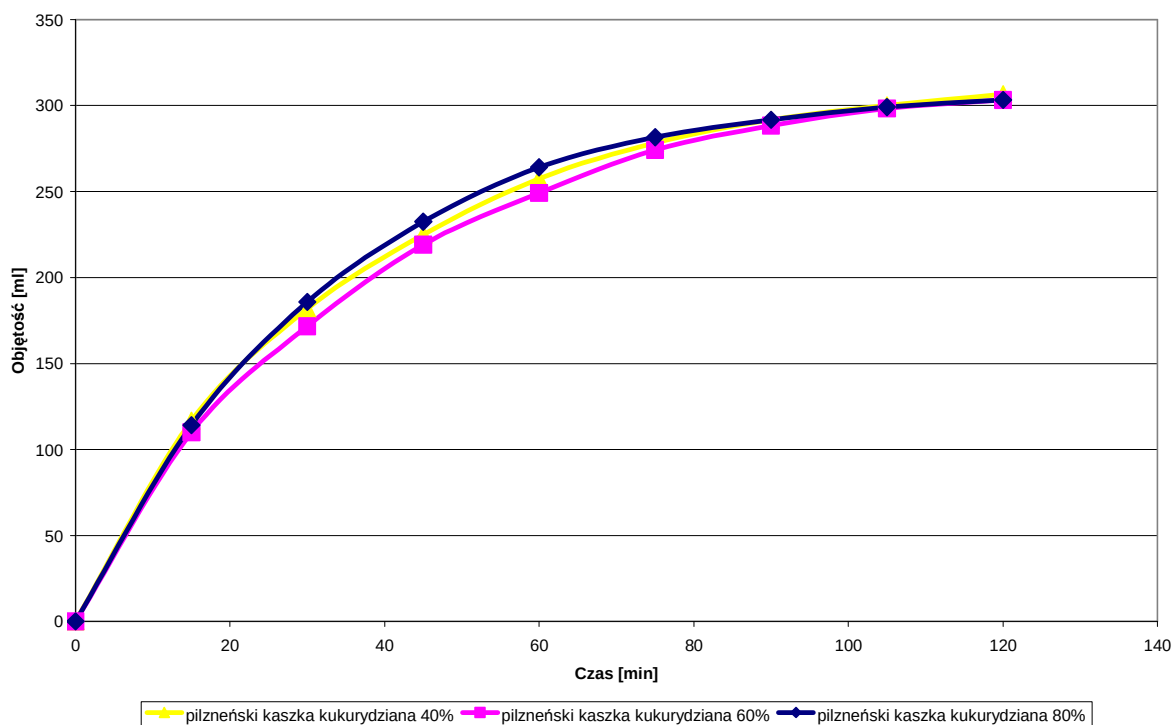
Rysunek 22. Czas spływu brzeczek pozyskanych ze słodu karmelowego jasnego zacieranego z 40, 60 oraz 80% udziałem grysu kukurydzianego A.



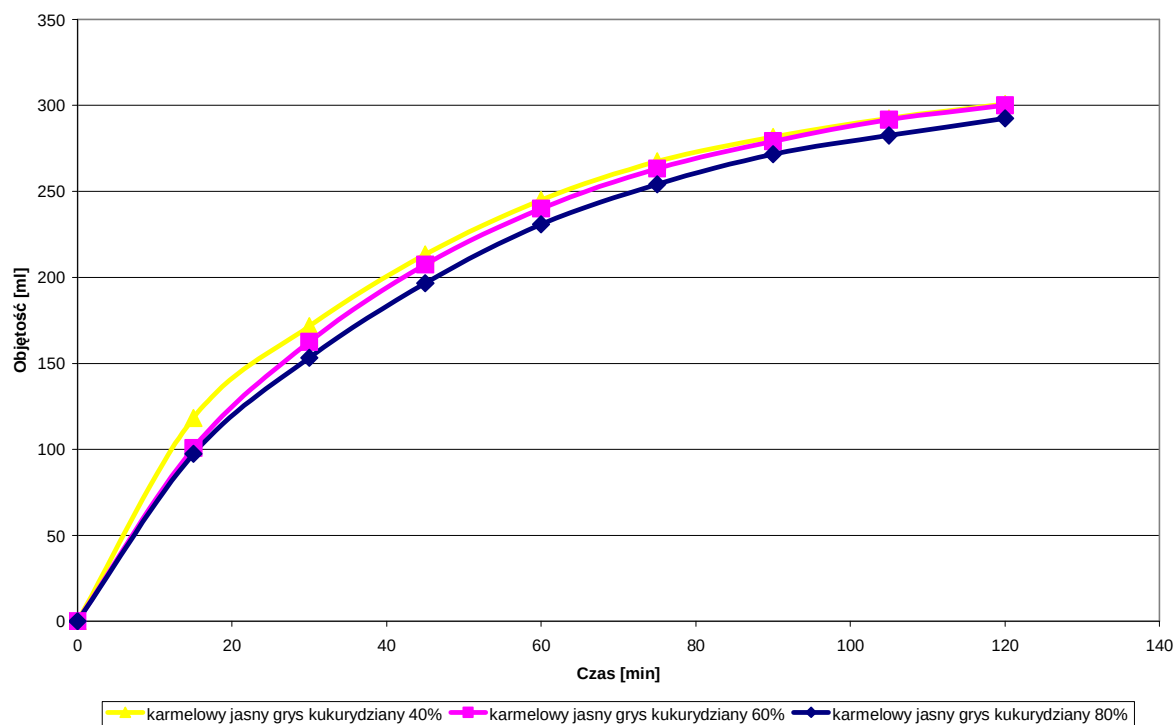
Rysunek 23. Czas spływu brzeczek pozyskanych ze słodu pilzneńskiego zacieranego z 40, 60 oraz 80% udziałem grysu kukurydzianego A.



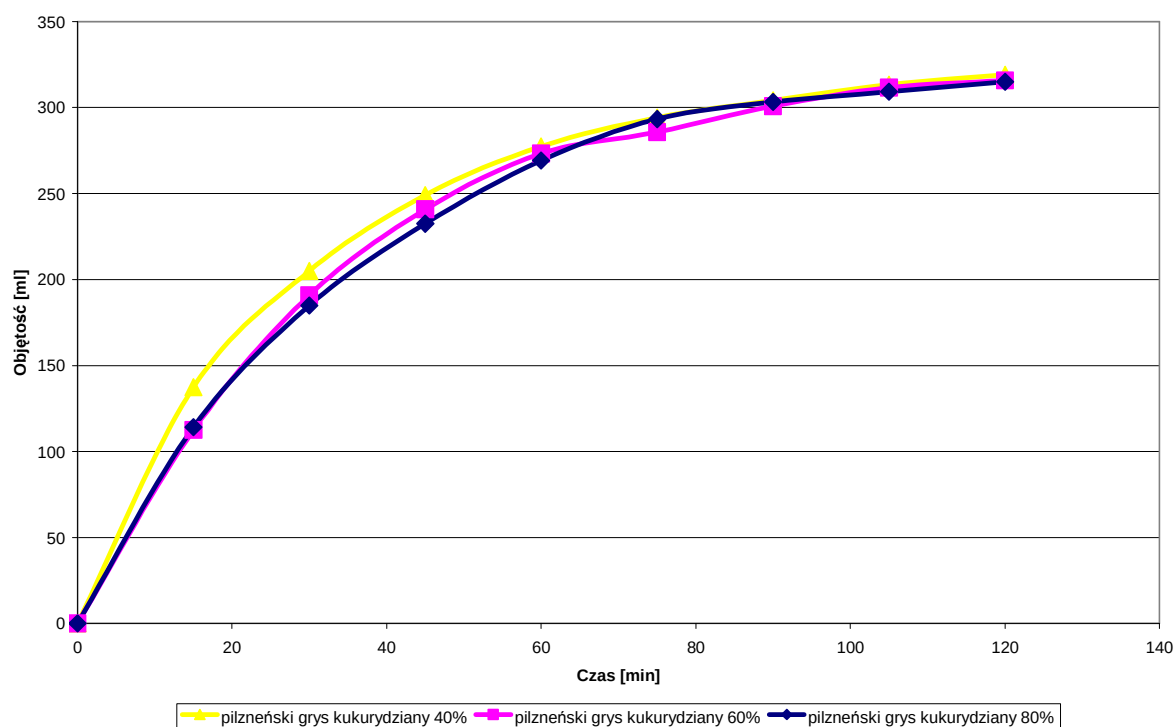
Rysunek 24. Czas spływu brzeczek pozyskanych ze słodu karmelowego jasnego zacieranego z 40, 60 oraz 80% udziałem kaszki kukurydzianej B.



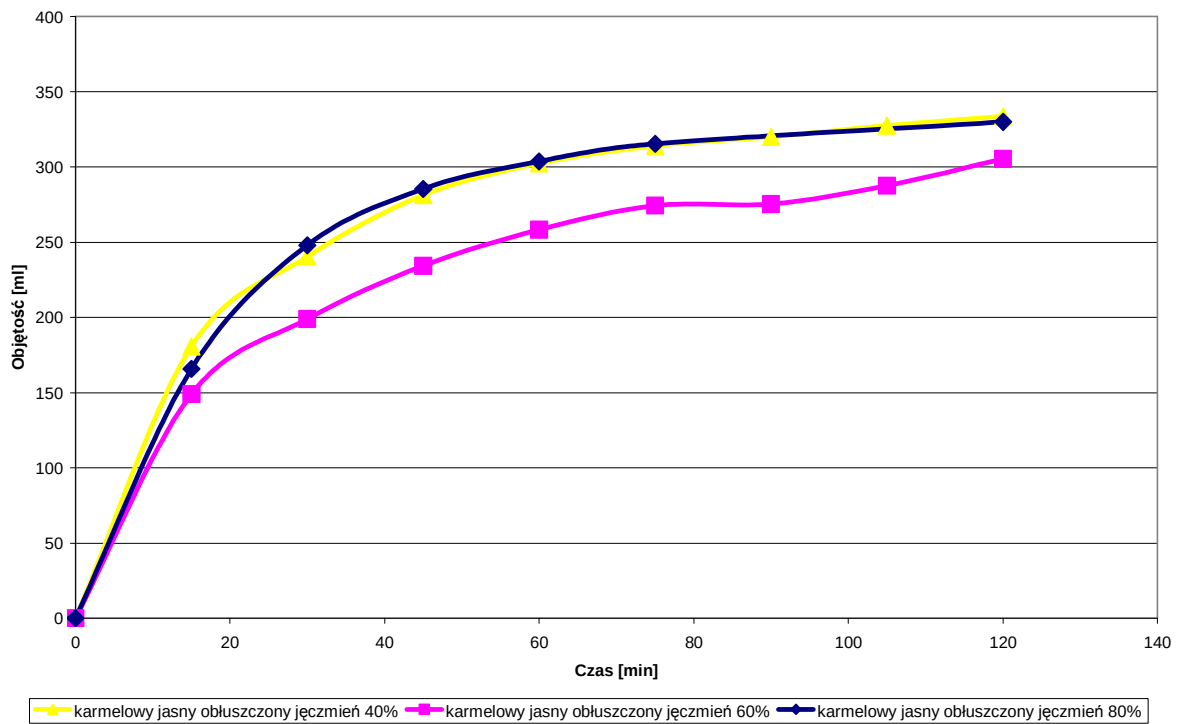
Rysunek 25. Czas spływu brzeczek pozyskanych ze słodu pilznerskiego zacieranego z 40, 60 oraz 80% udziałem kaszki kukurydzianej B.



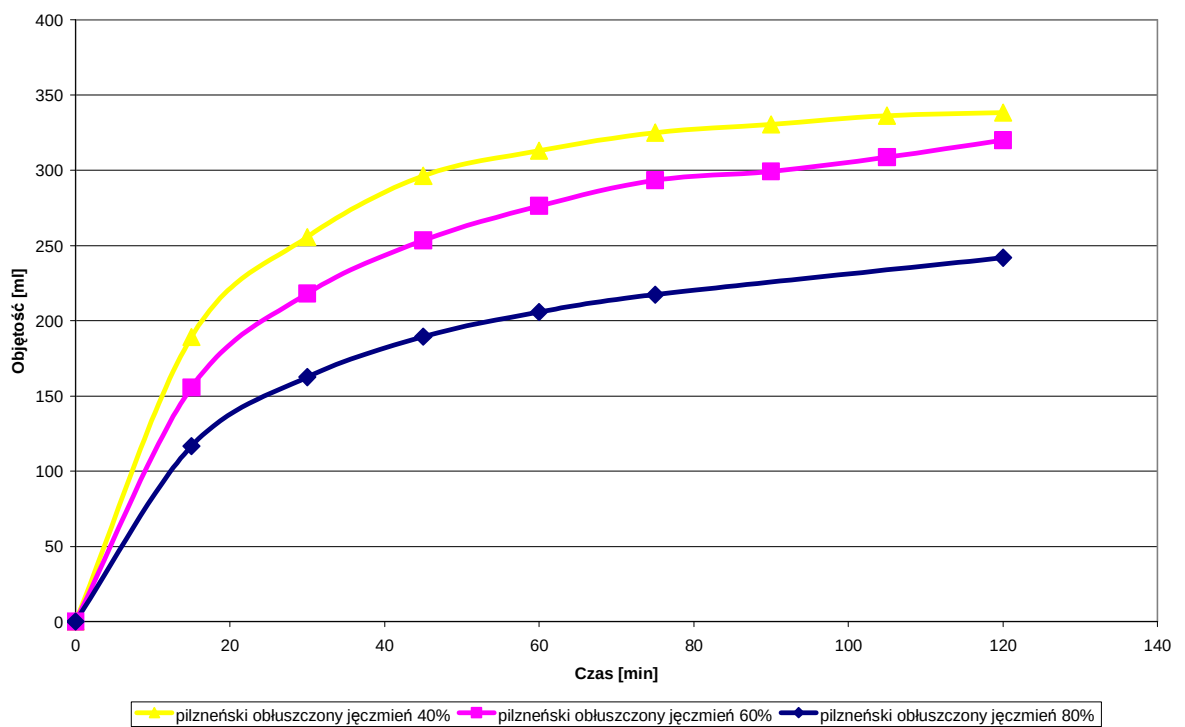
Rysunek 26. Czas spływu brzeczek pozyskanych ze słodu karmelowego jasnego zacieranego z 40, 60 oraz 80% udziałem i grysu kukurydzianego B.



Rysunek 27. Czas spływu brzeczek pozyskanych ze słodu pilzneńskiego zacieranego z 40, 60 oraz 80% udziałem grysu kukurydzianego B.



Rysunek 28. Czas spływu brzeczek pozyskanych ze słodu karmelowego jasnego zacieranego z 40, 60 oraz 80% udziałem obłuszczonego jęczmienia.



Rysunek 29. Czas spływu brzeczek pozyskanych ze słodu pilzneńskiego zacieranego z 40, 60 oraz 80% udziałem obłuszczonego jęczmienia.

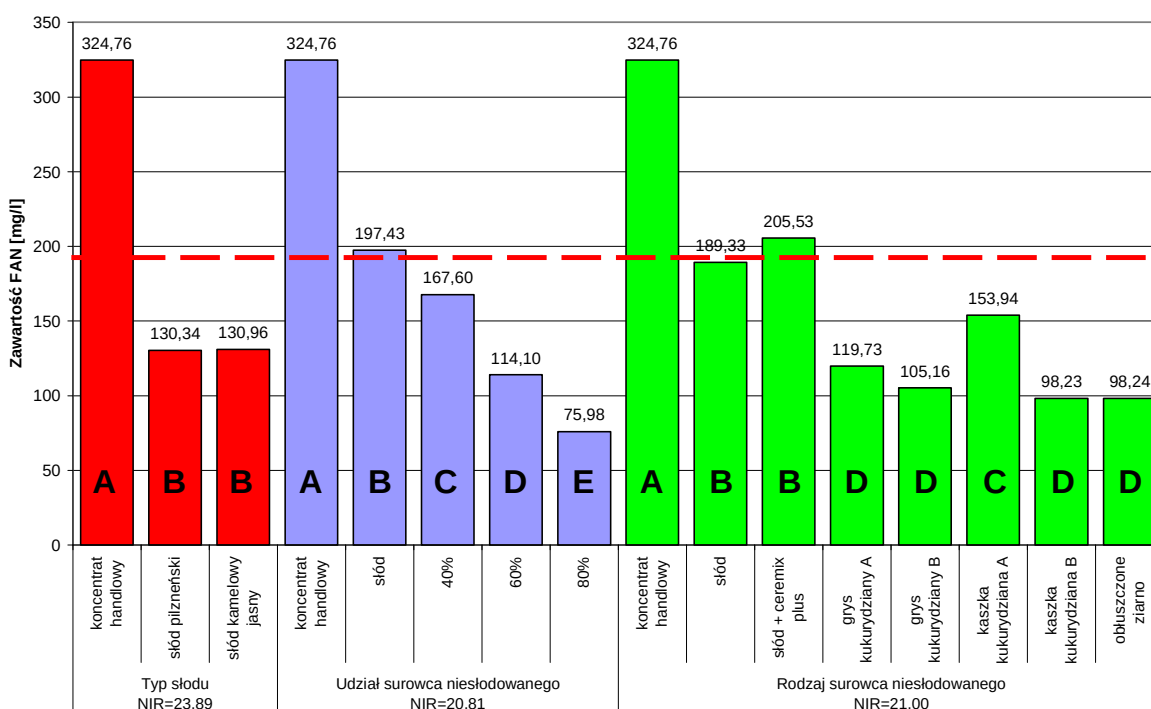
Na rysunkach powyżej [Rysunek 19 - Rysunek 29] przedstawiono zależność między czasem spływu i objętością brzeczek pozyskanych w warunkach laboratoryjnej filtracji brzeczek kongresowych. Warianty różniły się rodzajem stosowanego słodu oraz rodzajem surowca niesłodowanego, który zastępował słód w ilości 40, 60 i 80%. W większości wariantów zacierania 60 minutowy czas filtracji pozwalał na otrzymanie ponad 75% objętości końcowej breczki. Wyjątkami były warianty pozyskane ze słodu karmelowego jasnego, przy 80% udziale kaszki kukurydzianej B [Rysunek 24], gdzie występowało wyraźne pogorszenie filtracji w porównaniu do pozostałych wariantów (również tego samego zestawienia surowców, ale różniących się udziałem surowca niesłodowanego). Wariant ten charakteryzował się dość małymi przyrostami objętości breczki i po 60 minutowej filtracji otrzymywano średnio tylko 178 ml filtratu, co stanowiło ok. 68% objętości końcowej breczki.

Wszystkie warianty pozyskiwania brzeczek laboratoryjnych charakteryzowały się zbliżonym przebiegiem krzywych filtracji. Przy rozpatrywaniu wpływu udziału surowca niesłodowanego należy zauważyć, że w obrębie zestawu surowców (typ słodu i surowca niesłodowanego) nie następowało różnicowanie czasu spływu w zależności od udziału surowca niesłodowanego. Wyjątkiem od powyższej zależności były jedynie wspomniany wyżej wariant otrzymany z 80% kaszki kukurydzianej B [Rysunek 24] i słodu karmelowego jasnego, oraz wariant pozyskany z 60% obłuszczonego ziarna jęczmienia i słodu karmelowego jasnego [Rysunek 28], a także warianty pozyskane ze słodu pilzneńskiego oraz obłuszczonego ziarna jęczmienia [Rysunek 29].

5.4. Zawartość wybranych składników brzeczek

Dalsze oznaczenia wykonywano w brzeczkach o zawartości ekstraktu 12°P. Normalizacja miała na celu umożliwienie bezpośredniego porównania poszczególnych wariantów.

Zawartość wolnego azotu alfa-aminokwasowego (FAN) jest miarą ilości grup aminokwasowych w roztworze. W praktyce piwowarskiej parametr ten pozwala określić czy początkowy wzrost biomasy drożdży będzie dynamiczny i wystarczający do prawidłowego przebiegu fermentacji. Przy pozyskiwaniu koncentratów spożywczych zawartość FAN może być używana jako wskaźnik strawności białek. Za wartość wzorcową uznano średni wynik brzeczek kontrolnych pozyskanych z samego słodu.



Rysunek 30. Wpływ typu słodu, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość wolnego azotu alfa-aminokwasowego (FAN) w brzeczkach 12°P.

Analiza zawartości wolnego azotu alfa-aminokwasowego (FAN) została przeprowadzona w brzeczkach o normalizowanej zawartości ekstraktu (do wartości 12°P) [Rysunek 30]. Rodzaj użytego słodu nie różnicował w sposób statystycznie

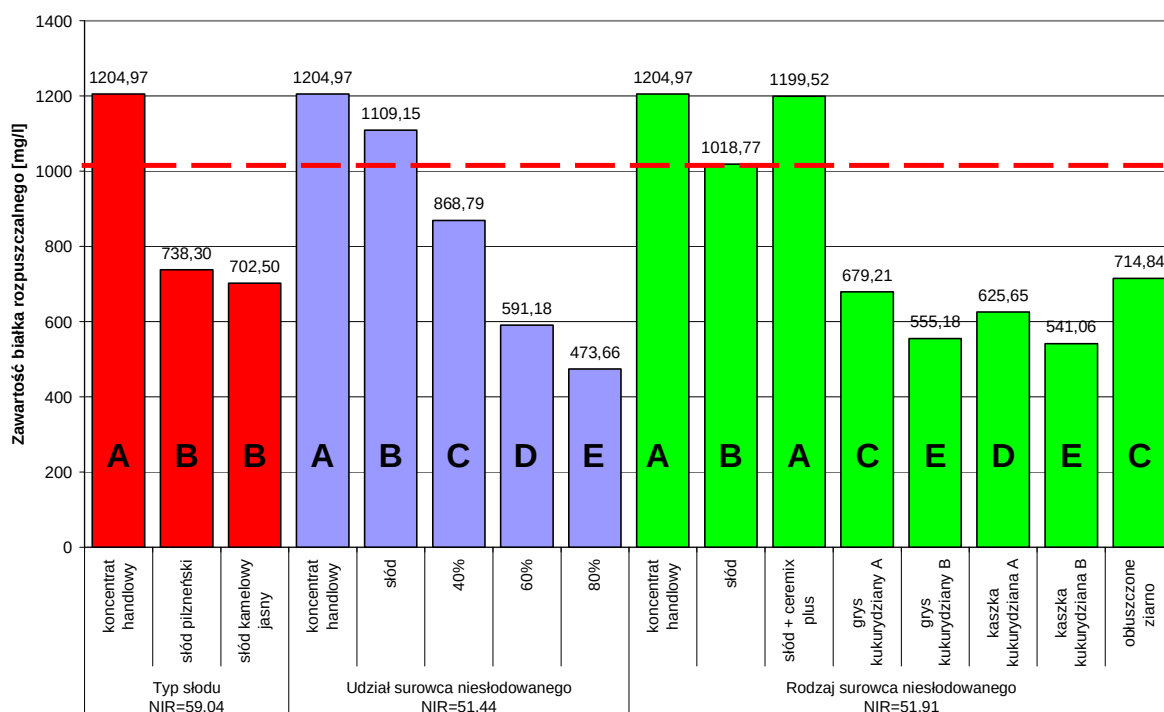
istotny zawartości FAN w otrzymanych brzeczkiach. W wariantach pozyskiwanych z udziałem słoðu pilzneńskiego i karmelowego jasnego otrzymano brzeczki o zbliżonej zawartości FAN (odpowiednio średnio 130,34 i 130,96 mg/l), co jest wartością mniejszą niż założona jako standardowa. Istotnie większymi wartościami charakteryzowały się brzeczki otrzymane z koncentratu handlowego (średnio 324,76 mg/l).

