

KONDYCJONOWANIE KUKURYDZY DO PRODUKCJI BIOETANOLU

Teresa Krzyśko-Łupicka[✉], Magdalena Kręcidło, Łukasz Kręcidło,
Magdalena Mysłək

Uniwersytet Opolski

Streszczenie. Wydajność produkcji bioetanolu zależy od jakości ziarna kukurydzy oraz zawartości szkodliwych dla gorzelnianych drożdży metabolitów. Niepożądane procesy mikrobiologiczne zachodzące w wilgotnym ziarnie kukurydzy powodują obniżenie wydajności alkoholu. Z tego powodu ziarno nie nadaje się do dłuższego przechowywania bez konieczności dosuszania, co powoduje wzrost kosztów i ceny surowca. W praktyce ziarno przechowywane jest w warunkach beztlenowych, w tzw. rękawach, i/lub konserwowane związkami chemicznymi, które mogą zaburzać proces technologiczny. Celem badań była ocena skuteczności preparatu ANTY-CYD, wprowadzonego metodą zamglawiania do cyklu technologicznego w przemysłowej produkcji bioetanolu z ziarna kukurydzy przechowywanego w rękawach. Metodą hodowlaną oznaczono liczebność mikrobioty ziarna kukurydzy. Równolegle oznaczono pH i suchą masę próbek. Obiecujące wyniki uzyskano, stosując zamglawianie ekologicznym preparatem ANTY-CYD. W konsekwencji uzyskano poprawę jakości surowca – wyraźne obniżenie ogólnej liczebności bakterii, dzikich drożdży i grzybów strzępkowych oraz bakterii fermentacji mlekowej i beztlenowych.

Słowa kluczowe: ziarno kukurydzy, produkcja bioetanolu, ANTY-CYD

WSTĘP

Bioetanol to bezwodny alkohol etylowy produkowany z biomasy lub biodegradowalnych odpadów. Jego produkcja ma znaczenie strategiczne, ponieważ stanowi odnawialne źródło energii, zmniejszając zależność od importu ropy naftowej, a także przynosi dodatkowe dochody rolnikom. Kluczową rolę w produkcji bioetanolu odgrywa duża zawartość skrobi w surowcu i efektywność fermentacji alkoholowej. Surowcami do produkcji bio-