Wraz ze wzrostem udziału surowca niesłodowanego w zasypie następowało statystycznie istotne zmniejszenie zawartości FAN. Największe wartości odnotowano w koncentracie handlowym, znacząco większe od brzeczki pozyskiwanych z samego słoðu (średnio 197,43 mg/l). Użycie surowca niesłodowanego w ilościach 40, 60 i 80% powodowało statystycznie istotne zmniejszanie się zawartości FAN w brzeczkiach (odpowiednio średnio 167,60; 114,1 i 75,98 mg/l). Koncentraty pozyskiwane z udziałem surowca niesłodowanego charakteryzowały się zmniejszoną, poniżej założonej normy, zawartością FAN.

Rodzaj zastosowanego surowca nie różnicował w sposób statystycznie istotny zawartości FAN w brzeczkiach. Największą zawartością FAN charakteryzowały się brzeczki otrzymane z koncentratu handlowego, statystycznie większą niż najbardziej zasobne w FAN brzeczki z wariantów kontrolnych, zarówno otrzymanych bez, jak i z użyciem preparatu enzymatycznego Ceremix Plus, należących do jednej grupy statystycznie jednorodnej (odpowiednio średnio 189,33 i 205,53 mg/l). Kolejną grupę statystycznie jednorodną stanowią brzeczki pozyskane z udziałem kaszki kukurydzianej A (średnio 153,94 mg/l). Najmniejszymi zawartościami FAN w brzeczkiach 12°P charakteryzowały się wyciągi pozyskane przy użyciu grysu kukurydzianego A i B, kaszki kukurydzianej B, oraz obłuszczonego ziarna jęczmienia (odpowiednio średnio 119,73; 105,16; 98,23 i 98,24 mg/l). Niezależnie od rodzaju użytego w czasie zacierania surowca niesłodowanego otrzymane brzeczki charakteryzowały się zasobnością w FAN mniejszą od założonego normatywu.

Średnia zawartość substancji białkowych w brzeczkiach piwowskich wynosi 972 mg/l brzeczki o średnim ekstrakcie 10,6% [Kunze, 1999]. Po przeliczeniu na

brzeczke 12°P wynosi to 1153 mg/l, jednak za wartość normatywną uznano średni wynik dla brzeczek pozyskanych w wariantach kontrolnych z samego słod.



Rysunek 31. Wpływ typu słod, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość białka rozpuszczalnego w brzeczках 12°P.

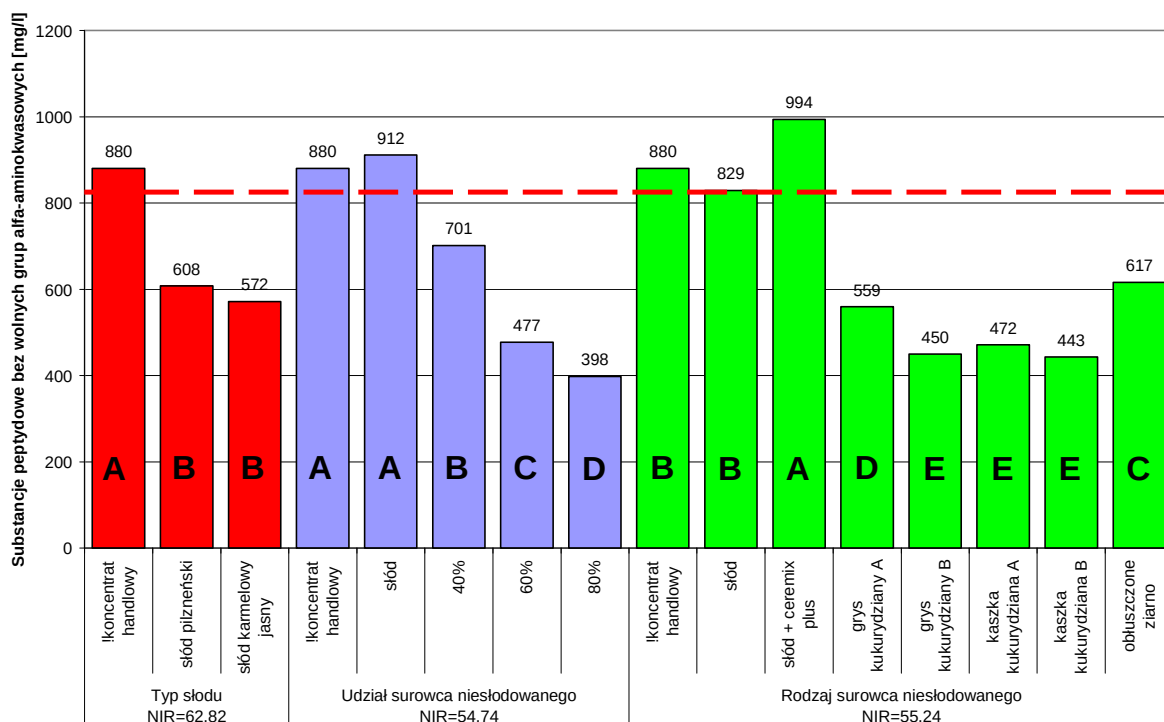
Typ zastosowanego słod nie różnicował w sposób statystycznie istotny zawartości białka rozpuszczalnego w brzeczках 12°P, otrzymanych przez rozpuszczenie koncentratu w wodzie destylowanej [Rysunek 31]. Brzeczki wyprodukowane z użyciem słod pilznerskiego charakteryzowały się większą zawartością białka rozpuszczalnego (średnio 738,31 mg/l) od brzeczek otrzymanych po zastosowaniu słod karmelowego jasnego (średnio 702,50 mg/l). Istotnie większą zawartość białka rozpuszczalnego oznaczono w próbie kontrolnej w postaci koncentratu handlowego (średnio 1204,97 mg/l). Średnie zawartości białka rozpuszczalnego w koncentratkach laboratoryjnych były, w przypadku obu słodów, znacząco mniejsze niż założona norma.

Zwiększanie udziału surowca niesłodowanego w zasypie powodowało zubożanie otrzymanych brzeczek w białko rozpuszczalne poniżej założonej normy. Największe zawartości odnotowano dla handlowego koncentratu słodowego. Brzeczki

wyprodukowane z samego słoðu (średnio 1109,15 mg/l) stanowiły kolejną grupę statystycznie jednorodną. Istotnie niższe zawartości odnotowano w brzeczkach pozyskanych z 40% udziałem surowca niesłodowanego (średnio 868,79 mg/l). Najmniejsze zawartości białka rozpuszczalnego oznaczono w brzeczkach wyprodukowanych z 60 i 80% udziałem surowca niesłodowanego (odpowiednio średnio 591,18 i 473,66 mg/l).

Rodzaj użytego surowca niesłodowanego nie różnicował w sposób istotny zawartości białka rozpuszczalnego. Najwyższe zawartości białka rozpuszczalnego odnotowano w próbach koncentratu handlowego. Kolejne grupy stanowiły próby pozyskane z samego słoðu zacieranego z preparatem enzymatycznym Ceremix Plus (średnio 1199,52 mg/l) i breczki pozyskane z samego słoðu, bez dodatku preparatu enzymatycznego (średnio 1018,77 mg/l). Niezależnie od rodzaju zastosowanego surowca niesłodowanego breczki pozyskane z udziałem: grysu kukurydzianego A i B, kaszki kukurydzianej A i B oraz obłuszczonego ziarna jęczmienia, charakteryzowały się statystycznie najmniejszymi zawartościami białka rozpuszczalnego (odpowiednio średnio 679,21; 555,18; 625,65; 541,06 oraz 714,84 mg/l), co jest wartościami niższymi od założonej normy.

Spektrofotometryczna metoda oznaczenia białka rozpuszczalnego wykrywa wszystkie substancje zawierające wiązanie peptydowe. Różnica pomiędzy zawartością białka rozpuszczalnego, a ilością substancji o wolnych grupach alfa-aminokwasowych może więc być traktowana jako ilość substancji o charakterze polipeptydowym [Abernathy i in., 2009]. Za wartość normatywną uznano wartość średnią dla wariantów kontrolnych pozyskanych z samego słoðu.



Rysunek 32. Wpływ typu siodu, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość substancji polipeptydowych w brzeczkach 12°P.

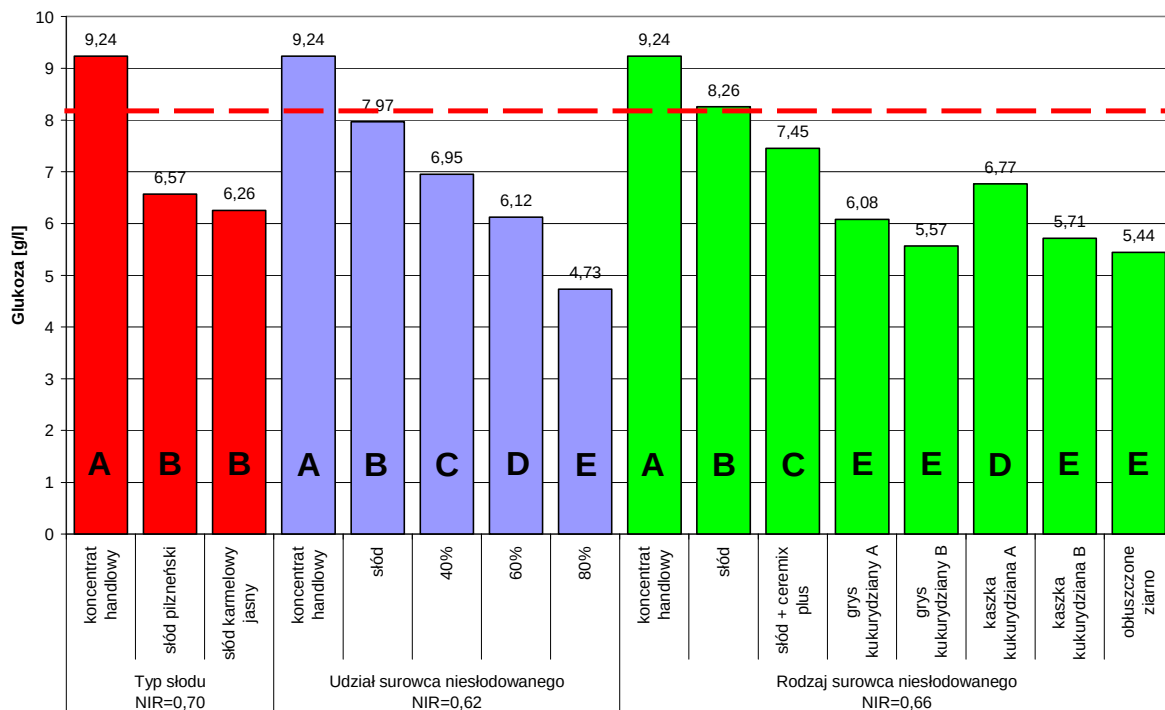
Typ zastosowanego siodu nie zróżnicował w sposób statystycznie istotny zawartości substancji polipeptydowych w brzeczkach 12°P, otrzymanych przez rozpuszczenie koncentratu [Rysunek 32]. Brzeczki wyprodukowane z użyciem siodu pilzneńskiego charakteryzowały się nieznacznie większą zawartością substancji polipeptydowych (średnio 608 mg/l) niż brzeczki otrzymane ze siodu karmelowego jasnego (średnio 572 mg/l). Istotnie większą zawartość substancji polipeptydowych odnotowano dla próby kontrolnej w postaci preparatu handlowego (średnio 880 mg/l). Średnie zawartości białka rozpuszczalnego w koncentratkach laboratoryjnych były, w przypadku obu siodów, znacząco mniejsze niż założona norma.

Zwiększanie udziału surowca niesłodowanego w zasypie powodowało zubożanie otrzymanych brzeczek w białko rozpuszczalne poniżej założonej normy. Największe zawartości odnotowano w brzeczkach wyprodukowanych z samego siodu (średnio 912 mg/l), oraz dla handlowego koncentratu siodowego. Istotnie mniejsze zawartości odnotowano w brzeczkach pozyskanych z 40% udziałem surowca niesłodowanego (średnio 701 mg/l). Kolejną grupę statystycznie jednorodną stanowiły brzeczki pozyskane z 60% udziałem surowca niesłodowanego w zasypie (średnio

477 mg/l]. Najmniejsze zawartości substancji polipeptydowych oznaczono w brzeczkach wyprodukowanych z 80% udziałem surowca niesłodowanego (średnio 398 mg/l).

Rodzaj użytego surowca niesłodowanego różnicował w sposób istotny zawartości substancji polipeptydowych. Największe zawartości substancji polipeptydowych odnotowano w próbach otrzymanych z samego słodu zacieranego z preparatem enzymatycznym Ceremix Plus (średnio 994 mg/l). Kolejną grupę stanowiły handlowy koncentrat słodowy (średnio 880 mg/l) i brzeczki pozyskane z samego słodu, bez dodatku preparatu enzymatycznego (średnio 829 mg/l). Kolejne grupy statystycznie jednorodne stanowiły brzeczki pozyskane przy użyciu obłuszczonego ziarna jęczmienia (średnio 617 mg/l), oraz brzeczki pozyskane z udziałem grysu kukurydzianego A (średnio 559 mg/l). Statystycznie najmniejsze zawartości substancji polipeptydowych odnotowano dla brzeczek pozyskanych z użyciem grysu kukurydzianego B, oraz kaszki kukurydzianej A i B (odpowiednio średnio 450; 472; 443). Brzeczki pozyskiwane z użyciem surowców niesłodowanych były mniej zasobne w substancje polipeptydowe od założonej normy.

Koncentraty poddano również ocenie pod względem zawartości produktów hydrolizy enzymatycznej węglowodanów. Zastosowano metodę HPLC, po uprzednim rozpuszczeniu koncentratów w wodzie do brzeczek 12°P. Jako wartość standardową przyjęto wartości średnie w kontrolach pozyskanych z samego słodu.



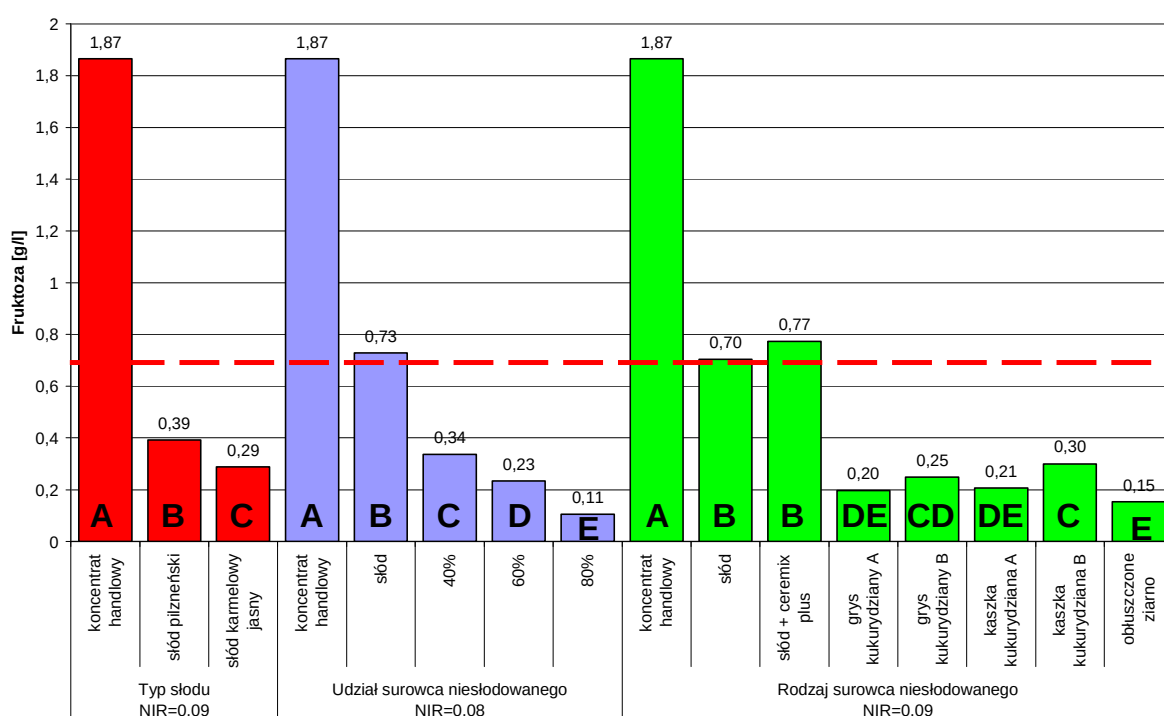
Rysunek 33. Wpływ typu siodu, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość glukozy w brzeczkiach 12°P.

Typ zastosowanego siodu nie różnicował w sposób statystycznie istotny zawartości glukozy w brzeczkiach 12°P [Rysunek 33]. Zastosowane w tej pracy siody: pilzneński i karmelowy jasny pozwalały na otrzymanie koncentratów o mniejszej średniej zawartości glukozy (siod pilzneński średnio 6,57 g/l, siod karmelowy jasny średnio 6,26 g/l) niż odnotowane dla koncentratu handlowego, zawierającego średnio 9,24 g glukozy/litr 12°P brzeczki.

Użycie surowca niesłodowanego powodowało zmniejszenie zawartości glukozy w otrzymanych brzeczkiach. Największe zawartości glukozy odnotowano w brzeczkiach uzyskanych z koncentratu handlowego. Kolejne grupy statystycznie jednorodne stanowiły brzeczki wyprodukowane z koncentratu otrzymanego z samego siodu (średnio 7,97 g/l), a następnie z zastosowaniem surowców niesłodowanych w zasypie (kolejno 40% - średnio 6,95 g/l, 60% - średnio 6,12 g/l, 80% - średnio 4,73 g/l). Najmniejsze wartości odnotowano w brzeczkiach z koncentratów otrzymanych z 80% udziałem surowca niesłodowanego w zasypie.

Rodzaj użytego surowca niesłodowanego nie różnicował w sposób statystycznie istotny zawartości glukozy w 12 % roztworze koncentratu. Największe

wyniki odnotowano dla handlowego koncentratu. Kolejne grupy statystycznie jednorodne stanowiły brzeczki wyprodukowane z samego słod (średnio 8,26 g/l), słod zacieranego z preparatem enzymatycznym Ceremix Plus (średnio 7,45 g/l), oraz kaszki kukurydzianej A (średnio 6,77 g/l). Najmniejsze wartości wystąpiły w brzeczkach otrzymanych z udziałem grysu kukurydzianego A i B, kaszki kukurydzianej B i obłuszczonego jęczmienia (odpowiednio średnio 6,08; 5,57; 5,71 i 5,44 g/l).

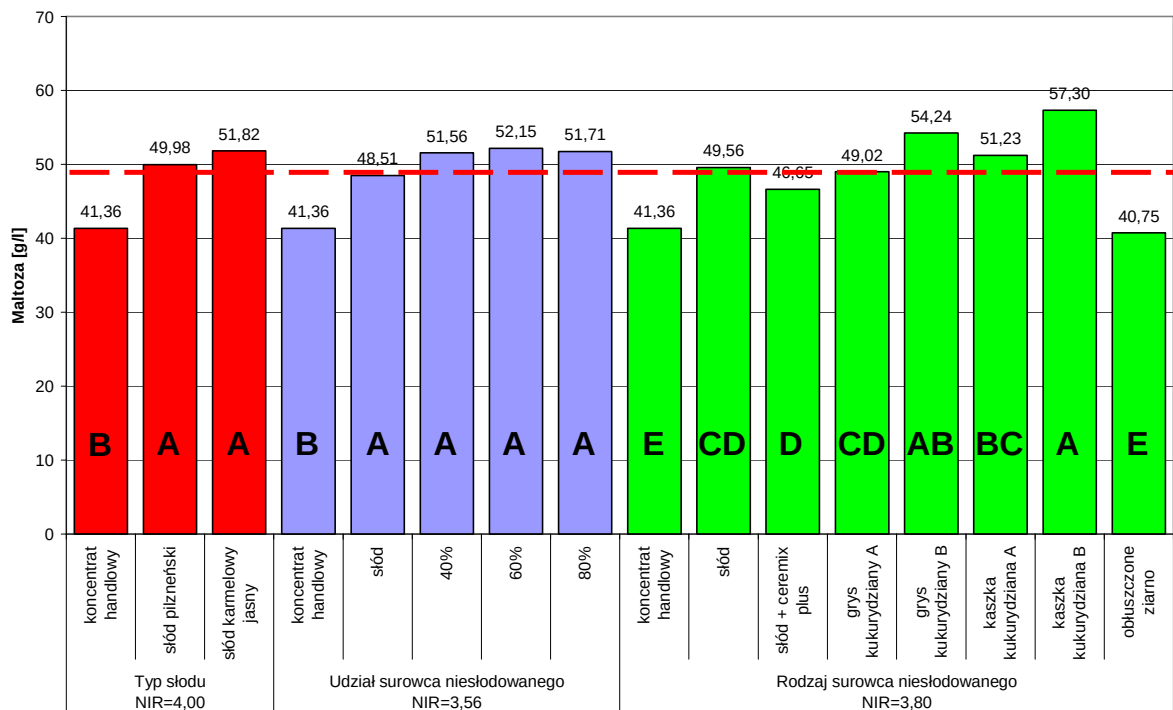


Rysunek 34. Wpływ typu siodu, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość fruktozy w brzeczkiach 12°P.

Rodzaj zastosowanego typu siodu różnicował w sposób statystycznie istotny zawartość fruktozy w badanych roztworach koncentratów siodowych [Rysunek 34]. Koncentraty wytworzone z użyciem siodu pilzneńskiego charakteryzowały się większą zawartością fruktozy (średnio 0,39 g/l 12°P brzeczki), niż koncentraty otrzymane z siodu karmelowego jasnego (średnio 0,29 g/l). Największe wyniki odnotowano w próbach z koncentratu handlowego (średnio 1,87 g/l).

Zastąpienie części słoðu surowcem niesłodowanym powodowało znaczące zmniejszenie zawartości fruktozy w otrzymanych koncentratách. W brzeczkach wyprodukowanych z samego słoðu, średnia zawartość fruktozy wynosiła 0,73 g/l. Wraz z zastępowaniem 40, 60 i 80% słoðu surowcem niesłodowanym następowały istotne zmniejszanie zawartości fruktozy w otrzymanych produktach (odpowiednio średnio 0,34; 0,23 i 0,11 g/l). Największe wartości odnotowano dla koncentratu handlowego.

Rodzaj surowca niesłodowanego w sposób mało istotny kształtował zawartość fruktozy w brzeczkach z rozpuszczonych koncentratów. Największą zawartość fruktozy oznaczono w brzeczkach z koncentratu handlowego oraz w brzeczkach otrzymanych z słoðu, zarówno bez jak i po użyciu preparatu Ceremix Plus (odpowiednio średnio 0,70 i 0,77 g/l). Kolejną grupę stanowiły breczki otrzymane z użyciem kaszki kukurydzianej B i grysu kukurydzianego B (kolejno średnio 0,30 i 0,25 g/l). Gryś B zaliczony został również do kolejnej grupy statystycznie jednorodnej, do której przyporządkowano również breczki pozyskane z użyciem grysu kukurydzianego A i kaszek kukurydzianych A (odpowiednio średnio 0,20 i 0,21 g/l). Surowiec niesłodowany od dostawcy A wykazywał następstwa powodujące niedobory fruktozy w brzeczkach podobnie jak użycie obłuszczonego ziarna (średnio 0,15 g fruktozy/litr 12°P brzeczek).



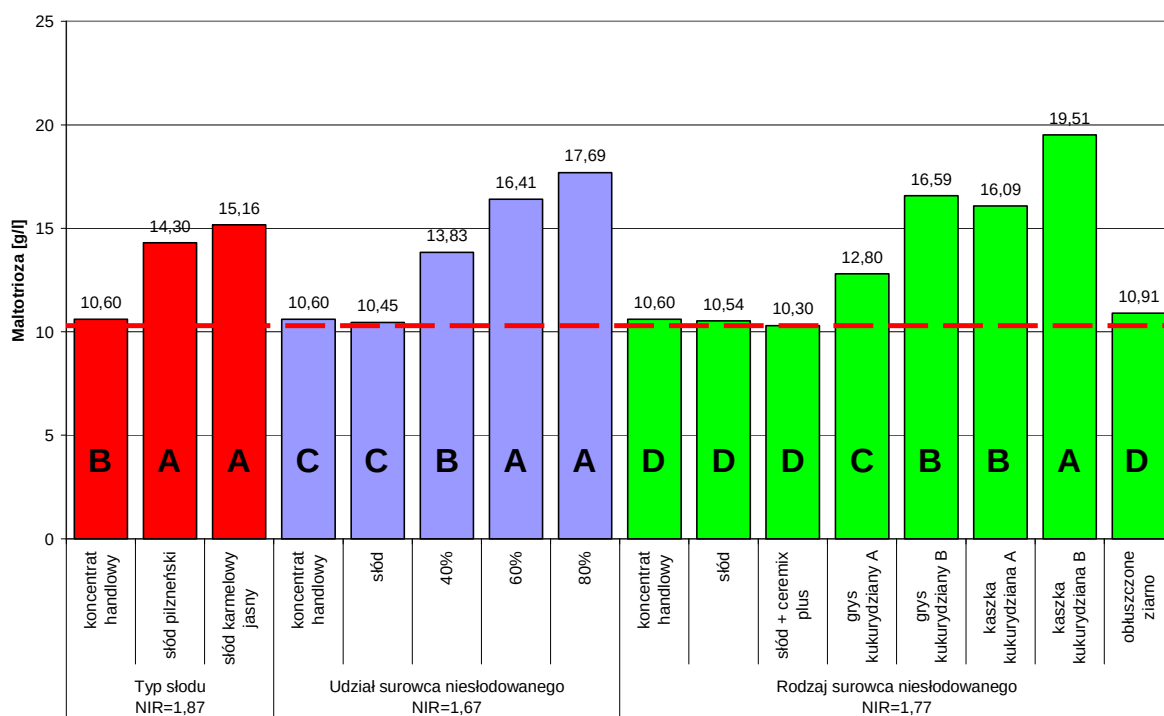
Rysunek 35. Wpływ typu słoðu, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość maltozy w brzeczках 12°P.

Typ słoðu zastosowanego do produkcji koncentratu nie różnicował zawartości maltozy w otrzymanym produkcie [Rysunek 35]. Zarówno słód pilzneński, jak i karmelowy jasny pozwoliły otrzymać koncentraty o zawartości maltozy w 12°P brzeczках wynoszącej (odpowiednio średnio 49,98 i 51,82 g/l) czyli większe niż w brzeczках z koncentratu handlowego (średnio 41,36 g/l).

Zastąpienie 40, 60 i 80% zasypu surowcem niesłodowanym nie powodowało istotnego wzrostu zawartości maltozy w porównaniu do prób pozyskanych z samego słoðu. Brzeczki pozyskane z samego słoðu zawierały średnio 48,51 g maltozy/litr 12°P brzeczki. Koncentraty otrzymane przy zastąpieniu 40, 60 i 80% zasypu surowcem niesłodowanym posiadały podobną zawartość maltozy w brzeczках (kolejno 51,56; 52,15 i 51,71 g/l), co stanowiło ilości znacząco większe niż oznaczone w brzeczках z koncentratu handlowego (średnio 41,36 g/l).

Rodzaj zastosowanego surowca różnicował zawartość maltozy w koncentratach słoðowych. Największą zawartość odnotowano w brzeczках wyprodukowanych z udziałem kaszki kukurydzianej B (średnio 57,30 g/l) i grysu kukurydzianego B (średnio 54,24 g/l). Zawartość statystycznie zbliżoną do brzeczek z grysem

kukurydzianym B charakteryzowały się również wyciągi wyprodukowane z udziałem kaszki kukurydzianej A (średnio 51,23 g/l), która jednocześnie charakteryzowała się zawartością maltozy zbliżoną do kolejnej grupy. Kolejną grupę stanowią brzezki otrzymane z samego słodu i gysu kukurydzianego A (odpowiednio średnio 49,56 i 49,02 g/l). Te zawartości są jednocześnie zbliżone do kolejnej grupy statystycznie jednorodnej, do której zaliczono brzezki pozyskane z samego słodu otrzymane z dodatkiem preparatu enzymatycznego (średnio 46,65 g/l). Najmniejsze wyniki odnotowano w przypadku brzeczek z koncentratu handlowego i wyciągów pozyskanych z użyciem obłuszczonego ziarna (odpowiednio średnio 41,36 i 40,75 g/l).



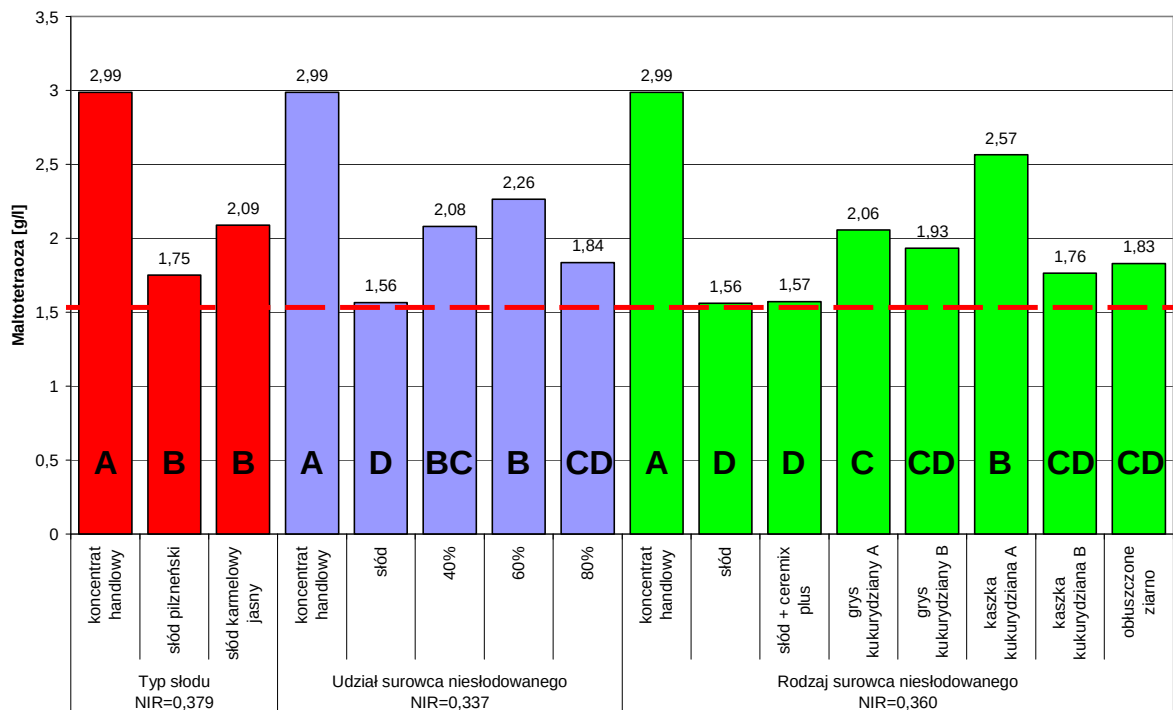
Rysunek 36. Wpływ typu słodu, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość maltotriozy w brzeczkach 12°P.

Typ użytego słodu nie różnicował w sposób statystycznie istotny zawartości maltotriozy w otrzymanych koncentratyach [Rysunek 36]. Największe zawartości maltotriozy oznaczono w brzeczkach wyprodukowanych z użyciem słodu karmelowego jasnego (średnio 15,16 g/l), oraz w tej samej grupie statystycznie jednorodnej, w brzeczkach pozyskanych z użyciem słodu pilzneńskiego (średnio

14,3 g/l). Najniższe wyniki zawartości maltotriozy odnotowano w brzeczkach z koncentratu handlowego (średnio 10,6 g/l).

Zastąpienie 40% słoðu surowcem niesłodowanym powodowało statystycznie istotne zwiększenie zawartości maltotriozy w brzeczkach z otrzymanych koncentratów (średnio 13,83 g/l) w porównaniu do brzeczek otrzymanych z samego słoðu (średnio 10,45 g/l). Dalsze zwiększanie udziału surowca niesłodowanego, do 60 i 80%, powoduje przyrost zawartości maltotriozy w otrzymanym produkcie (odpowiednio średnio 16,41 i 17,69 g/l). Najmniejsze wyniki odnotowano dla brzeczek z koncentratu handlowego i brzeczek pozyskanych z samego słoðu (kolejno średnio 10,6 i 10,45 g/l).

Rodzaj surowca niesłodowanego różnicował zawartość maltotriozy w brzeczkach. Największe wartości odnotowano w brzeczkach z udziałem kaszki kukurydzianej B (średnio 19,51 g/l). Kolejną grupę stanowiły brzeczeki pozyskane z użyciem grysu kukurydzianego B (średnio 16,59 g/l) i kaszki kukurydzianej A (średnio 16,09 g/l). Istotnie większe zawartości maltotriozy, w porównaniu do wariantów kontrolnych, zaobserwowano również w brzeczkach pozyskanych z użyciem grysu kukurydzianego A (średnio 12,8 g/l). Pozostałe warianty, czyli brzeczeki z koncentratu handlowego, z samego słoðu (zarówno nie wspomagane, jak i wspomagane preparatem enzymatycznym), oraz wyprodukowane z użyciem obłuszczonego jęczmienia charakteryzowały się najmniejszymi zawartościami maltotriozy (odpowiednio średnio 10,60; 10,54; 10,3 i 10,91 g/l).



Rysunek 37. Wpływ typu słodu, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość maltotetraozy w brzeczkach 12°C.

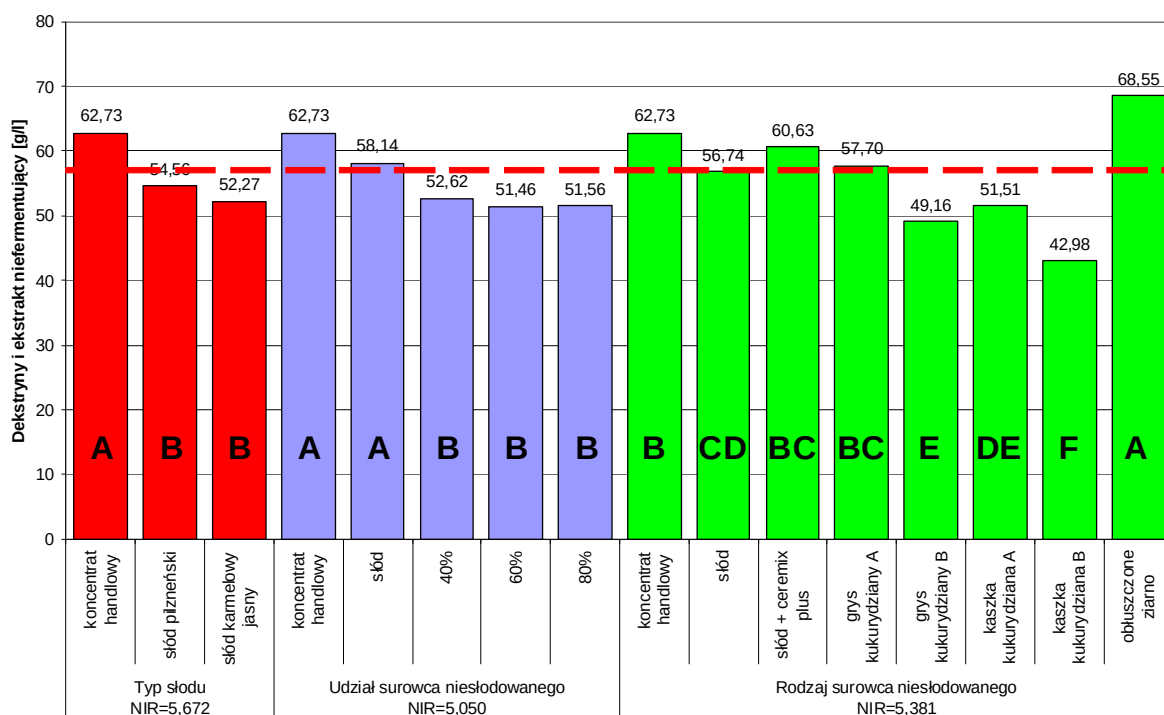
Typ użytego słodu nie różnicował istotnie stężenia maltotetraozy w roztworach koncentratów [Rysunek 37]. Największą zawartością maltotetraozy charakteryzowały się roztwory koncentratu handlowego (średnio 2,99 g/l). Koncentraty wyprodukowane z słodu pilznieńskiego, oraz karmelowego jasnego zawierały statystycznie istotnie mniejsze zawartości maltotetraozy w 12°C brzeczkach (odpowiednio średnio 1,75 i 2,09 g/l).

Zmiana udziału surowca niesłodowanego wpływała w sposób istotny na zawartość maltotetraozy. Największe wartości oznaczono w 12°C brzeczkach z koncentratu handlowego. Zastąpienie 40 i 60% słodu surowcem niesłodowanym przekładało się na istotny wzrost zawartości maltotetraozy (odpowiednio średnio 2,08 i 2,26 g/l) w porównaniu do brzeczek pozyskanych z samego słodu (średnio 1,56 g/l). Nieznacznie wyższe, choć nie zaliczone do tej samej grupy zawartości maltotetraozy oznaczono również w brzeczkach z 80% udziałem surowca niesłodowanego w zasypie (średnio 1,84 g/l).

Rodzaj surowca niesłodowanego nie różnicował zasadniczo zawartości maltotetraozy. Największe zawartości oznaczono w brzeczkach z koncentratu

handlowego. Brzeczki wyprodukowane z użyciem kaszki kukurydzianej A (średnio 2,57 g/l) charakteryzowały się istotnie mniejszą zawartością maltotetraozy. Pozostałe wyciągi otrzymane z użyciem surowców niesłodowanych, czyli wyprodukowane z udziałem grysów kukurydzianych A i B (odpowiednio średnio 2,06 i 1,93), kaszki kukurydzianej B (średnio 1,76 g/l), oraz obłuszczonego jęczmienia (średnio 1,83 g/l), zawierały jeszcze mniejsze ilości maltotetraozy. Najmniejsze wartości odnotowano w przypadku brzeczek pozyskanych z samych słodów, zarówno w wariacie z samym słodem (średnio 1,56 g/l), jak i wspomaganym preparatem enzymatycznym (średnio 1,57 g/l), co jest wartościami zbliżonymi do produktów otrzymanych z użyciem kaszki i grysu kukurydzianego B, oraz obłuszczonego ziarna jęczmienia.

Zawartość substancji niefermentujących i innych substancji budujących ekstrakt została wyliczona jako różnica pomiędzy zawartością ekstraktu w brzeczce 12°P, a ilością oznaczonych cukrów fermentujących. Oznaczona wcześniej maltotetroza została więc również włączona w zawartość substancji niefermentujących. Wykresy przedstawiają sumę substancji nie podlegających fermentacji, na które składają się za Kunzem [1999] dekstryny, białko, substancje gumowate, pentozy, substancje mineralne i inne. Dekstryny stanowią w brzeczkach znaczącą większość, kształtując „sytość” odczuwanego smaku [Nogueira i in.; 2005]. Mimo że nie podlegają fermentacji przez drożdże są trawione przez człowieka.



Rysunek 38. Wpływ typu słodu, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość dekstryn i ekstraktu niefermentującego w brzeczkach 12°P.

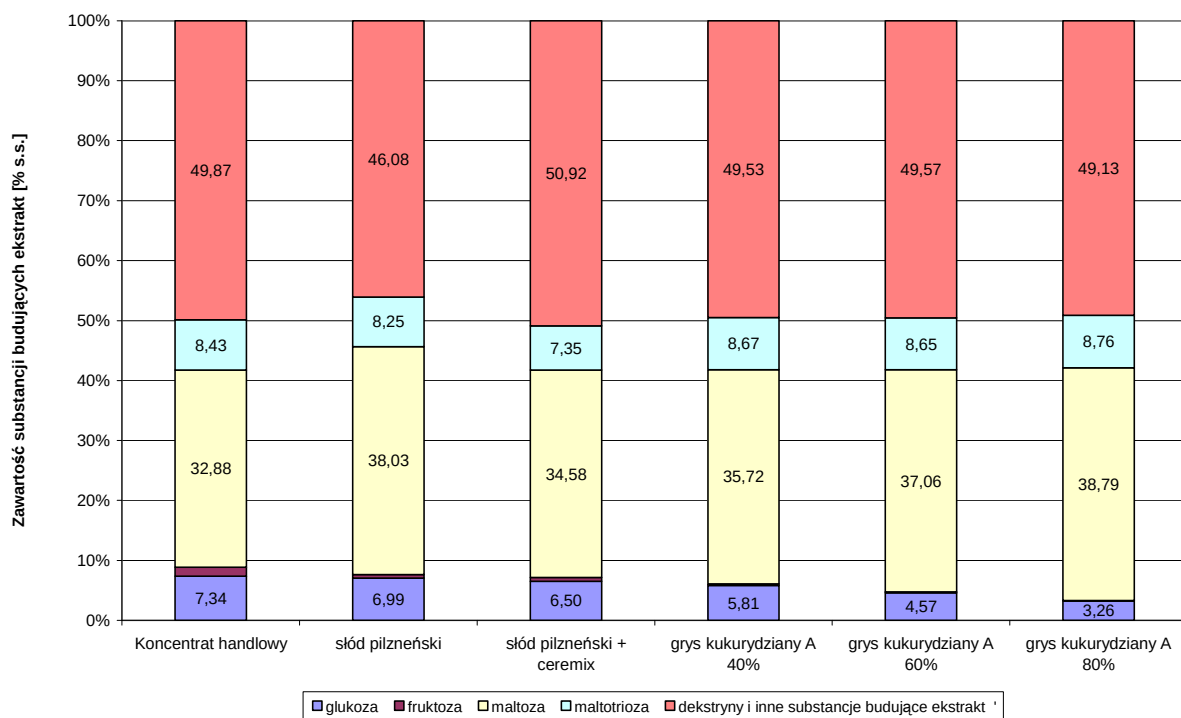
Typ użytego słodu nie różnicował istotnie stężenia substancji niefermentujących w roztworach koncentratów [Rysunek 38]. Największą zawartością substancji niefermentujących charakteryzowały się roztwory koncentratu handlowego (średnio 62,73 g/l). Koncentraty wyprodukowane z słodu pilzneńskiego, oraz karmelowego jasnego zawierały statystycznie istotnie mniejsze zawartości substancji niefermentujących w 12°P brzeczkach (odpowiednio średnio 54,56 i 52,27 g/l).

Udział surowca niesłodowanego w zasypie większy niż 40% wpływał w sposób istotny na zawartość substancji niefermentujących. Największe wartości oznaczono w 12°P brzeczkach z koncentratu handlowego i brzeczkach kontrolnych (średnio 58,14 g/l). Zastąpienie słodu surowcem niesłodowanym przekładało się na istotny spadek zawartości substancji niefermentujących (przy 40, 60 i 80% substytucji słodu odpowiednio średnio 52,62; 51,46 i 51,56 g/l) w porównaniu do brzeczek pozyskanych z samego słodu.

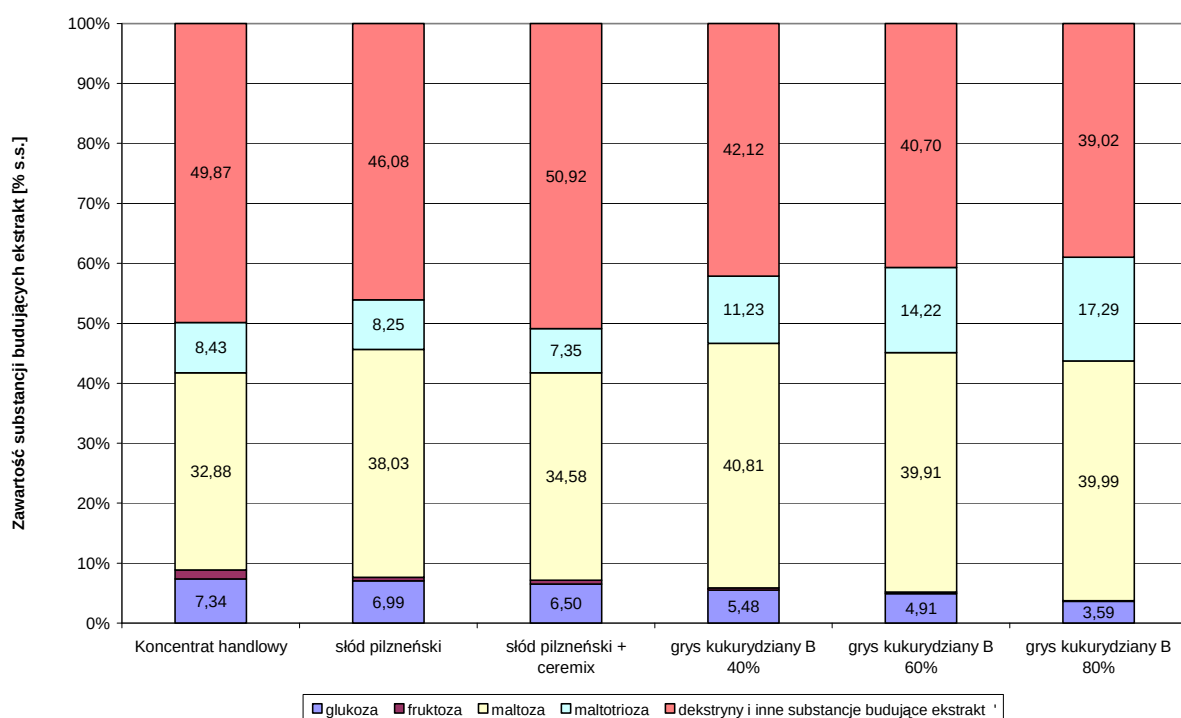
Rodzaj surowca niesłodowanego różnicował zawartość substancji niefermentujących. Największe zawartości oznaczono w brzeczkach z pozyskanych z użyciem obłuszczonego ziarna jęczmienia (średnio 68,55 g/l). Kolejną grupę

statystycznie jednorodną stanowiły brzeczka z koncentratu handlowego, oraz kontrola ze słodu wspomaganego preparatem enzymatycznym Ceremix Plus (średnio 60,63 g/l) oraz brzeczki wyprodukowane z użyciem grysu kukurydzianego A (średnio 57,70 g/l). Jednocześnie brzeczka kontrolna pozyskana przy stosowaniu preparatu Ceremix Plus i brzeczki pozyskane z użyciem grysu kukurydzianego A zostały zaliczone do kolejnej grupy statystycznie jednorodnej do której zaliczono również warianty kontrolne pozyskiwane z samego słodu (średnio 56,74 g/l). Kolejną grupę statystycznie jednorodną stanowiły wspomniana wcześniej kontrola z samego słodu, oraz brzeczki pozyskane wytworzone z użyciem kaszki kukurydzianej A (średnio 51,51 g/l). Kolejną grupę statystycznie jednorodną stanowiły, wspomniane wcześniej, brzeczki pozyskane z kaszki kukurydzianej A i grysu kukurydzianego B (średnio 49,16 g/l). Najniższą wartością średniej zawartości substancji niefermentujących i jednocześnie ostatnią grupę statystycznie jednorodną stanowiły brzeczki pozyskane z kaszki kukurydzianej B (średnio 42,98 g/l).

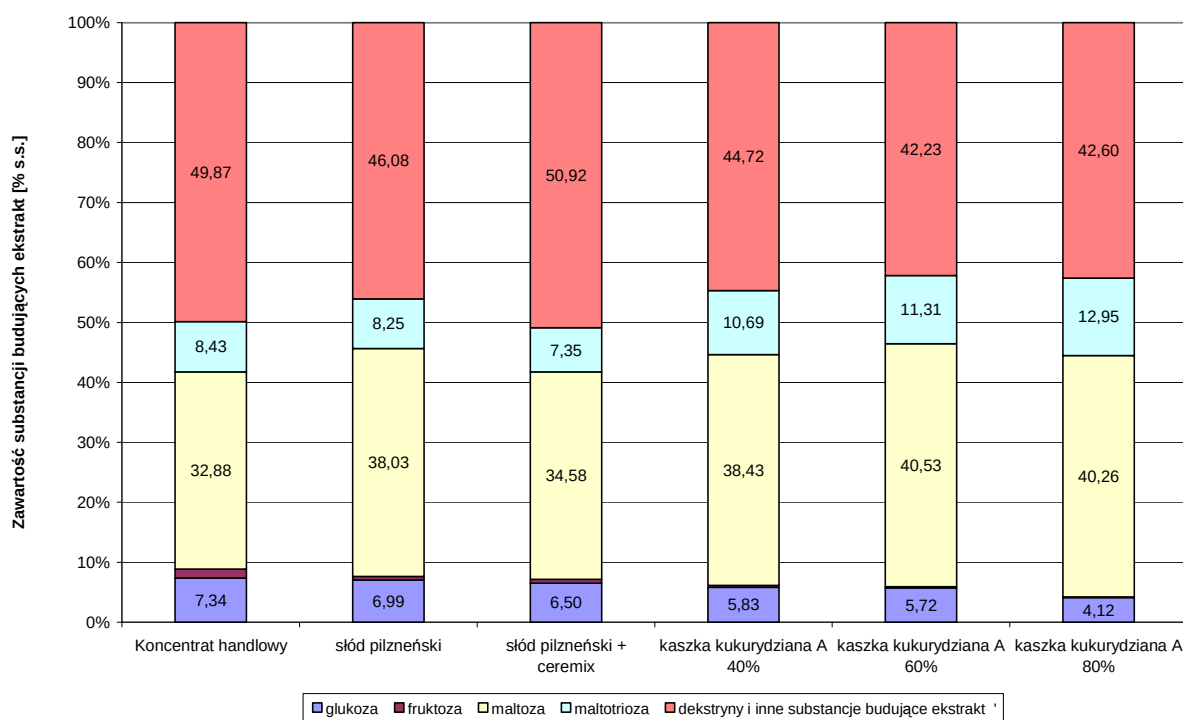
Wyniki zawartości substancji tworzących ekstrakt otrzymanych wyciągów zostały zbilansowane. Określono udział produktów hydrolizy enzymatycznej węglowodanów (glukoza, fruktoza, maltoza, maltotrioza) oraz dekstryn do których dodano bez wyszczególnienia pozostałe substancje wchodzące w skład ekstraktu.



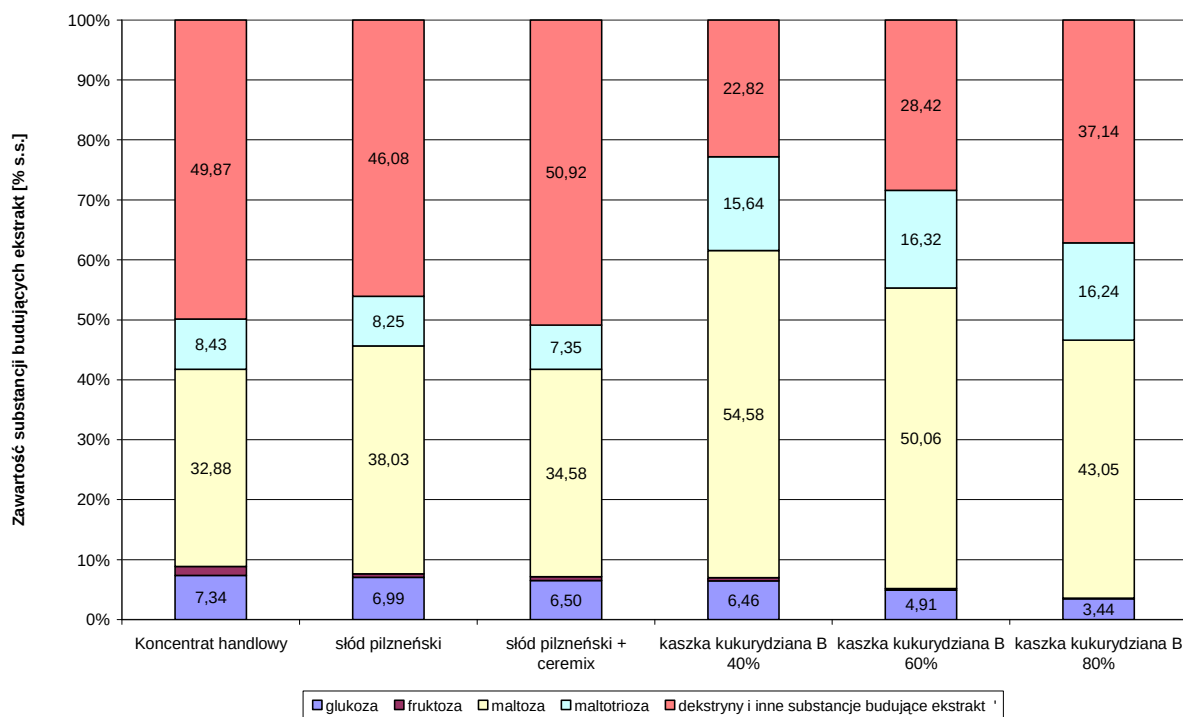
Rysunek 39. Zawartość substancji budujących ekstrakt w brzeczkach 12°P pozyskanych z słodu pilznerskiego i grysu kukurydzianego A w zależności od udziału surowca niesłodowanego.



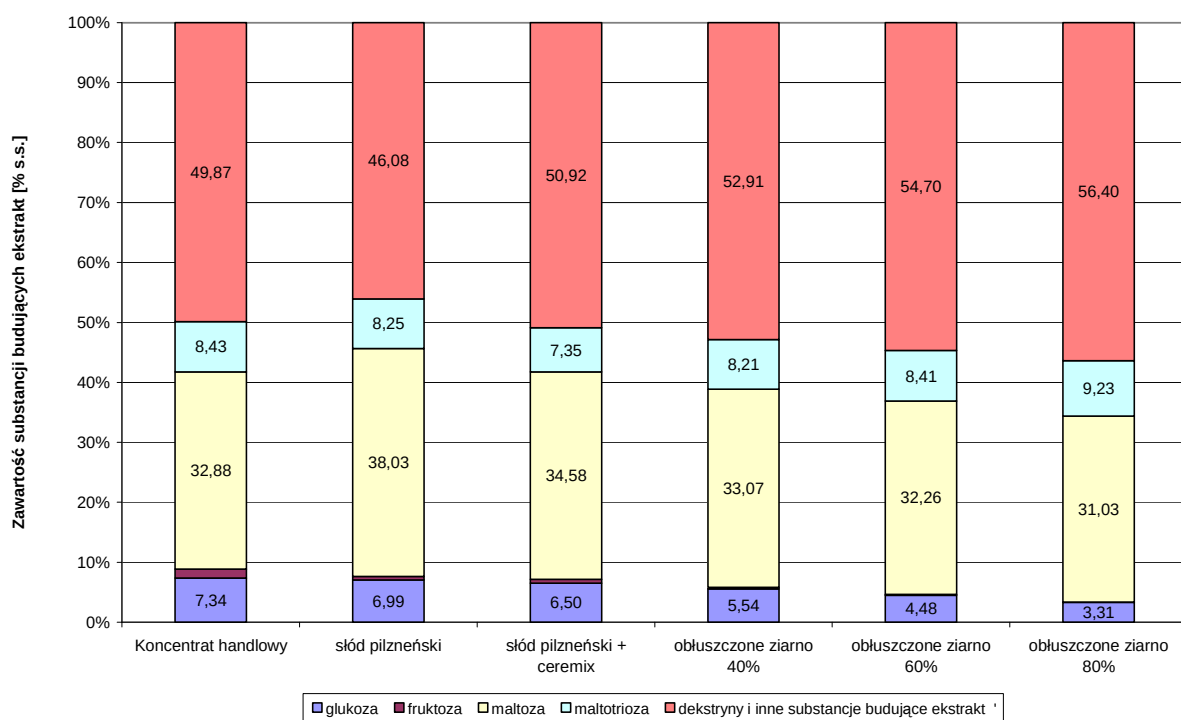
Rysunek 40. Zawartość substancji budujących ekstrakt w brzeczkach 12°P pozyskanych z słodu pilznerskiego i grysu kukurydzianego B w zależności od udziału surowca niesłodowanego.



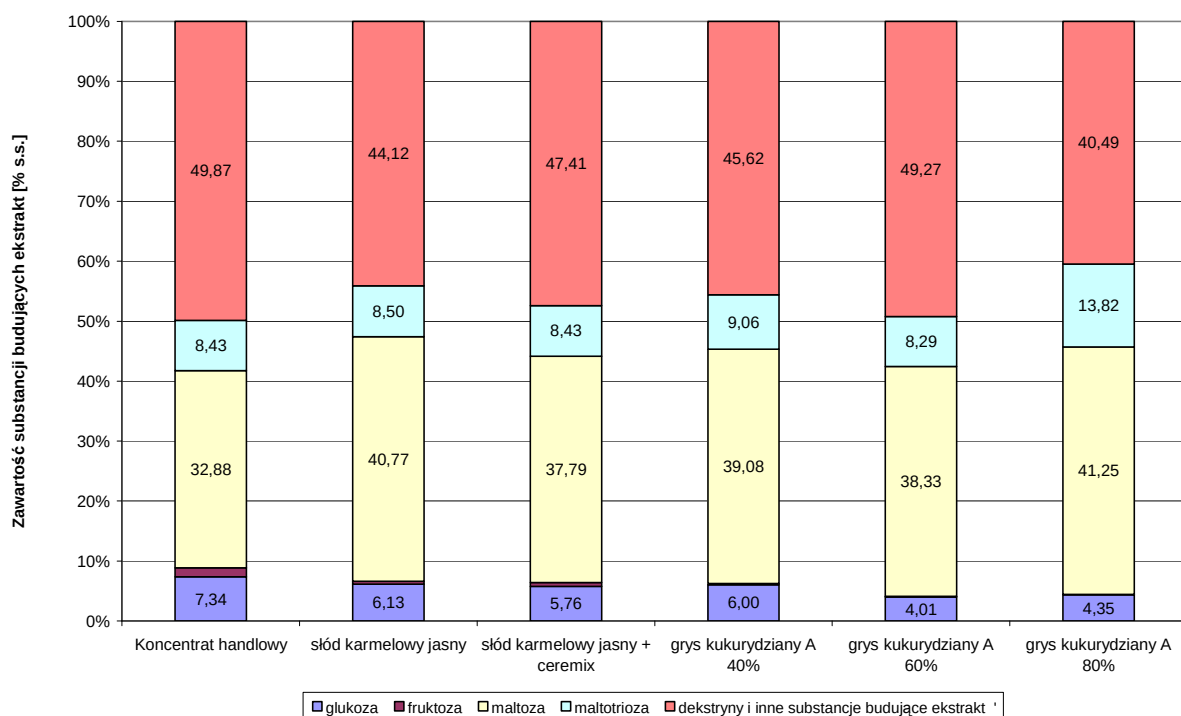
Rysunek 41. Zawartość substancji budujących ekstrakt w brzeczках 12°P pozyskanych z siodu pilzneńskiego i kaszki kukurydzianej A w zależności od udziału surowca niesłodowanego.



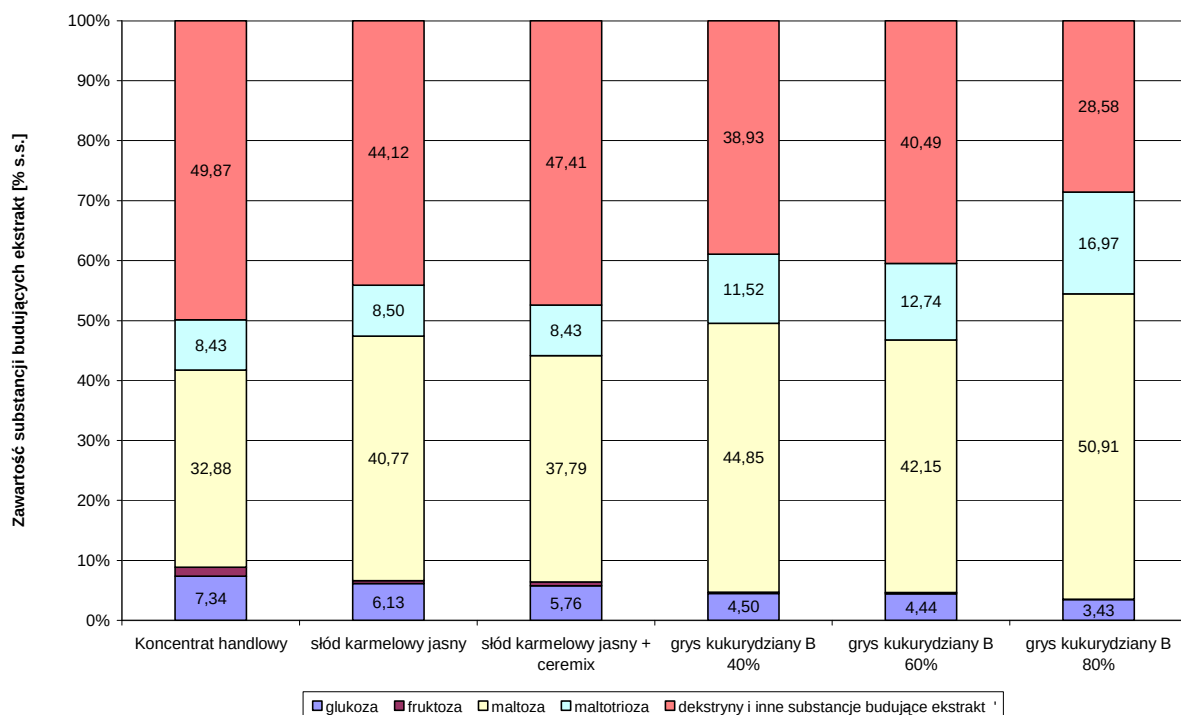
Rysunek 42. Zawartość substancji budujących ekstrakt w brzeczках 12°P pozyskanych z siodu pilzneńskiego i kaszki kukurydzianej B w zależności od udziału surowca niesłodowanego.



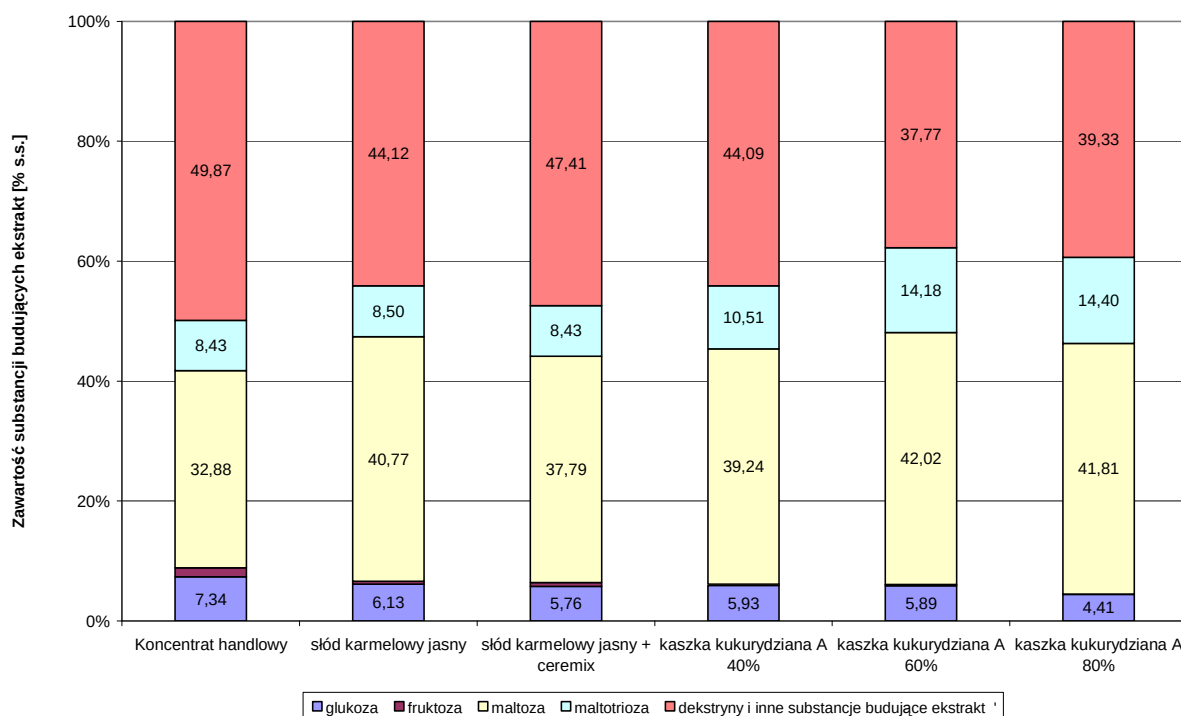
Rysunek 43. Zawartość substancji budujących ekstrakt w brzeczkach 12°P pozyskanych z słodu pilzneńskiego i obłuszczonego ziarna jęczmienia w zależności od udziału surowca niesłodowanego.



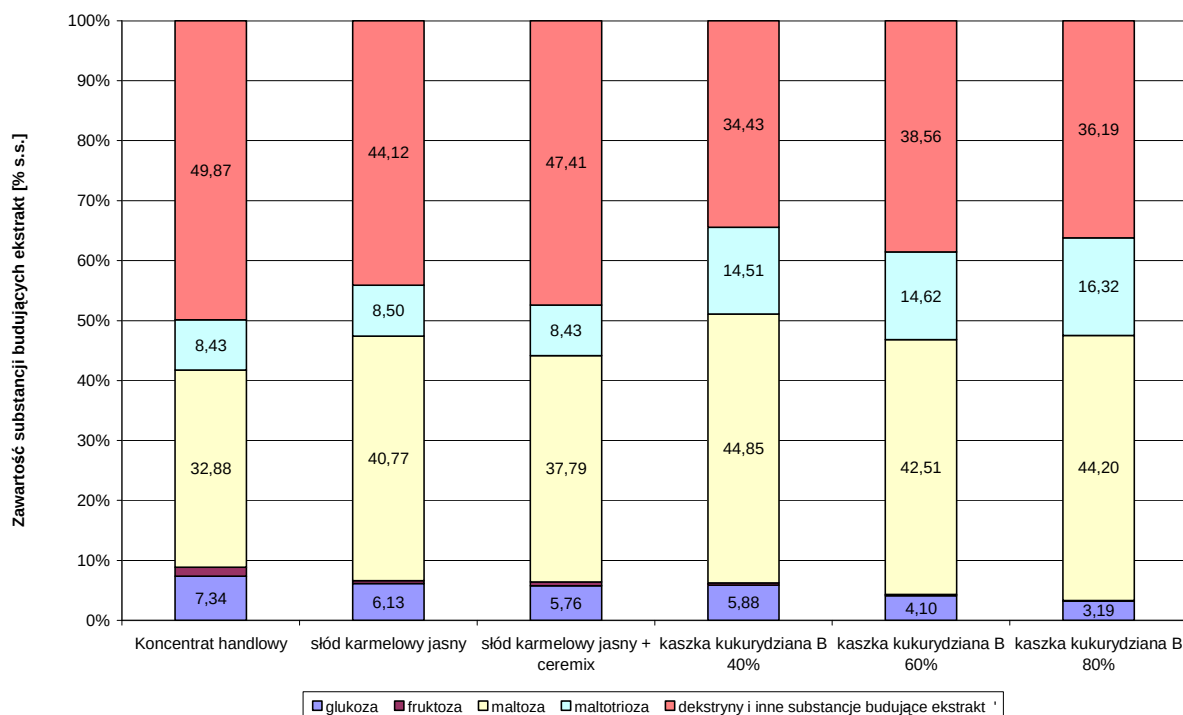
Rysunek 44. Zawartość substancji budujących ekstrakt w brzeczkach 12°P pozyskanych z słodu karmelowego jasnego i grysu kukurydzianego A w zależności od udziału surowca niesłodowanego.



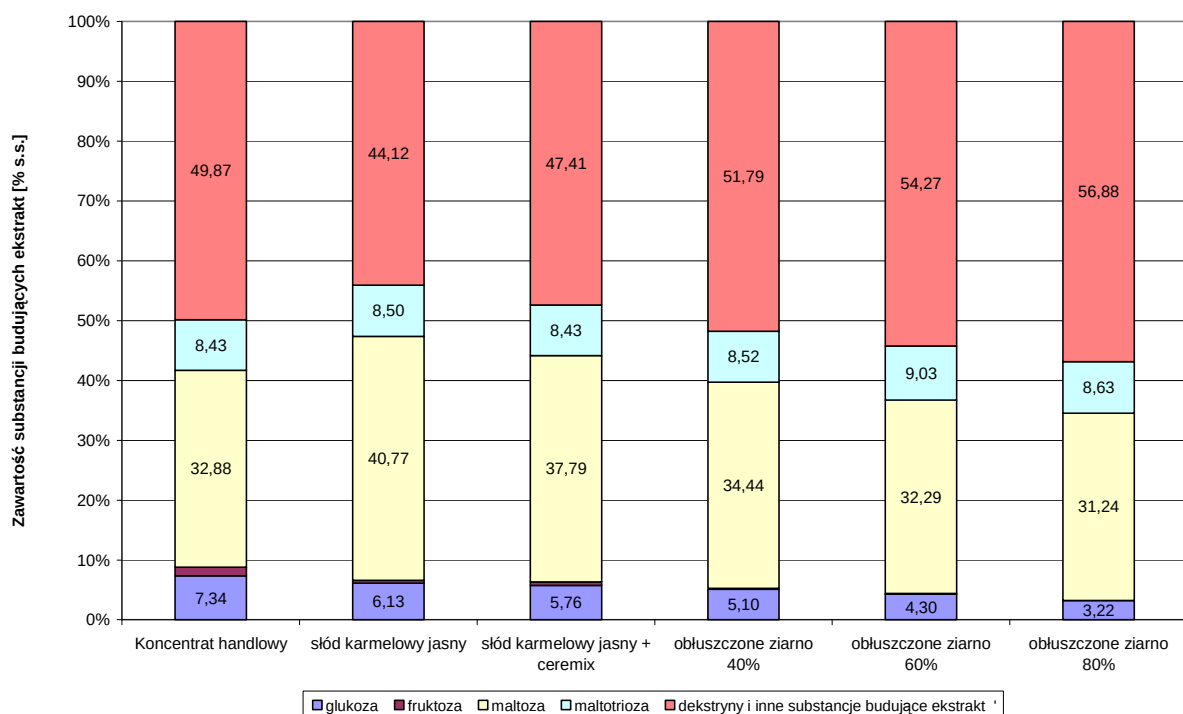
Rysunek 45. Zawartość substancji budujących ekstrakt w brzeczках 12°P pozyskanych z słođu karmelowego jasnego i grysu kukurydzianego B w zależności od udziału surowca niesłodowanego.



Rysunek 46. Zawartość substancji budujących ekstrakt w brzeczках 12°P pozyskanych z słođu karmelowego jasnego i kaszki kukurydzianej A w zależności od udziału surowca niesłodowanego.



Rysunek 47. Zawartość substancji budujących ekstrakt w brzeczках 12°P pozyskanych z słođu karmelowego jasnego i kaszki kukurydzianej B w zależności od udziału surowca niesłodowanego.



Rysunek 48. Zawartość substancji budujących ekstrakt w brzeczках 12°P pozyskanych z słođu karmelowego jasnego i obluszczonego ziarna jęczmienia w zależności od udziału surowca niesłodowanego.

Przedstawione powyżej wykresy [Rysunek 39 - Rysunek 48] przedstawiają bilans węglowodanów zawartych w badanych koncentratkach jako procentowy udział w suchej masie. Znaczna część ekstraktu brzeczki 12°P, składa się z dekstryn i innych substancji (22,82 – 56,88%, średnio 43,45%), oraz maltozy (31,03 – 54,58%, średnio 39,88%). Mniejszy udział w kształtowaniu ekstraktu ma też maltotrioza (7,35 – 17,29%, średnio 11,57%) i glukoza (3,19 – 6,99%, średnio 4,87%). Znikomy udział w kształtowaniu ekstraktu ma fruktoza (0,03 – 0,65%, średnio 0,23%).

Największe zawartości dekstryn i innych substancji budujących ekstrakt oznaczono w koncentratkach pozyskiwanych z użyciem obłuszczonego ziarna jęczmienia. Najmniejsze zawartości dekstryn i innych substancji budujących ekstrakt określono w koncentratkach pozyskanych z słoju pilzneńskiego i 40%, oraz 60% udziału kaszki kukurydzianej B, oraz słoju karmelowego z 80% udziałem grysu kukurydzianego B.

Największymi zawartościami maltozy charakteryzowały się koncentraty pozyskane z mieszaniny słoju pilzneńskiego i 40% udziału kaszki kukurydzianej B, oraz słoju karmelowego jasnego i 80% udziału grysu kukurydzianego B. Najmniejszą zawartość maltozy odnotowano w koncentratkach pozyskiwanych przy 80 i 60% udziale obłuszczonego ziarna jęczmienia w zasypie. Stwierdzono, że mniejsze zawartości maltozy (w wymienionych wyżej odpowiednich wariantach) wystąpiły w koncentratkach pozyskanych z udziałem słoju typu pilzneńskiego.

Największe zawartości maltotriozy oznaczono w wariantach pozyskanych z mieszaniny grysu kukurydzianego B ze słojem pilzneńskim i karmelowym jasnym, oraz wariantach pozyskanych z udziałem kaszki kukurydzianej B. Najmniejszy udział maltotriozy w budowaniu ekstraktu oznaczono w wariantach kontrolnych pozyskanych ze słoju pilzneńskiego wspomaganego preparatem enzymatycznym Ceremix Plus, z mieszaniny słoju pilzneńskiego z 40% udziałem obłuszczonego ziarna jęczmienia, oraz w wariantach kontrolnych wytworzonych z samego słoju pilzneńskiego.

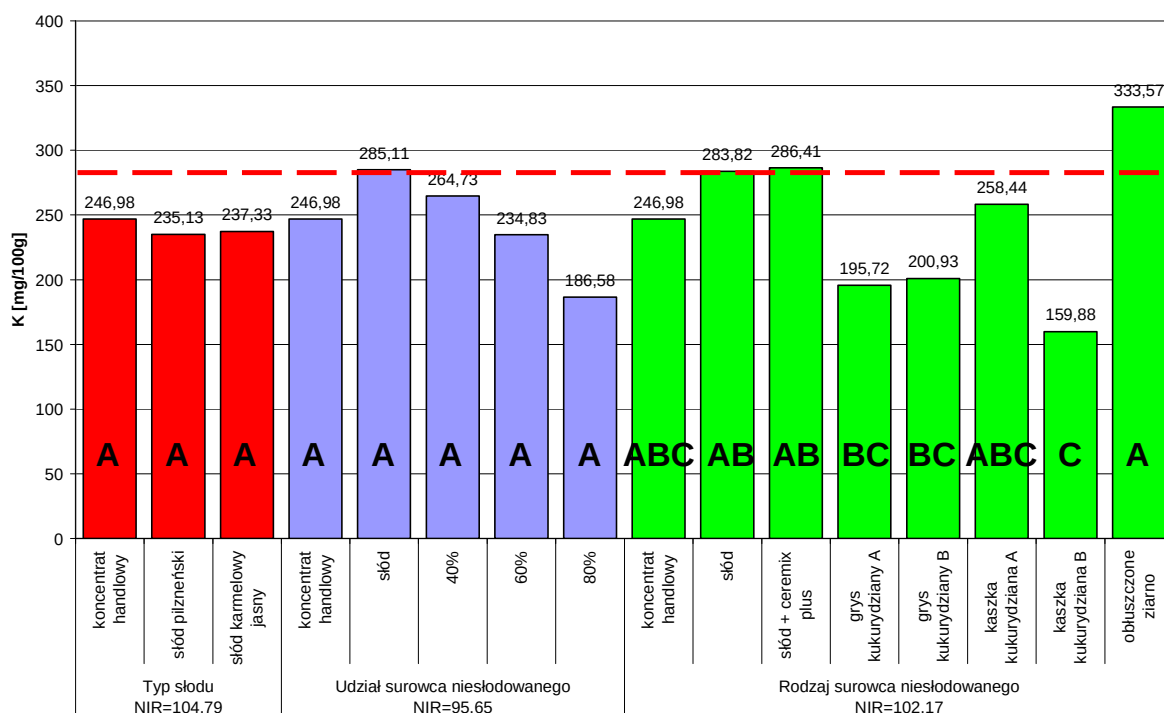
Największe zawartości glukozy oznaczono w wariantach kontrolnych pozyskanych z samego słoju pilzneńskiego, kontrolnych pozyskanych ze słoju pilzneńskiego wspomaganego preparatem enzymatycznym Ceremix Plus, oraz pozyskanych z mieszaniny słoju pilzneńskiego z 40% udziałem kaszki kukurydzianej

B. Najmniej zasobne w glukozę były warianty pozyskane z mieszaniny słoðu karmelowego z 80% udziałem kaszki kukurydzianej B, oraz 80% udziałem obłuszczonego ziarna jęczmienia, a także mieszanina słoðu pilzneńskiego z 80% udziałem grysu kukurydzianego A.

5.5. Składniki mineralne w koncentratach

W otrzymanych koncentratach oznaczono również zawartość wybranych pierwiastków mineralnych.

Potas odgrywa kluczową rolę w utrzymywaniu równowagi kwasowo-zasadowej, oraz uczestniczy w przewodzeniu impulsów nerwowych, pomaga kontrolować skurcze mięśni i zapewnia regularność uderzeń serca [Peckenpaugh, 2010]. Wystarczające dzienne spożycie dla dorosłego mężczyzny powinno wynosić 4700 mg [Jarosz, 2008]. Za wartość normatywną przyjęto 283,82 mg/100g, czyli wartość średnią dla prób pozyskanych z samego słoðu.



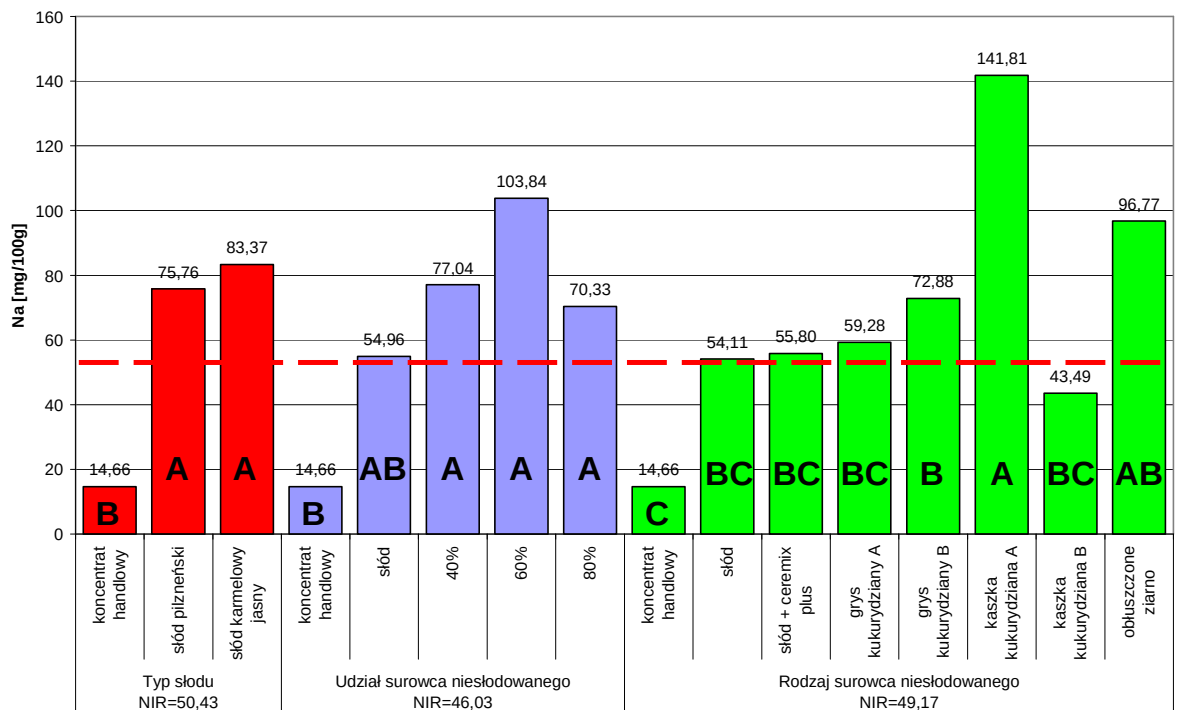
Rysunek 49. Wpływ typu słoðu, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość potasu w koncentratach.

Rodzaj zastosowanego słoðu nie różnicował zawartości potasu w otrzymanych koncentratkach [Rysunek 49]. Koncentraty pozyskane z samego słoðu pilzneńskiego, jak i karmelowego jasnego charakteryzowały się zawartości potasu zbliżoną do koncentratu handlowego (odpowiednio średnio 235,13; 237,33 i 246,98 mg/100g].

Zastępowanie części słoðu (40, 60 i 80%) surowcem niesłodowanym powodowało nieistotne statystycznie zmniejszenie zawartości potasu w otrzymanych produktach (kolejno średnio 264,73; 234,83 i 186,58 mg/100g] w porównaniu do wariantów wyprodukowanych z samego słoðu (średnio 285,11 mg/100g], jednak wciąż zaliczane do tej samej grupy jednorodnej.

Rodzaj użytego surowca niesłodowanego różnicował statystycznie zawartość potasu w otrzymanych koncentratkach. Największe wartości odnotowano w próbach koncentratu handlowego, koncentratów pozyskanych z samego słoðu (zarówno bez preparatu enzymatycznego (średnio 283,82 mg/100g), jak i z preparatem Ceremix Plus (średnio 286,41 mg/100g)), oraz koncentratów otrzymanych z użyciem kaszki kukurydzianej A (średnio 258,44 mg/100g) i obłuszczonego ziarna (333,57 mg/100g). Kolejną grupę statystycznie jednorodną stanowią koncentrat handlowy, koncentraty z samego słoðu, z grysem kukurydzianym A (średnio 195,72 mg/100g), grysem kukurydzianym B (średnio 200,93 mg/100g), oraz kaszką kukurydzianą A. Najmniejsze wartości zanotowano dla grupy składającej się z koncentratów: handlowego i otrzymanych z użyciem grysów kukurydzianych A i B, kaszki kukurydzianej A, oraz kaszki kukurydzianej B (średnio 159,88 mg/100g).

Sód, podobnie jak potas, wpływa na równowagę kwasowo-zasadową, oraz uczestniczy w przewodzeniu impulsów nerwowych, pomaga kontrolować skurcze mięśni [Peckenpaugh, 2010]. Wystarczające dzienne spożycie dla dorosłego mężczyzny powinno wynosić 1500mg [Jarosz, 2008]. Za wartość normatywną przyjęto 54,11 mg/100g, czyli wartość średnią dla prób pozyskanych z samego słoðu.



Rysunek 50. Wpływ typu siodu, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość sodu w koncentratyach.

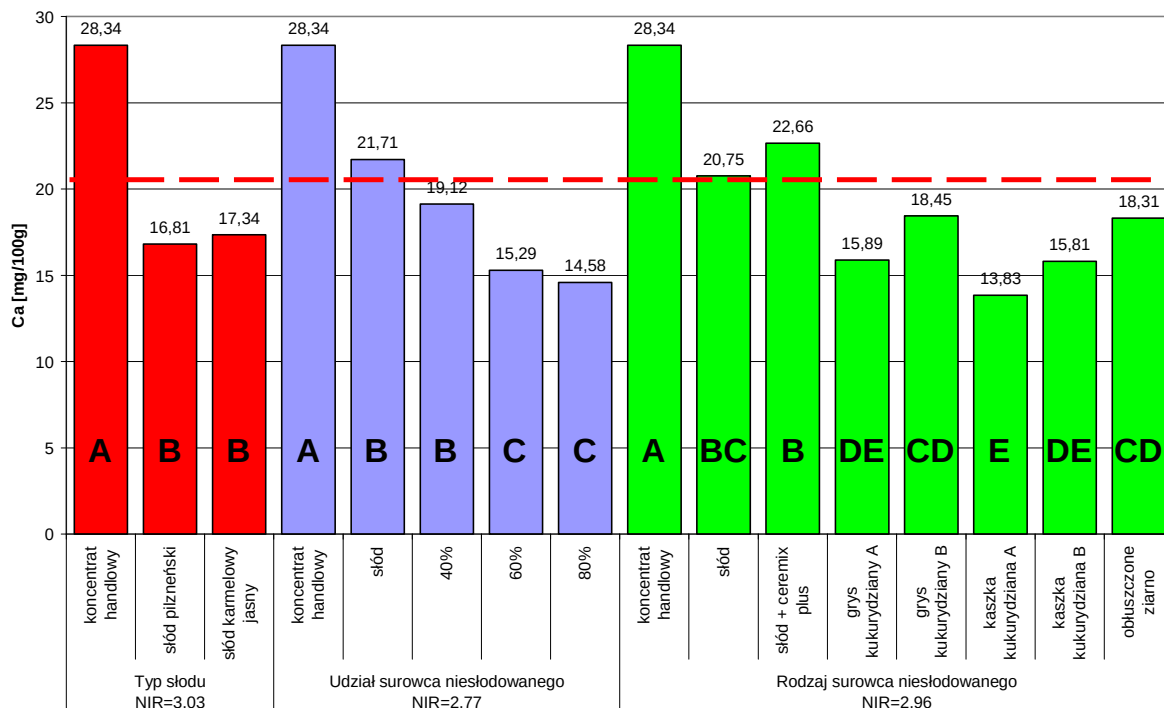
Typ uzytego siodu nie różnicował w sposób statystycznie istotny zawartości sodu w otrzymanych koncentratyach [Rysunek 50]. Zarówno siod pilzneński (średnio 75,76 mg/100g), jak i karmelowy jasny (średnio 83,37 mg/100g) pozwoliły na wyprodukowanie koncentratów o znacząco wyższej zawartości sodu niż odnotowana dla koncentratu handlowego (średnio 14,66 mg/100g).

Udział surowca niesłodowanego w zasypie nie różnicował w sposób zasadniczy zawartości sodu w otrzymanych koncentratyach. Koncentraty wyprodukowane z wariantów o 40, 60 i 80% udziale surowca niesłodowanego posiadały zbliżoną zawartość sodu (kolejno średnio 77,04; 103,84 i 70,33 mg/100g), podobną jak warianty kontrolne pozyskane z samego siodu (średnio 54,96 mg/100g). Warianty kontrolne wykazywały jednocześnie zawartość sodu zbliżoną do koncentratu handlowego.

Rodzaj surowca niesłodowanego nie różnicował w sposób zasadniczy zawartości sodu. Najwyższe zawartości odnotowano dla koncentratów pozyskanych z użyciem kaszki kukurydzianej A (średnio 141,81 mg/100g), oraz obłuszczonego

ziarna (średnio 96,77 mg/100g). Jednocześnie koncentraty pozyskane z użyciem obłuszczonego ziarna wykazywały zawartości sodu zbliżone do wariantów zacierania z użyciem grysów kukurydzianych A i B (odpowiednio średnio 59,28 i 72,88 mg/100g), kaszki kukurydzianej B (średnio 43,49 mg/100g) oraz koncentratów z samych słodów (zarówno niewspomaganych, jak i wspomaganych preparatem enzymatycznym (odpowiednio średnio 54,11 i 55,8 mg/100g)). Koncentraty z samych słodów wraz z produktami otrzymanymi z użyciem grysu kukurydzianego A oraz kaszki kukurydzianej B wykazywały zawartość sodu zbliżoną do koncentratu handlowego.

Wapń uczestniczy w skurczu i rozkurczu mięśni, a tym samym w regulacji uderzeń serca. Odgrywa rolę w normalnym funkcjonowaniu układu nerwowego oraz uczestniczy w krzepnięciu krwi i działaniu niektórych enzymów. Wapń jest też ważnym elementem składowym kości i zębów, oraz może zapobiegać nadciśnieniu tętniczemu [Peckenpaugh, 2010]. Wystarczające dzienne spożycie dla dorosłego mężczyzny powinno wynosić 1000 mg [Jarosz, 2008]. Za wartość normatywną przyjęto 20,75 mg/100g, czyli wartość średnią dla prób pozyskanych z samego słodu.



Rysunek 51. Wpływ typu siodu, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość wapnia w koncentratkach.

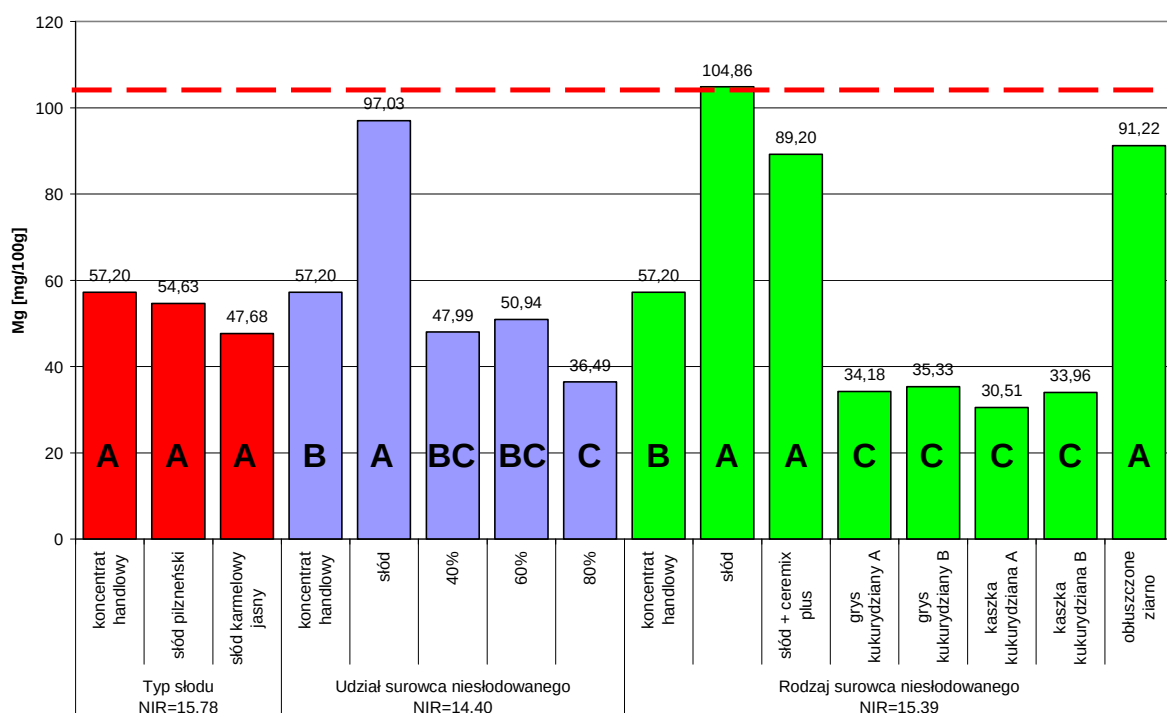
Typ użytego siodu nie różnicował zawartości wapnia w otrzymanych koncentratkach [Rysunek 51]. Oba typy siodów, czyli pilzneński (średnio 16,81 mg/100g) i karmelowy jasny (średnio 17,34 mg/100g), pozwoliły otrzymać koncentraty o zbliżonej zawartości wapnia, znacząco niższej od koncentratu handlowego (28,34 mg/100g).

Udział surowca niesłodowanego w zasypie różnicował zawartość wapnia w otrzymanych produktach. Zastąpienie 40% siodu surowcem niesłodowanym nie zmniejszało statystycznie istotnie zawartości wapnia (średnio 19,12 mg/100g), w porównaniu do koncentratów pozyskanych tylko z siodów (średnio 21,71 mg/100g). Zawartości te są jednak znacząco mniejsze niż w koncentracie handlowym. Najmniejsze zawartości wapnia odnotowano przy zastąpieniu 60 i 80% siodu surowcem niesłodowanym (odpowiednio 15,29 i 14,58 mg/100g).

Rodzaj użytego surowca niesłodowanego nie różnicował w sposób zasadniczy zawartości wapnia w otrzymanych koncentratkach. Warianty kontrolne (bez i z dodatkiem preparatu enzymatycznego) charakteryzowały się dużą, choć mniejszą niż dla koncentratu handlowego, zawartością wapnia (odpowiednio średnio

20,75 i 22,66 mg/100g). Jednocześnie koncentraty wytworzone z użyciem grysu kukurydzianego B (średnio 18,45 mg/100g), oraz obłuszczonego ziarna (średnio 18,31 mg/100g) wykazywały zawartość wapnia zbliżoną do koncentratów pozyskanych z samego słodu (bez preparatów enzymatycznych). Wspólną grupę jednorodną tworzyły też produkty pozyskane z użyciem grysu kukurydzianego A (średnio 15,89 mg/100g) i B, kaszki kukurydzianej B (średnio 15,81 mg/100g) i obłuszczonego ziarna. Najmniejsze wyniki zanotowano w koncentratkach pozyskanych z użyciem kaszki kukurydzianej A (średnio 13,83 mg/100g). Analiza statystyczna zaliczyła do tej grupy również produkty otrzymane z użyciem grysu kukurydzianego A i kaszki kukurydzianej B.

Magnez jest budulcem kości i zębów. Uczestniczy w syntezie białka i w metabolizmie lipidów i energii (ATP) oraz pomaga regulować pracę serca. Zaangażowany jest w ponad 300 reakcjach enzymatycznych i w większości reakcji hormonalnych. Działa jako naturalny bloker kanałów wapniowych (co związane jest z kontrolą ciśnienia krwi) [Peckenpaugh, 2010]. Zalecane dzienne spożycie dla dorosłego mężczyzny wynosi 400 mg [Jarosz, 2008]. Za wartość normatywną przyjęto 104,86 mg/100g, czyli wartość średnią dla prób pozyskanych z samego słodu.



Rysunek 52. Wpływ typu siodu, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość magnezu w koncentratkach.

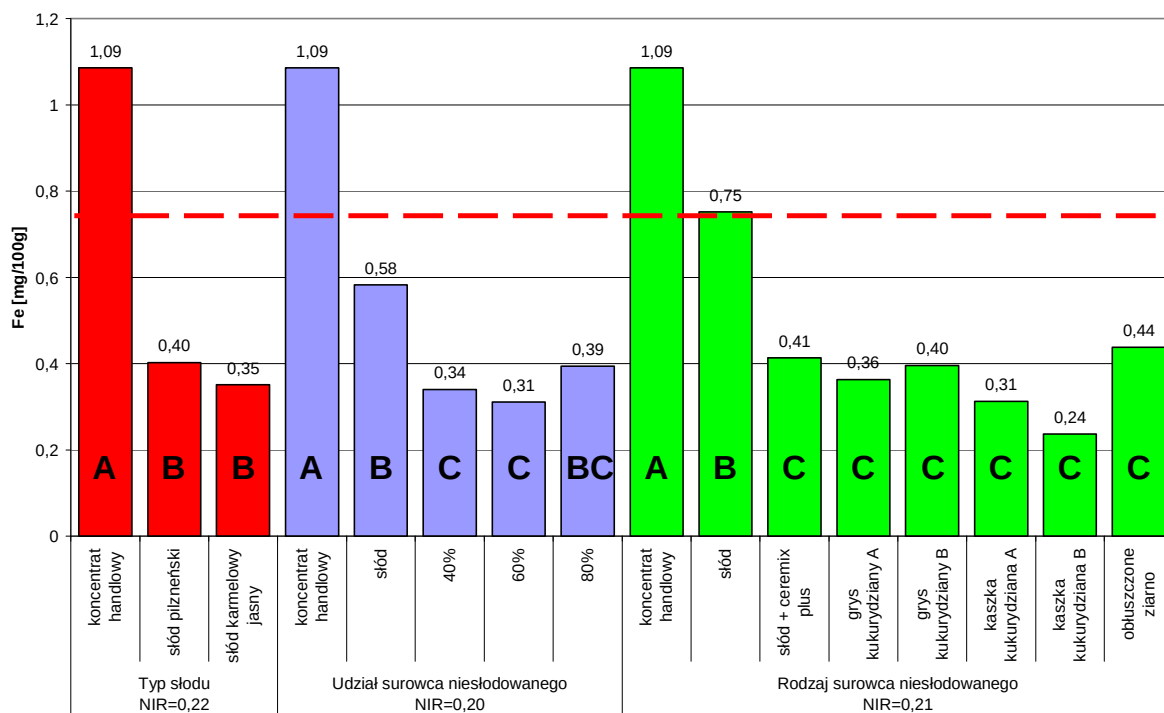
Typ użytego siodu nie różnicował w sposób istotny zawartości magnezu w otrzymanych koncentratkach [Rysunek 52]. Zarówno siod pilzneński, jak i karmelowy jasny umożliwiały pozyskanie koncentratów o zawartości magnezu (kolejno średnio 54,63 i 47,68 mg/100g) zbliżonej do koncentratu handlowego (57,2 mg/100g).

Udział surowca niesłodowanego w zasypie znacząco zmniejszał zawartość magnezu w otrzymanych produktach. Zastąpienie 40, 60 i 80% siodu surowcem niesłodowanym powodowało istotne zmniejszenie (odpowiednio do średnio 47,99, 50,94 i 36,49 mg/100g) w porównaniu do produktów pozyskanych z samych siodów (średnio 97,03 mg/100g). Największe zawartości stwierdzono w koncentratkach z samych siodów, najmniejsze zaś w wariantach z 80% udziałem surowca niesłodowanego. Jednocześnie 40 i 60% udział surowca niesłodowanego w zasypie pozwolił otrzymać koncentraty o zawartości magnezu zbliżonej do koncentratu handlowego.

Rodzaj użytego surowca niesłodowanego w niewielki sposób różnicował zawartość magnezu w otrzymanych koncentratkach. Największe wyniki, znacząco większe niż zawartość magnezu w koncentracie handlowym, odnotowano

w koncentratyach pozyskanych z samych słoćów (zarówno bez jak i po zastosowaniu) preparatu enzymatycznego Ceremix Plus (odpowiednio średnio 104,86 i 89,20 mg/100g)) i produktów pozyskanych z udziałem obłuszczonego ziarna (średnio 91,22 mg/100g). Pozostałe koncentraty, pozyskane z użyciem grysów kukurydzianych A i B (kolejno średnio 34,18 i 35,33 mg/100g), oraz kaszek kukurydzianych A i B (odpowiednio średnio 30,51 i 33,96 mg/100g), charakteryzowały się zawartościami magnezu mniejszymi od koncentratów z samego słoću, jak i koncentratu handlowego.

Żelazo niezbędne jest do tworzenia hemoglobiny ważnej w oddychaniu tkankowym, a ostatecznie dla wzrostu i rozwoju oraz syntezy białek w organizmie. Żelazo wchodzi też w skład różnych enzymów [Peckenpaugh, 2010]. Zalecane dzienne spożycie przez dorosłego mężczyznę wynosi 10 mg [Jarosz, 2008]. Za wartość normatywną przyjęto 0,75 mg/100g, czyli wartość średnią dla prób pozyskanych z samego słoću.



Rysunek 53. Wpływ typu słoću, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość żelaza w koncentratyach.

Typ użytego słoðu nie różnicował zawartości żelaza w otrzymanych koncentratach [Rysunek 53]. Zarówno koncentraty ze słoðu pilzneńskiego (średnio 0,40 mg/100g), jak i karmelowego jasnego (średnio 0,35 mg/100g) zawierały zbliżoną zawartość żelaza, mniejszą od koncentratu handlowego (1,09 mg/100g).

Udział surowca niesłodowanego nie różnicował zawartości żelaza w otrzymanych koncentratach. Zastąpienie 40 i 60% słoðu surowcem niesłodowanym powodowało zmniejszenie zawartości żelaza w koncentracie (odpowiednio do średnio 0,34 i 0,31 mg/100g) w porównaniu do koncentratów otrzymanych w całości ze słoðów (średnio 0,58 mg/100g). 80% udział surowca niesłodowanego w zasypie pozwalał na wyprodukowanie koncentratów o zawartości żelaza (średnio 0,39 g/100g) zbliżonej zarówno do koncentratów ze słoðów, jak i produktów otrzymanych z 40 i 60% udziałem surowca niesłodowanego. Największa zawartość żelaza wystąpiła w koncentracie handlowym.

Rodzaj surowca niesłodowanego nie różnicował zawartości żelaza w otrzymanych koncentratach. Spośród badanych koncentratów największe stężenie żelaza odnotowano w produktach wytworzonych z samych słoðów (bez dodatku preparatu enzymatycznego (średnio 0,75 mg/100g)), co jest wartością istotnie mniejszą niż w koncentracie handlowym. Pozostałe produkty, czyli koncentraty pozyskane ze słoðu zacieranego w obecności preparatu Ceremix Plus (średnio 0,41 mg/100g), oraz koncentraty wytworzone z użyciem grysów kukurydzianych A i B, kaszek kukurydzianych A i B, oraz obłuszczonego ziarna jęczmienia (kolejno średnio 0,36; 0,40; 0,31; 0,24 i 0,44 mg/100g), charakteryzowały się mniejszymi i zbliżonymi do siebie zawartościami żelaza.

W badanych koncentratach przyjęta metoda nie wykazała obecności cynku i miedzi.

6. Dyskusja wyników

Powszechność stosowania preparatów enzymatycznych otwiera nowe możliwości pozyskiwania brzeczek o zróżnicowanej zawartości produktów hydrolizy enzymatycznej węglowodanów, białek oraz innych składników słodu i surowców niesłodowanych poddanych działaniu enzymów własnych słodu i preparatów enzymatycznych. W technologii piwowarskiej takie postępowanie zmniejsza koszty pozyskiwania brzeczek, ale utrudnia wyprodukowanie piwa mieszczącego się w ramach klasycznych wartości organoleptycznych. Szczególnie istotne jest otrzymanie produktu o parametrach akceptowalnych przez klientów. Stosowanie dużych udziałów surowca niesłodowanego powoduje zmianę charakterystyki otrzymanego produktu. Należy podkreślić iż prezentowane brzeczeki nie mają charakteru brzeczek piwowarskich. Są to brzeczeki „specjalne”, otrzymywane z bardzo dużym udziałem surowców niesłodowanych, traktowane jako półprodukt do otrzymywania koncentratów słodowych typu spożywczego. Tym samym odstępstwa prezentowanych przez nie cech od norm browarniczych nie muszą być wadą. Sposób prowadzenia badań i przyjęte normy, charakterystyczne dla brzeczek piwnych stosowane są tylko ze względu na założenie iż brzeczeki tego typu otrzymuje się przy użyciu urządzeń stanowiących typowe wyposażenie warzelni browaru, lub specjalnego zakładu produkcyjnego posiadającego aparaturę zbliżoną lub niemal identyczną z warzelnią browaru.

Czas scukrzania może zostać przyjęty jako parametr jednoznacznie określający czas niezbędny do przeprowadzenia poprawnego technologicznie procesu zacierania. Nie stwierdzono różnic pomiędzy zdolnościami scukrzającym sładów użytych w tym doświadczeniu. Wykazano, że zwiększający się udział surowca niesłodowanego powoduje wydłużenie czasu scukrzania zacierów. Należy przypuszczać że nawet zastosowanie z wielokrotnionej w stosunku do maksymalnej zalecanej przez producenta dawki preparatu enzymatycznego nie byłoby wystarczające do przeprowadzenia pełnego scukrzania wprowadzonej do zacieru skrobi. Zaobserwowane zróżnicowanie tej cechy przy rozpatrywaniu wpływu rodzaju surowca (jak również jego granulacji) wskazywało, że drobniejsza granulacja wydłużała czas

scukrzania. Różnica pomiędzy czasem scukrzania zacierów z udziałem kaszki kukurydzianej A i B była statystycznie znacząca. Wynika ona zapewne z różnicy w granulacji. Drobniejszy przemiał kaszki kukurydzianej B powodował zapewne zwiększoną dostępność skrobi, co może pozytywnie wpływać na wydajność, jednak znacząco wydłużał czas niezbędny do prawidłowego scukrzenia zacieru. Dwukierunkowa analiza przeprowadzona na danych dotyczących brzeczek pozyskanych z użyciem drobniej zmielonych produktów przemiału kukurydzy (kaszek kukurydzianych) potwierdza że dopiero 60%, a więc niestandardowy dla piwowarstwa, udział takich surowców powoduje ponadnormatywne wydłużenie czasu scukrzania. Jednocześnie wykazano, że powyżej tej granicy zbyt drobny przemiał dodatkowo wydłuża czas scukrzania.

Substytucja 40% słodu surowcem niesłodowanym spowodowała znaczący wzrost zawartości ekstraktu w stosunku do brzeczek kontrolnych, pozyskanych z samego słodu. Jednak dalsze zastępowanie słodu powoduje wyraźne zmniejszenie zawartości ekstraktu. Podobnie większy stopień rozdrobnienia surowca niesłodowanego, powoduje wzrost zawartości ekstraktu w brzeczkach. Fakt ten jest potwierdzany również przez innych autorów [Mousia i in., 2004]. Przy ocenie surowca niesłodowanego należy zwrócić uwagę na znacząco mniejsze wartości ekstraktu brzeczek pozyskanych z użyciem obłuszczonego ziarna jęczmienia. Zauważono, że niesłodowane ziarno jęczmienia zawierało dużo mniej skrobi niż produkty przemiału kukurydzy. Po uwzględnieniu zawartości skrobi w surowcach niesłodowanych w formie odpowiednich przeliczeń okazałoby się, że największą zawartość ekstraktu w stosunku do użytej ilości skrobi może być uzyskana w brzeczkach wytworzonych z dodatkiem obłuszczonego ziarna jęczmienia.

Stosowane w tej pracy surowce niesłodowane nie tworzą typowej warstwy filtracyjnej niezbędnej w klasycznej technice filtracji brzeczek piwowskich. Wzrastający udział surowca niesłodowanego powoduje więc zmniejszenie objętości końcowej brzeczek. Stwierdzono, że rodzaj surowca niesłodowanego ma większe znaczenie (obrazowane większym zróżnicowaniem cechy) na przebieg filtracji niż stopień jego rozdrobnienia. Prawdopodobnie zastosowanie ziarna jęczmienia obłuszczonego, jako dodatku korzystnie wpływającego na strukturę warstwy

filtracyjnej mogłoby pozytywnie wpływać na objętość końcową pozyskiwanej brzezki.

Proponowana metoda pozyskiwania koncentratów może być stosowana jako dodatkowa, poza brzeczką piwną, produkcją w warzelni browaru. Przy produkcji brzeczek specjalnych można więc rozważać zasadność stosowania „podwójnego zacierania”, czyli wykorzystania wysłodzin, wraz z uwięzioną w nich wodą i ekstraktem, jako dodatek w następnym zacieraniu. W praktyce piwowarskiej takie rozwiązanie jest niedopuszczalne, ze względu na postępującą ekstrakcję substancji nieszlachetnych (garbników i gorzkich substancji z łuski słodu, kwasu krzemowego i in.) [Kunze, 1999]. Przy produkcji koncentratów z niesłodowanego ziarna jęczmienia te niekorzystne substancje również będą ekstrahowane. Jednak badane w tej pracy produkty przemiału kukurydzy, ze względu na brak niepożądanych składników charakterystycznych dla łuski jęczmienia, mogłyby stanowić uzupełnienie zasypu, nie pogarszając cech otrzymanej brzezki. Szczególnie interesujące wydaje się to przy zastosowaniu 80% udziału surowca niesłodowanego, gdzie udział łuski ze słodu jest najmniejszy, a jednocześnie we wszystkich badanych wariantach następowało zasadnicze zmniejszenie uproszczonej efektywności warzelni.

Ustalona metoda porównawcza na podstawie uproszczonej efektywności warzelni potwierdziła wcześniejsze przypuszczenia że tylko 40% udział surowca niesłodowanego pozwala utrzymać wysoką efektywność procesu. Stwierdzono, że uzyskana dla takich wariantów średnia uproszczona efektywność warzelni nie różni się w sposób istotny od wariantów kontrolnych. Nakładające się efekty zmniejszenia zawartości ekstraktu i objętości brzezki przekładają się na zmniejszenie uproszczonej wydajności warzelni przy zwiększającym się udziale surowca niesłodowanego. Mimo dobrych wskaźników wariantów pozyskanych z użyciem produktów przemiału kukurydzy od dostawcy A (wartości są większe lub podobne do wartości oznaczonych dla kontroli z samego słodu), nie wykazano, przy ogólnej analizie, wpływu stopnia przemiału. Można więc przypuszczać że w efekcie drobniejszego przemiału bielma kukurydzy, pozyskana zostaje większa ilość ekstraktu w brzezce, jednak potencjalne zwiększenie uproszczonej wydajności jest niwelowane, przez mniejszą objętość końcową brzezki.

Uwzględniając procentową zawartość skrobi, w zastosowanych w tej pracy surowcach niesłodowanych, okazuje się że najlepszą efektywność jej wykorzystania charakteryzowały się koncentraty pozyskane z udziałem obłuszczonego ziarna jęczmienia. Różnica w zawartości skrobi, w suchej masie stosowanej naważki, to około 15% na korzyść produktów przemiału kukurydzy. Błażewicz [2004] informuje, że temperatura kleikowania skrobi jęczmiennej mieści się w przedziale od 56 do 62°C, podczas gdy wartości te dla skrobi kukurydzianej wynoszą 75 do 80°C. Założona metoda nie różnicowała przebiegu procesu wstępnej obróbki w zależności od pochodzenia skrobi, co mogło przełożyć się na mniejszą wydajność zacierania przy stosowaniu produktów przemiału kukurydzy.

W kontekście pozyskiwania brzeczek specjalnych rodzi się pytanie: Jaki byłby przebieg zacierania gdyby niesłodowany jęczmień nie miał łuski? Eliminacja łuski, stanowiącej ok. 10-12% masy ziarna mogłaby zwiększyć wydajność zacierania oraz wyeliminować ryzyko zagrożeń mikrobiologicznych. Łuska jest bowiem siedliskiem grzybów zasiedlających ziarno. Pomimo dwóch dróg otrzymywania materiału bez łuski (obłuszczenie jęczmienia przed przetwarzaniem, jak i po słodowaniu) istnieje jeszcze opcja pozyskiwania materiału naturalnie nieposiadającego łuski. Jęczmień taki zwany „nagim”, traci łuskę podczas młócenia. Materiał taki pomimo problematycznej filtracji (w klasycznej technologii), charakteryzuje się większą wydajnością ekstraktu i mniejszą zawartością polifenoli w brzeczce [Sole, 2003]. Pewne charakterystyczne cechy sugerują że łączenie nagiego ziarna jęczmienia z surowcem niesłodowanym o niskiej zawartości białka może być ciekawym tematem badawczym. Dodatkowo należy zauważyć, że niesłodowane ziarno jęczmienia zawiera skrobię w postaci trudnodostępnej, choć pod względem cech fizyko-chemicznych najbardziej zbliżonej do skrobi w słodzie.

Zastosowanie produktów przemiału ziarna kukurydzy, oraz dobór odpowiednich parametrów przygotowania i prowadzenia procesu zacierania pozwala na wyprodukowanie brzeczek i koncentratów słodowych, o akceptowalnych cechach technologicznych i obniżonych kosztach produkcji, choć należy pamiętać o negatywnym wpływie ich dużego udziału na filtrację. Produkty pozyskane

częściowo z produktów przemiału kukurydzy mogą mieć zastosowanie w przemyśle spożywczym, poszerzając asortyment już istniejących produktów żywnościowych.

Rozwój techniki pozwala nie tylko na łatwiejszą kontrolę procesów technologicznych, ale i na ich automatyzację. Chociaż w prezentowanych badaniach wyznaczono linie trendu uproszczonej wydajności warzelni w zależności od ilości surowca niesłodowanego i rodzaju słodu w zasypie, a uzyskane współczynniki determinacji (r^2) były w większości bliskie jedności, to ich zastosowanie ograniczone jest do danej metody zacierania. Pomimo przypisania modelu prognostycznego do infrastruktury danej warzelni, stosowanego rodzaju surowca niesłodowanego, słodu itd. należy odnotować, że dzięki wykonaniu tylko kilku prób można wyznaczyć model który posłuży do optymalizacji procesu. Odpowiedni dobór parametrów i gromadzenia danych w dłuższym okresie czasu może też pozwolić na wypracowanie modelu ogólnego. Model taki, mimo niższego współczynnika determinacji i specyficzności dla infrastruktury warzelni, będzie pozwalał na dobór parametrów dla określonego typu surowca niesłodowanego. Ogólne tendencje zostały wyznaczone z dużą dokładnością w przypadku wariantów pozyskanych z mieszanin słodu pilzneńskiego z produktami przemiału bielma kukurydzy, mimo to zauważono że tego typu funkcjonalne modele powinny zostać poszerzone o dodatkowe pomiary, wykraczające poza założone ramy doświadczenia.

Wartość pH kształtuje nie tylko cechy sensoryczne gotowego produktu. Przyjęta metodyka badań nie ingerowała w pH zacierów, oraz opierała się na stosowaniu wody destylowanej. Tym samym nie dziwi fakt iż cecha ta była kształtowana przez rodzaj zastosowanego słodu. Choć stosowanie słodu pilzneńskiego pozwalało otrzymać brzezki o pH zbliżonym do wartości typowych, jedynie ponownie rozpuszczony koncentrat handlowy cechował się wartościami pH mieszczącymi się w założonym zakresie.

Znaczna różnica pomiędzy wynikami koncentratu handlowego, oraz prób kontrolnych ze słodu (zarówno z, jak i bez stosowania preparatu Ceremix Plus) wskazuje na odmienną metodę ich otrzymywania. Znaczący wpływ miało stosowanie w metodzie laboratoryjnej (w toku doświadczenia) wody destylowanej, podczas gdy procesy przemysłowe wykorzystują najczęściej odpowiednio uzdatnianą wodę

technologiczną. Dodatkowo pH może być regulowane przez stosowanie dodatku kwasów mineralnych lub biologiczne zakwaszenie [Kunze, 1999]. Pierwsza z metod jest ingerencją przy pomocy dodatkowego czynnika, druga natomiast polega na wykorzystaniu bakterii do produkcji kwasu mlekowego, które normalnie stanowią mikroflorę powierzchni słoðu, a ich hodowla odbywa się w osobnym propagatorze. Istnieje również specjalny rodzaj słoðu, zwany zakwaszającym lub kwaśnym, w którym, na skutek dodatkowego moczenia i odmiennego sposobu suszenia, zawartość kwasu mlekowego wynosi 2-4%. Najprostszym sposobem jest użycie gotowego spożywczeo kwasu mlekowego do regulacji pH zacieru.

Nieduża co do wartości, ale statystycznie istotna zmienność tej cechy, przy analizie wpływu rodzaju surowca niesłodowanego, sugeruje że to rodzaj surowca niesłodowanego, a nie inne czynniki kształtują pH gotowej brzezki. Różnice stwierdzono pomiędzy wariantami pozyskanymi z użyciem grysu kukurydzianego A i B, oraz obłuszczoneo ziarna jęczmienia. Natomiast porównanie pH pomiędzy brzezkami pozyskanymi z udziałem grysu kukurydzianego B i kaszki kukurydzianej B, wykazało statystycznie nieistotne zróżnicowanie. Oba produkty zostały pozyskane z tego samego materiału, w toku przemiału własnego, a więc o potwierdzonym pochodzeniu z tej samej partii.

Należy jednak założyć że modyfikacja przedstawioneo procesu, przez poszerzenie go o kontrolę i korektę pH, może mieć znaczący wpływ na wydajność procesu. Znaczący wpływ wywołany jest przez doprowadzenie zacieru do pH zbliżoneo do optimum działania amylaz, co przekłada się na wyższą wydajność ekstraktu. Optymalnymi wartościami są pH 5,1-5,2. Dodatkowo obserwowane efekty to między innymi: przyspieszony przebieg filtracji, poprawiona stabilność smakowa (na skutek ograniczenie aktywności lipooksygenazy oraz w wypadku stosowania kwasu mlekowego, pobudzanie trawienia). Korekta pH na początku zacierania wiąże się z działaniem fosfatazy, która uwalniając fosforany wpływają na właściwości buforujące, co przekłada się na zwiększenie pH w trakcie zacierania [Kunze, 1999].

W niniejszej pracy wykazano że przy produkcji koncentratów słoðowych filtracja trwająca 60 minut jest wystarczająca do otrzymania 75% objętości wyciągu. Dalsze prowadzenie procesu filtracji powoduje małe przyrosty objętości filtratu.

Sytuacja taka spowodowana jest nie tylko cechami samych wysłodzin, czyli np. zdolnością do zatrzymywania wody. Równie istotny wpływ ma stosowana metoda filtracji, co przekłada się na sposób ułożenia warstwy filtracyjnej. Wymuszony przez przyjętą metodę badawczą sposób filtracji jest stosowany tylko w skali laboratoryjnej. Stosowanie typowo przemysłowych metod może znacząco zmienić sprawność i efektywność procesu filtracji. Jako że produkt otrzymywany w wyniku proponowanego procesu nie jest wykorzystywany w produkcji piwa można również rozpatrzyć prowadzenie filtracji w czasie do 60 minut, a następnie zawrócenie młota do ponownego zacierania.

Wraz z wzrostem udziału surowca niesłodowanego następuje zmniejszenie zawartości składników charakterystycznych dla słodu, przez co gotowy produkt traci charakterystyczne cechy organoleptyczne. Jednocześnie, zacieranie przy użyciu surowców zasobnych w skrobię zawierających związki białkowe w formie trudnej do hydrolizy powoduje zubożenie brzeczki w białko rozpuszczalne, oraz zmniejszenie zawartości wolnego azotu alfa-aminokwasowego (Free Alfa-aminoacid Nitrogen - FAN). Zwłaszcza drugi z tych wskaźników jest kluczowy przy przerobie na napoje fermentowane. Parametr ten bowiem jest obecnie tożsamy z azotem przyswajalnym przez drożdże (Yeast Assimilable Nitrogen - YAN), a niezbędnym dla prawidłowego przebiegu fermentacji [Abernathy i in., 2009]. W toku badań własnych stwierdzono wpływ wzrastającego udziału surowca niesłodowanego na zmniejszanie się wartości FAN. Zauważono, że ani rodzaj stosowanego surowca niesłodowanego, ani stopień rozdrobnienia nie wpływały w sposób znaczący na zawartość FAN w produkcie finalnym.

Podobne tendencje jak dla FAN stwierdzono dla zawartości białka rozpuszczalnego w brzeczkiach. Zawartość białka rozpuszczalnego również ulegała wyraźnemu zmniejszeniu wraz ze zwiększaniem udziału surowca niesłodowanego w zasypie. Podobnie stopień rozdrobnienia nie wpływał na zawartość białka rozpuszczalnego. Zauważono, że jedynie brzeczki kontrolne pozyskane z dodatkiem preparatu Ceremix Plus posiadały zawartość białka rozpuszczalnego zbliżoną do koncentratu handlowego. Prawdopodobnie związane jest to z przyjętym programem

zacierania, który powoduje pozostawienie znacznych ilości białka w młócie w trakcie filtracji.

Niemal identyczne tendencje jak przy ocenie zawartości białka rozpuszczalnego zaobserwowano przy zawartości polipeptydów, traktowanych jako różnica zawartości białka rozpuszczalnego i FAN. Największe zawartości polipeptydów określono w wariantach kontrolnych pozyskanych z samego słodu z użyciem preparatu enzymatycznego Ceremix Plus. Różnice pomiędzy rodzajami surowca niesłodowanego są tu wyraźne. W porównaniu do pozostałych wariantów wytworzonych z użyciem surowców niesłodowanych znacząco większe zawartości polipeptydów określono w brzeczkach wyprodukowanych z dodatkiem obłuszczonego ziarna jęczmienia. Sugeruje to w połączeniu z poprzednimi wynikami iż przyjęta metoda zacierania generuje większe ilości wielkocząsteczkowych polipeptydów.

Negatywny wpływ stosowania zamienników słodu nie przekłada się na cechy technologiczne i użytkowe koncentratów słodowych o zastosowaniu specjalnym (nie piwowarskim). Pod względem odżywczym wszystkie trzy źródła aminokwasów, tzn. białka, peptydy i wolne aminokwasy, są równocenne [Abernathy i in., 2009]. W niektórych zastosowaniach koncentratów, mała zawartość białka może być cechą pożądaną. W innych można zastosować modyfikację procesu zacierania celem zwiększenia zawartości białka rozpuszczalnego w brzeczce. Abernathy i in., [2009] podają, że tylko 25% białek w piwie pochodzi z peptydów większych niż 3,5 kilo daltonów. Fumi i in. [2009] podają, że nie tylko rodzaj surowca wpływa na zawartość związków białkowych (zarówno w postaci azotu ogółem, jak i FAN), ale i sam proces filtracji wpływa na ich zasobność w końcowym produkcie. Inni autorzy [Lloyd, 1986; Taylor i Boyd, 1986; Agu i Palmer, 1998; Glatthar i in., 2003; Fumi i in., 2006; Braekeleirs i in., 2007;] wskazują dodatkowo na istotny wpływ procesu zacierania. Można więc ukierunkowywać profil białkowy produktu (koncentratu słodowego z brzeczek specjalnych) pod kątem specyficznych wymagań przemysłu spożywczego lub konsumenta.

W trakcie badań własnych zauważono, że wraz ze zwiększającym się udziałem surowca niesłodowanego w zacieranej masie wzrasta również ilość węglowodanów w postaci wielocukrów, a zmniejsza udział monosacharydów w koncentracie. Fruktaza

występuje naturalnie w wielu surowcach roślinnych. Mniejsza zawartość glukozy w porównaniu do brzeczek kontrolnych związana jest z brakiem glukoamylazy w stosowanym preparacie enzymatycznym. Tym samym rozkład do glukozy prowadzony jest jako łączny efekt działania alfa- i beta-amylazy na łańcuchy amylozy i amylopektyny, z których składa się skrobia. Te polisacharydowe łańcuchy z których zbudowana jest skrobia nie posiadają ściśle określonej ilości reszt glukozowych w swej budowie, co przekłada się na ilość maltotriozy i glukozy w brzeczce. Ilość maltozy jest ściśle zależna od aktywności beta-amylazy, oraz czasu jej oddziaływania na substrat. O ile aktywność beta-amylazy w niższych temperaturach pozostaje długo zachowana, to przy przekroczeniu temperatury optymalnej (70°C) z czasem zmniejsza się, aż do całkowitej inaktywacji enzymu. Praktyka i badania laboratoryjne dowiodły, że stosowany w niniejszej pracy sposób zacierania kongresowego, pozwala na utrzymanie wysokiej aktywności alfa- i beta-amylazy wystarczająco długo by otrzymać brzeczki zasobne w cukry fermentujące. W technologii piwowarskiej i gorzelniczej mała zawartość cukrów fermentujących zmniejsza ostateczny stopień odfermentowania brzeczki [Devantier i in., 2005]. Przy produkcji koncentratów zmniejszona zawartość cukrów fermentujących może być zaletą. Spożywanie węglowodanów w postaci wielocukrów przekłada się na dłuższe wchłanianie ich przez organizm, a tym samym stopniowe uwalnianie energii zgromadzonej w takim produkcie. Gdyby istniała potrzeba wzbogacenia koncentratu słodowego w glukozę można łatwo zwiększyć jej zawartość, wykorzystując preparaty enzymatyczne zawierające glukoamylazę, nawet po zacieraniu. Ilość wytworzonej glukozy można regulować kontrolując dawkę preparatu oraz czas jego działania [Devantier i in., 2005]. Zaobserwowano że zwiększający się udział surowca niesłodowanego nie zwiększa zawartości ekstraktu niefermentującego. Jednocześnie odnotowano wpływ rodzaju surowca niesłodowanego oraz jego rozdrobnienia. Bardziej rozdrobniony surowiec niesłodowany (np. kaszki kukurydziane) umożliwiał otrzymywanie brzeczek o mniejszych zawartościach ekstraktu niefermentującego. Zjawisko takie wskazuje na niepełne wykorzystanie skleikowanej skrobi. Część długołańcuchowych polisacharydów prawdopodobnie pozostaje zatrzymana w młócie. Zasadne wydaje się podjęcie badań nad zawartością ekstraktu w młócie. Stosowanie „podwójnego

zacierania” lub dodatku młóta do nowego zacieru może zwiększyć efektywność procesu. Zasadne wydaje się też dalsze modyfikowanie procesu wstępnej obróbki surowca niesłodowanego, oraz procesu zacierania, w celu zwiększania wydajności lub składu brzezki. Największe zawartości ekstraktu niefermentującego określono w wariantach z udziałem obłuszczonego ziarna jęczmienia. Wartości te były nawet większe niż w koncentracie handlowym. Potwierdza to założenie że zacieranie z udziałem niesłodowanego ziarna jęczmienia wymaga mniej intensywnych procesów przygotowywania tego surowca niż produktów przemiału bielma kukurydzy.

Koncentraty słodowe swoje szerokie spektrum zastosowania zawdzięczają zróżnicowanemu składowi. Producenci [British DiaMalt i Sladovna] informują że w skład koncentratów słodowych wchodzi nie tylko węglowodany, ale również białka (4-7%), oraz substancje mineralne (1-2%). Nieliczne źródła literaturowe informują o pozytywnym wpływie stosowania koncentratów w piekarnictwie [Bogdański, 1966; Kunze, 1999; Błażewicz i Borek, 1999]. W przemyśle piekarniczym źródłem informacji o możliwościach technologicznych ekstraktów słodowych są głównie reklamy producentów [Wytwórnia Koncentratów Słodowych Wolsztyn; Sladovna] i dystrybutorów zaopatrujących piekarnie [Drosol]. Poprawa parametrów wyrobów piekarniczych związana jest nie tylko z obecnością łatwo przyswajalnych przez drożdże piekarnicze form węglowodanów i aminokwasów. Ważnym czynnikiem wydają się być również mikro- i makro elementy, pełniące funkcje kofaktorów enzymów. Należy podkreślić że w prezentowanych badaniach stosowano wodę destylowaną, tym samym pierwiastki mineralne pochodziły wyłącznie ze stosowanych słodów i surowców niesłodowanych.

Przyjęta w doświadczeniu metoda produkcji koncentratów powodowała istotne zmniejszenie zawartości wapnia, magnezu i żelaza wraz ze zwiększającym się udziałem surowca niesłodowanego w zasypie. Wyniki wskazują że tendencja ta nie ma charakteru liniowego. Podobna tendencja dotyczy potasu, choć analiza statystyczna nie wykazała istotnego obniżenia zawartości tego pierwiastka. Badania wykazały że wprowadzenie surowca niesłodowanego spowodowało zwiększoną zawartość sodu, w porównaniu do koncentratu handlowego. Należy jednak zauważyć że próby kontrolne pozyskane z słodów charakteryzowały się zawartością sodu zbliżoną

zarówno do wariantów wytworzonych z udziałem surowca niesłodowanego, jak i koncentratu handlowego. Można zakładać że związane jest to z metodą usuwania wody w procesie zagęszczania.

Rodzaj stosowanego surowca niesłodowanego, oraz jego stopień rozdrobnienia, zasadniczo nie różnicowały zawartości potasu, sodu, wapnia, magnezu i żelaza, choć należy odnotować że wprowadzenie produktów przemiału kukurydzy obniżyło zawartość potasu, wapnia, magnezu i żelaza w porównaniu do prób kontrolnych z samego słod. Związane jest to ze specyfiką otrzymywania tego materiału, który jest otrzymywany przez przemiał bielma kukurydzy. Tym samym zawiera głównie skrobię. Jedyny wyjątek stanowiła kaszka kukurydziana A, która spowodowała znaczące zwiększenie zawartości sodu w koncentraty wytworzonych z jej udziałem. Zaobserwowano również, że stosowane w badaniach obłuszczone ziarno jęczmienia wprowadzało do koncentratów potas, sód i magnez w ilościach porównywalnych do słod.

Stosowana w niniejszej pracy metoda zagęszczania wyparnego powodowała że wszystkie minerały znajdujące się w brzeczki były przenoszone do koncentratów. Stosowanie uzdatnionej wody w procesach przemysłowych może zasadniczo zmienić obserwowane tendencje. Może to być metoda na wzbogacanie otrzymanych produktów w wybrane minerały.

Otrzymywane w niniejszej pracy koncentraty słodowe ze względu na zawartość w swoim składzie zarówno węglowodanów, białek jak i minerałów mogą stanowić dodatek lub surowiec bazowy do produkcji napojów energetycznych i izotonicznych dla sportowców lub wysokoenergetycznych odżywek dla rekonwalescentów. Dodatkowo poddanie ich fermentacji bakteriami kwasu mlekowego może pozwolić uzyskać napoje fermentowane o właściwościach probiotycznych. Nie brak bowiem wzmianek literaturowych iż wyciągi wodne ze słod oraz zbóż pełnią rolę osłonową dla bakterii kwasu mlekowego w jelitach człowieka [Michida i in.; 2006]. Fermentowane napoje zbożowe, posiadają większość zalet napojów na bazie mleka. Nie zawierają jednak tak dużych ilości tłuszczów, oraz mogą być spożywane przez osoby z nietolerancją laktozy. Mogą być także ciekawą propozycją dla wegetarian [Voldřich M. i in., 2004]. Prace nad możliwościami otrzymywania tego typu

produktów były prowadzone przez inne zespoły badawcze, a produkty otrzymane przez zacieranie infuzyjne, charakteryzowały się wysoką wartością organoleptyczną, oraz korzystnymi cechami technologicznymi. Należy jednocześnie zauważyć że produkty otrzymywane z ziarna jęczmienia i owsa zawierają duże ilości beta-glukanu, co może pozwolić na zaliczenie takich produktów do prebiotyków. Beta-glukan pobudza bowiem wzrost mikroorganizmów probiotycznych, dla których jest źródłem węgla, a jednocześnie sam może stanowić funkcjonalny składnik żywności [Baik i Ullrich; 2008]. Produkty, powstałe w wyniku fermentacji z wykorzystaniem wybranych szczepów bakterii z rodzaju *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*, mogą więc być nazywane synbiotykami ze względu na cechy probiotyku i prebiotyku [Pawłowska i in., 2010]. Tym samym stosowanie koncentratów słodowych wydaje się bardziej zasadne i wszechstronne, niż stosowanie syropów skrobiowych, zawierających jedynie węglowodany.

Kolejnym kierunkiem zastosowania przedstawionych technologii może być pozyskiwanie produktów o obniżonej lub zerowej zawartości glutenu, będących jedynym źródłem pokarmu dla osób cierpiących na celiakię. Należy jednak mieć na uwadze rynek na który produkowany jest produkt. O ile w Europie Codex Alimentarius [2008] określa dopuszczalną zawartość glutenu jako <20mg w 1kg gotowego produktu, to ustawodawstwo USA [Food and Drug Administration] dopuszcza tylko produkty powstałe z surowców całkowicie nie zawierających glutenu. Dalsze udoskonalanie technologii może pozwolić na uzyskanie produktu o charakterystyce zbliżonej do akceptowanej przez konsumentów, a jednocześnie pozyskanego wyłącznie z ziarna zbóż bezglutenowych.

Dobór surowca niesłodowanego, jak i preparatów enzymatycznych wspomagających proces technologiczny pełni kluczową rolę przy ustalaniu metodyki postępowania [Lloyd, 1986; Glatthar i in., 2003; Braekeleirs i in., 2007].

Dodatkowo ważnym aspektem jest ekonomia procesu otrzymywania koncentratów słodowych. Należy zaznaczyć, że słód jako surowiec wstępnie przetworzony zawsze będzie droższy niż surowiec niesłodowany. Wspomaganie procesu zacierania enzymami zewnętrznymi w formie preparatów enzymatycznych, mimo poniesionego nakładu finansowego, daje lepsze efekty ekonomiczne niż

stosowanie samego słoðu [Solarek, 2000; materiały reklamowe Novozymes]. Potwierdzają to również wyniki kalkulacji dla produkcji etanolu [Franceschin i in., 2008]. Ważnym czynnikiem ekonomicznym jest nie tylko cena surowców i materiałów, ale również ilość energii używanej do kleikowania zacieranej masy. Tu dodatkowo objawia się korzyść z stosowania preparatów enzymatycznych. Ich użycie może bowiem pozwolić na obniżenie temperatury procesu wstępnej obróbki [Lim i in., 2003; Shariffa i in., 2009; Li i in., 2012], co zmniejsza nakłady energetyczne. Tym samym kalkulacje wskazują że najbardziej ekonomicznym sposobem jest kleikowanie połączone z upłynnieniem surowca niesłodowanego. Upłynnianie przy pomocy termostabilnego enzymu pozwala na szybkie, a tym samym na tanie przeprowadzenie procesu. W wypadku produktów przemiału kukurydzy (ziarno pozbawione zarodka) niemal całą masę tworzącą ekstrakt stanowi skrobia. Tym samym przygotowanie kaszek i grysów kukurydzianych może zostać ograniczone do kleikowania i upłynniania. Stosowanie ziarna jęczmienia lub innych surowców niesłodowanych, zawierających w swoim składzie znaczące udziały innych substancji, np. białek, polisacharydów nieskrobiowych, może wymusić stosowanie bardziej złożonego podejścia. Stosowanie enzymów proteolitycznych może w takim układzie pozwolić na regulowanie zawartości aminokwasów i peptydów w koncentraty.

Gdy udział surowca niesłodowanego nie przekracza 40%, jak stosowane czasem w piwowarstwie przemysłowym, zazwyczaj wystarcza nieznaczna modyfikacja procesu zacierania, polegająca na wydłużeniu przerw w 45-50°C, celem hydrolizy białek i beta-glukanów pochodzących z surowca niesłodowanego. Proponowane w niniejszej pracy koncentraty wytwarzane były z znacząco wyższymi udziałami surowców niesłodowanych. Tym samym przemysłowa produkcja koncentratów słodowych z użyciem jęczmienia niesłodowanego może wymagać stosowania dodatkowych preparatów enzymatycznych, których zadaniem będzie hydroliza niepożądanych form substancji białkowych.

7. Wnioski

- 1) Stosowanie surowca niesłodowanego w formie grysu i kaszek kukurydzianych, w ilości 40, 60 i 80% zasypu, pozwala na otrzymywanie brzeczek specjalnych w warunkach warzelni browaru, będących półproduktem do pozyskiwania koncentratów spożywczych. Zmniejszenie zawartości produktów hydrolizy enzymatycznej białek w brzeczkach, w wyniku dużej suplementacji słodu, uniemożliwia ich wykorzystanie do celów piwowarskich.
- 2) Kleikowanie grysu i kaszek kukurydzianych oraz grysu z obłuszczonego ziarna jęczmienia (stosunek surowca do wody 1:5), z dodatkiem preparatu enzymatycznego Termamyl 120L, w temperaturze 75°C, w ciągu 45 minut, pozwala na dobre przygotowanie tych surowców niesłodowanych do pozyskiwania brzeczek specjalnych klasyczną metodą infuzyjną.
- 3) Uzupełnienie słodu pilzneńskiego i karmelowego jasnego, preparatem enzymatycznym Ceremix Plus, pozwala na zacieranie z 40 i 60% udziałem grysu kukurydzianego, a otrzymane wyciągi charakteryzują się akceptowalnymi, według normatywów piwowarskich, czasami scukrzania zacierów, objętościami końcowymi i zawartością ekstraktu w brzeczkach.
- 4) Przydatność kaszek kukurydzianych, w trakcie pozyskiwania brzeczek specjalnych, do produkcji koncentratów typu spożywczego, zależy głównie od ich granulacji. Nadmierne ich rozdrobnienie utrudnia pozyskiwanie i pogarsza jakość brzeczek.
- 5) Zastosowanie produktów przemiału bielma kukurydzy jako zamiennika 40% słodu zwiększa uproszczoną wydajność zacierania warzelni; 60% słodu umożliwia zachowanie uproszczonej wydajności zacierania zbliżonej do wartości osiąganych dla samego słodu; zamiana 80% słodu surowcem niesłodowanym zmniejsza uproszczoną wydajność warzelni, a także procentowy udział dekstryn w koncentratkach, co sugeruje niepełne wykorzystanie substancji ekstraktywnych wsadu surowcowego.
- 6) Wzrastający udział surowca niesłodowanego w zasypie powoduje zmniejszanie w koncentracie słodowym zawartości białek rozpuszczalnych i wolnego azotu

alfa-aminokwasowego, a zawartość produktów hydrolizy peptydów w koncentratkach jest bardziej zależna od typu surowca (ziarno jęczmienia lub produkty przemiału bielma kukurydzy), niż od stopnia jego rozdrobnienia.

- 7) Stosowanie zwiększającego się od 40 do 80% udziału surowca niesłodowanego powoduje w koncentratkach, w porównaniu do ekstraktów słodowych pozyskanych z samego siodu, zwiększanie zawartości polimerów składających się z 3 i więcej grup glukozowych, oraz zmniejszanie się udziału glukozy.
- 8) Zawartość składników mineralnych w koncentratkach słodowych pozyskanych z dużym, 40-80% udziałem surowca niesłodowanego, jest zależna bardziej od jego rodzaju niż procentowego udziału w zasypie.

8. Literatura

Abernathy D. G., Spedding G., Starcher B.; 2009; Analysis of protein and total usable nitrogen in beer and wine using a microwell ninhydrin assay; *Journal of the Institute of Brewing*, 115(2), 122-127.

Agu R., Palmer G.; 1998; A reassessment of sorghum for lager-beer brewing; *Bioresource Technology*, 66, 253-261.

Baik B.-K., Ullrich S. E.; 2008; Barley for food: Characteristics, improvement, and renewed interest; *Journal of Cereal Science*, 48, 233–242.

Barman T.E.; 1969; *Enzyme Handbook Vol. II*; Springer-Verlag, New York. 560.

Błażewicz J., Borek M.; 1999; Zastosowanie ekstraktów słodowych typu piekarniczego w przemyśle spożywczym; *Cukiernictwo*, 2, 15.

Błażewicz J., Figiel A., Stepień B., Peroń S.; 2002; Influence of unmalted grain on the properties of thickened malt worts; *Acta Agrophysica*, 77, 7-14.

Błażewicz J., Musiał D.; 2002; Substytucja słoðu przy produkcji brzeczki; *Materiały: VII Szkoły Technologii Fermentacji*, Łódź, 77-89.

Błażewicz J., Rytel E.; 2003; Wpływ produktów hydrolizy enzymatycznej polisacharydów nieskrobiowych na cechy piwa pszenżytniego; *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, 2(1), 75-82.

Błażewicz J., Zembold-Guła A., Szwed Ł.; 2009; Worts production with addition of milled corn products; *Food Technology Operations – New Vistas*; Wydawnictwo UP we Wrocławiu Ed. By Kopeć W., Korzeniowska M., 160-168.

Błażewicz J., Zembold-Guła A.; 2007a; Milled corn products in worts production; *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, Vol. 57, No. 4(A), pp. 41-44.

Błażewicz J., Zembold-Guła A.; 2007b; Produkty przemiału ziarna kukurydzy w technologii otrzymywania brzeczek; Materiały: XII Szkoły Technologii Fermentacji, Wrocław-Kliczków, 127-142.

Błażewicz J.; 2002; Wpływ zastosowania w czasie zacierania preparatu enzymatycznego Ultraflo L na właściwości zagęszczonych i wysuszonych ekstraktów słodowych; Acta Scientiarum Polonorum; Biotechnologia 1(1-2), 19-28.

Błażewicz J.; 2003; Możliwości zastosowania produktów przemiału polskiej kukurydzy w piwowarstwie; Materiały: VIII Szkoła Technologii Fermentacji, Jamrozowa Polana, 102-117.

Błażewicz J.; 2004; Właściwości brzeczek i koncentratów słodowych otrzymanych z użyciem skrobi ziemniaczanej, ziarna pszenżyta i jęczmienia jako zamienników słodu; Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu, 491, Rozprawy CCXVII, 1-94.

Błażewicz J.; 2006; Zastosowanie surowców niesłodowanych w produkcji piwa; Materiały: XI Szkoły Technologii Fermentacji, Łódź, 132-146.

Bogdański K.; 1966; Zarys technologii koncentratów żywnościowych, witaminowych i odżywek; PWN Warszawa.

Braekeleirs R., Vandenbussche J., Harmegnies F.; 2007; Practical experiences with mash filtration on thin-bed filter from brews made with several kinds of raw material; Technical Quarterly Master Brewers Association of Americas, 44, 121-126.

BS EN ISO:10520:1998 Native starch. Determination of starch content. Ewers polarimetric method. ISBN: 0 508303950

Charalambous G.; 1981; Nitrogenous constituent of beer; Brewing Science vol no2. edited by Pollock, Academic Press new York, 196-214.

Codex Alimentarius standard 118- Standard for Foods for Special Dietary Use for Persons Intolerant to Gluten; 1981; revision 2008

Devantier R., Pedersen S., Olsson L.; 2005; Characterization of very high gravity ethanol fermentation of corn mash. Effect of glucoamylase dosage, pre-saccharification and yeast strain; *Applied Microbiology and Biotechnology*, 68, 622–629.

Food and Drug Administration, Title II of Public Law 108-282, also known as the Food Allergen Labeling and Consumer Protection Act of 2004 (FALCPA)

Franceschin G., Zamboni A., Bezzo F., Bertucco A.; 2008; Ethanol from corn: a technical and economical assessment based on different scenarios; *Chemical Engineering Research and Design* 86, 488–498.

Fumi M., Galli R., Donadini G.; 2006; Brewing process and phenolic compounds in beer. Proceeding Convention 2006 - The institute of Brewing & Distilling – Asia Pacific Section – Hobart, Tasmania.

Giraud E.L., Gosselin L., Marin B., Parada J.L., Raimbault M.; 1993; Purification and characterization of an external amylase activity from *Lactobacillus plantarum* strain A6; *Journal of Bacteriology*, 75, 276-282.

Glatthar J., Heinisch J., Senn T.; 2003; The use of unmalted triticale in brewing and it's effect on wort and beer quality; *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 61, 182-190.

Imam S.H., Burgess-Cassler A., Cote S.L., Gordon S.H.; 1991; A study of cornstarch granule digestion by an unusually high molecular weight alfa-amylase secreted by *Lactobacillus amylovorus*; *Current Microbiology*, 22, 365-370.

Jarosz M., Bułhak-Jachymczyk B.; 2008; Normy żywienia człowieka. Podstawy prewencji otyłości i chorób niezakaźnych.; wyd.1, PZWL, Warszawa.

Jurek K., Błażewicz J., Petrów A.; 2004; Właściwości piw wytwarzanych za dodatkiem produktów przemiału ziarna kukurydzy w warunkach uproszczonej technologii; *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, 3(40) Supl., 109-118.

Kunze W.; 1999; Technologia piwa i słodu; Piwochmiel Sp. z o.o. Warszawa.

Li J., Vasanthan T., Bressler D.C.; 2012; Improved cold starch hydrolysis with urea addition and heat treatment at subgelatinization temperature; Carbohydrate Polymers 87, 1649– 1656.

Lim L.H., Macdonald D.G., Hill G.A.; 2003; Hydrolysis of starch particles using immobilized barley α -amylase; Biochemical Engineering Journal, 13, 53–62.

Lloyd W.; 1986; Centenary review- adjuncts; Journal of the Institute of Brewing, 92, 336-345.

Medda S., Chandra A.; 1980; New Strains of *Bacillus licheniformis* and *Bacillus coagulans* producing thermostable α -amylase active at alkaline pH; The Journal of Applied Bacteriology, 48, 47-58.

Michida H., Tamalampudi S., Pandiella S.S., Webb C., Fukuda H., Kondo A.; 2006; Effect of cereal extracts and cereal fiber on viability of *Lactobacillus plantarum* under gastrointestinal tract conditions; Biochemical Engineering Journal, 28, 73–78.

Morgan F.J., Priest F.G.; 1981; Characterization of a Thermostable α -Amylase from *Bacillus licheniformis* NCIB 6346; The Journal of Applied Bacteriology, 50, 107-114.

Mousia Z., Balkin R.C., Pandiella S.S., Webb C.; 2004; The effect of milling parameters on starch hydrolysis of milled malt in the brewing process; Process Biochemistry, 39, 2213–2219.

Nogueira L. C., Silva F., Ferreira I. M.P.L.V.O., Trugo L.C.; 2005; Separation and quantification of beer carbohydrates by high-performance liquid chromatography with evaporative light scattering detection; Journal of Chromatography A, 1065, 207–210.

Pawłowska P., Diowkisz A., Kordialik-Bogacka E.; 2010; Zboża jako surowiec do produkcji funkcjonalnych napojów fermentowanych; Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny, 10/2010, 16-18.

Pharmaceutical Society of Great Britain; 1907; British pharmaceutical codex. 401–404.

Rodziewicz A.; 2000; Biosynteza i właściwości biotechnologiczne pozakomórkowych amylaz bakterii z rodzaju *Bacillus*; Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu, Technologia Żywności, Rozprawy Habilitacyjne, 388.

Schomburg D., Salzmann M.; 1991; The Enzyme Handbook Vol.4; Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 7.

Shariffa Y.N., Karim A.A., Fazilah A., Zaidul I.S.M.; 2009; Enzymatic hydrolysis of granular native and mildly heat-treated tapioca and sweet potato starches at sub-gelatinization temperature; Food Hydrocolloids, 23, 434–440.

Solarek L., Cissowski J.; 2005; Mikrobiologiczne preparaty enzymatyczne Novozymes A/S w technologii piwowarstwa; Materiały X Szkoły Technologii Fermentacji.

Solarek L.; 2000; Stosowanie enzymów mikrobiologicznych Novo Nordisk w celu zwiększenia stopnia odfermentowania piwa; Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny, 4, 21–23.

Solarek L.; 2001; Kleikowanie i upłynnianie surowców skrobiowych niesłodowanych z zastosowaniem enzymów mikrobiologicznych Novozymes; Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny, 12, 10.

Sole S.; 2003; The naked truth; Brewers Guardian, August 2003, 19-22.

Soral-Śmietana M., Wronkowska M.; 1999; Czy skrobia odporna na hydrolizę enzymatyczną może zastąpić błonnik pokarmowy?; Przemysł Spożywczy, 7, 22-24.

Taylor J., Boyd H.; 1986; Free alfa-amino nitrogen production in sorghum beer mashing; Journal of the Science of Food and Agriculture, 37, 1109-1117.

Voldřich M., Dobiáš J., Tichá L., Čeřovský M., Krátká J.; 2004; Resistance of vegetative cells and acrospores of heat resistant mould *Talaromyces avellanus* to high pressure treatment in apple juice; *Journal of Food Engineering*, 61(4), 541-543.

Zembold-Guła A., Błazewicz J.; 2007; Wpływ modyfikacji czasu słodowania ziarna jęczmienia na cechy brzeczek otrzymanych z udziałem grysu kukurydzianego; *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, 5(54), 75-81.

Zielińska K.J., Stecka K.M., Miecznikowski A.H., Sutarska A.M.; 2000; Degradacja surowej skrobi ziemniaczanej przez amylazy bakterii fermentacji mlekowej; *Prace Instytutów i Laboratoriów Badawczych Przemysłu Spożywczego*, 55, 22-29.

Strony internetowe:

Novozymes- <http://www.novozymes.com/en/solutions/food-and-beverages/brewing/cost-effective-cereal-cooking/Pages/default.aspx>

SPORO- http://www.sporo.pl/index.php?d=wyniki&s=280&c=20&dzial=s&wojewodztwo=&nazwa=&opis=&indeks_lista

Drosol- <http://www.drosol.pl/index.php/produkty/piekarnictwo/zakwasy-piekarskie>

9. Indeks tabel i rysunków

Tabele :

Tabela 1. Zawartość skrobi w surowcach niesłodowanych.....	24
Tabela 2. Procentowy udział frakcji w badanym materiale.....	25
Tabela 3. Warianty wykorzystania surowców niesłodowanych w aspekcie kleikowania i zacierania oraz zastosowania preparatów enzymatycznych.	27

Rysunki :

Rysunek 1. Sposób otrzymywania koncentratów słodowych.....	1
Rysunek 2. Temperatura i czas trwania etapów kleikowania i zacierania.....	19
Rysunek 3. Wpływ typu słod, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na czas scukrzania zacieru.	29
Rysunek 4. Wpływ udziału surowca niesłodowanego i rodzaju kaszki kukurydzianej na czas scukrzania.	30
Rysunek 5. Wpływ typu słod, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość ekstraktu w brzeczkach laboratoryjnych.....	31
Rysunek 6. Wpływ typu słod, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na objętość końcową brzeczek laboratoryjnych.	33
Rysunek 7. Wpływ typu słod, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na uproszczoną efektywność warzelni.....	35
Rysunek 8. Wpływ udziału grysu kukurydzianego A na uproszczoną efektywność warzelni mieszaniny ze słodem pilzneńskim.....	36
Rysunek 9. Wpływ udziału grysu kukurydzianego A na uproszczoną efektywność warzelni mieszaniny ze słodem karmelowym jasnym.	37
Rysunek 10. Wpływ udziału grysu kukurydzianego B na uproszczoną efektywność warzelni mieszaniny ze słodem pilzneńskim.....	37
Rysunek 11. Wpływ udziału grysu kukurydzianego B na uproszczoną efektywność warzelni mieszaniny ze słodem karmelowym jasnym.	38
Rysunek 12. Wpływ udziału kaszki kukurydzianej A na uproszczoną efektywność warzelni mieszaniny ze słodem pilzneńskim.....	38
Rysunek 13. Wpływ udziału kaszki kukurydzianej A na uproszczoną efektywność warzelni mieszaniny ze słodem karmelowym jasnym.	39
Rysunek 14. Wpływ udziału kaszki kukurydzianej B na uproszczoną efektywność warzelni mieszaniny ze słodem pilzneńskim.....	39
Rysunek 15. Wpływ udziału kaszki kukurydzianej B na uproszczoną efektywność warzelni mieszaniny ze słodem karmelowym jasnym.....	40
Rysunek 16. Wpływ udziału obłuszczonego ziarna jęczmienia na uproszczoną efektywność warzelni mieszaniny ze słodem pilzneńskim.....	40
Rysunek 17. Wpływ udziału obłuszczonego ziarna jęczmienia na uproszczoną efektywność warzelni mieszaniny ze słodem karmelowym jasnym.....	41
Rysunek 18. Wpływ typu słod, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na pH brzeczek laboratoryjnych.	43
Rysunek 19. Czas spływu brzeczek pozyskanych z samych słodów zacieranych bez i w obecności preparatu enzymatycznego Ceremix Plus MG.	44
Rysunek 20. Czas spływu brzeczek pozyskanych ze słod karmelowego jasnego zacieranego z 40, 60 oraz 80% udziałem kaszki kukurydzianej A.....	45
Rysunek 21. Czas spływu brzeczek pozyskanych ze słod pilzneńskiego zacieranego z 40, 60 oraz 80% udziałem kaszki kukurydzianej A.....	45

Rysunek 22. Czas spływu brzeczek pozyskanych ze słoju karmelowego jasnego zacieranego z 40, 60 oraz 80% udziałem grysu kukurydzianego A.	46
Rysunek 23. Czas spływu brzeczek pozyskanych ze słoju pilzneńskiego zacieranego z 40, 60 oraz 80% udziałem grysu kukurydzianego A.	46
Rysunek 24. Czas spływu brzeczek pozyskanych ze słoju karmelowego jasnego zacieranego z 40, 60 oraz 80% udziałem kaszki kukurydzianej B.	47
Rysunek 25. Czas spływu brzeczek pozyskanych ze słoju pilzneńskiego zacieranego z 40, 60 oraz 80% udziałem kaszki kukurydzianej B.	47
Rysunek 26. Czas spływu brzeczek pozyskanych ze słoju karmelowego jasnego zacieranego z 40, 60 oraz 80% udziałem i grysu kukurydzianego B.	48
Rysunek 27. Czas spływu brzeczek pozyskanych ze słoju pilzneńskiego zacieranego z 40, 60 oraz 80% udziałem grysu kukurydzianego B.	48
Rysunek 28. Czas spływu brzeczek pozyskanych ze słoju karmelowego jasnego zacieranego z 40, 60 oraz 80% udziałem obłuszczonego jęczmienia.	49
Rysunek 29. Czas spływu brzeczek pozyskanych ze słoju pilzneńskiego zacieranego z 40, 60 oraz 80% udziałem obłuszczonego jęczmienia.	49
Rysunek 30. Wpływ typu słoju, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość wolnego azotu alfa-aminokwasowego (FAN) w brzeczkach 12°P.	51
Rysunek 31. Wpływ typu słoju, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość białka rozpuszczalnego w brzeczkach 12°P.	53
Rysunek 32. Wpływ typu słoju, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość substancji polipeptydowych w brzeczkach 12°P.	55
Rysunek 33. Wpływ typu słoju, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość glukozy w brzeczkach 12°P.	57
Rysunek 34. Wpływ typu słoju, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość fruktozy w brzeczkach 12°P.	58
Rysunek 35. Wpływ typu słoju, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość maltozy w brzeczkach 12°P.	60
Rysunek 36. Wpływ typu słoju, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość maltotriozy w brzeczkach 12°P.	61
Rysunek 37. Wpływ typu słoju, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość maltotetraozy w brzeczkach 12°P.	63
Rysunek 38. Wpływ typu słoju, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość dekstryn i ekstraktu niefermentującego w brzeczkach 12°P.	65
Rysunek 39. Zawartość substancji budujących ekstrakt w brzeczkach 12°P pozyskanych z słoju pilzneńskiego i grysu kukurydzianego A w zależności od udziału surowca niesłodowanego.	67
Rysunek 40. Zawartość substancji budujących ekstrakt w brzeczkach 12°P pozyskanych z słoju pilzneńskiego i grysu kukurydzianego B w zależności od udziału surowca niesłodowanego.	67
Rysunek 41. Zawartość substancji budujących ekstrakt w brzeczkach 12°P pozyskanych z słoju pilzneńskiego i kaszki kukurydzianej A w zależności od udziału surowca niesłodowanego.	68
Rysunek 42. Zawartość substancji budujących ekstrakt w brzeczkach 12°P pozyskanych z słoju pilzneńskiego i kaszki kukurydzianej B w zależności od udziału surowca niesłodowanego.	68
Rysunek 43. Zawartość substancji budujących ekstrakt w brzeczkach 12°P pozyskanych z słoju pilzneńskiego i obłuszczonego ziarna jęczmienia w zależności od udziału surowca niesłodowanego.	69

Rysunek 44. Zawartość substancji budujących ekstrakt w brzeczkach 12°P pozyskanych z sło­du karmelowego jasnego i grysu kukurydzianego A w zależności od udziału surowca niesłodowanego.	69
Rysunek 45. Zawartość substancji budujących ekstrakt w brzeczkach 12°P pozyskanych z sło­du karmelowego jasnego i grysu kukurydzianego B w zależności od udziału surowca niesłodowanego.	70
Rysunek 46. Zawartość substancji budujących ekstrakt w brzeczkach 12°P pozyskanych z sło­du karmelowego jasnego i kaszki kukurydzianej A w zależności od udziału surowca niesłodowanego.	70
Rysunek 47. Zawartość substancji budujących ekstrakt w brzeczkach 12°P pozyskanych z sło­du karmelowego jasnego i kaszki kukurydzianej B w zależności od udziału surowca niesłodowanego.	71
Rysunek 48. Zawartość substancji budujących ekstrakt w brzeczkach 12°P pozyskanych z sło­du karmelowego jasnego i obłuszczonego ziarna jęczmienia w zależności od udziału surowca niesłodowanego.	71
Rysunek 49. Wpływ typu sło­du, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość potasu w koncentratkach.	73
Rysunek 50. Wpływ typu sło­du, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość sodu w koncentratkach.	75
Rysunek 51. Wpływ typu sło­du, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość wapnia w koncentratkach.	77
Rysunek 52. Wpływ typu sło­du, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość magnezu w koncentratkach.	79
Rysunek 53. Wpływ typu sło­du, udziału surowca niesłodowanego i rodzaju surowca niesłodowanego na zawartość żelaza w koncentratkach.	80