[✉]teresak@uni.opole.pl

etanolu w świecie są: trzcina cukrowa (Ameryka Południowa), kukurydza (USA i Kanada), a w krajach UE – zboża, burak cukrowy i ziemniaki [Szymanowska i Grajek 2009, Gumienna i in. 2013, Malinowska i in. 2014]. Najtańszym i najwydajniejszym z surowców do produkcji bioetanolu jest ziarno kukurydzy. Z 1 t ziarna kukurydzy uzyskuje się 370–410 dm³ bioetanolu, to jest ponadczterokrotnie więcej niż z 1 t buraków cukrowych i ponadtrzykrotnie więcej niż z 1 t ziemniaków. Ziarno kukurydzy charakteryzuje się dużą zawartością skrobi, nawet 76% [Sapińska i in. 2011], i związaną z tym dużą wydajnością alkoholu, a także uzyskiwaniem korzystnych produktów ubocznych [Kawa-Rygielska 2007, Dynkowska 2009, Świątkiewicz i in. 2014]. Warunki klimatyczne Polski sprawiają, że w momencie zbioru, nawet w początkach pory zimowej, ziarno kukurydzy cechuje znaczna wilgotność w granicach 30–38% [Warzecha 2005], porażenie przez patogeny grzybowe i bakteryjne oraz podwyższone stężenie mykotoksyn [Kłosowski i in. 2010]. Toksynotwórcze grzyby pleśniowe rozwijają się i produkują toksyny zarówno w czasie wegetacji roślin, jak i podczas magazynowania ziarniaków w niewłaściwych warunkach. W warunkach polowych główny problem stanowią grzyby rodzaju *Fusarium* i tworzone przez nie mykotoksyny fuzaryjne [Wolny-Koładka 2014], a w trakcie przechowywania – *Penicillium* i *Aspergillus* [Fandohan i in. 2005]. Niepożądane procesy mikrobiologiczne zachodzące w wilgotnym ziarnie powodują zagrożenie dla przebiegu procesu fermentacji (obniżenie wydajności alkoholu średnio o 1 dm³ EtOH·100 kg⁻¹) i jakości surowego alkoholu oraz wywaru gorzelniczego częściowo zawracanego do kadzi fermentacyjnych lub wykorzystywanego jako pasza [Kłosowski i in. 2010, Świątkiewicz i in. 2014]. Niebezpieczeństwo potęguje migracja mykotoksyn z paszy do organizmu zwierzęcia, a stąd (drogą carry over) do produktów żywnościowych pochodzenia zwierzęcego (mleko, mięso, podroby, jaja) [Cavret i Lecoœur 2006]. Ponieważ w Polsce technologię klasyczną zastępuje się energooszczędną metodą beczciśnieniowego uwalniania skrobi (BUS), eliminuje się dezynfekcyjne działanie wysokiej temperatury (152°C) [Samar i in. 2007, Kłosowski i in. 2011]. Ważnym problemem w produkcji etanolu z kukurydzy jest przechowywanie ziarna zwłaszcza w okresie mokrego i krótkiego lata. Przedłużenie trwałości i jakości ziarna kukurydzy można uzyskać, stosując odpowiednią konserwację i przechowywanie. Jedną z metod jest suszenie ziarna, które zapewnia jego stabilność, ale ten proces jest kosztowny, ponieważ obniża przychód średnio o 20–30% [Nicholas i in. 2006]. Alternatywnym rozwiązaniem jest samokonserwacja ziarna, tzw. inertacja w szczelnych rękawach foliowych, zapewniająca warunki beztlenowe. Konserwantem jest wydzielający się w procesie oddychania ziarna dwutlenek węgla oraz kwasy powstające na powierzchni ziarna. Mimo wszystko powstają jednak straty, wynikające z niekontrolowanej fermentacji w rękawach. Jednym z rozwiązań jest przechowywanie mokrej kukurydzy uprzednio zakonserwowanej preparatami chemicznymi [Nowak i in. 2008]. Aby zapobiec stratom surowca po inertacji, należy opracować i wdrożyć odpowiednie metody kondycjonowania ziarna kukurydzy bezpośrednio w cyklu technologicznym, takie jak mieszanie z ziarnem suchym lub zastosowanie antymikrobiologicznego preparatu i odpowiedniej techniki jego dozowania. Celem badań była ocena skuteczności preparatu ANTY-CYD, wprowadzonego metodą zamglawiania do cyklu technologicznego produkcji przemysłowej bioetanolu z ziarna kukurydzy przechowywanego w rękawach.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

W okresie od maja do lipca przeprowadzono badania mikrobiologiczne i fizykochemiczne surowca gorzelniczego. Próbki ziarna kukurydzy do produkcji bioetanolu pochodziły z pełnoprodukcyjnej gorzelnii stosującej technologię BUS. Badania prowadzono w czterech etapach:

- I – ziarna kukurydzy o obniżonej jakości technologicznej, pobrane z rękawów (B/k), a następnie po kondycjonowaniu preparatem ANTY-CYD (K).
- II – w przypadku gdy jakość surowca nie odpowiadała warunkom technologicznym gorzelnii, ziarno kukurydzy z rękawów mieszano z ziarnem suchym. Zmieszany surowiec pobierano z młyna przed mieleniem (P1) bez kondycjonowania i po kondycjonowaniu preparatem ANTY-CYD (P1k).
- III – zmieszany surowiec po zmieleniu bez kondycjonowania (P2) oraz po kondycjonowaniu na ślimaku preparatem ANTY-CYD (P2k).
- IV – ze zbiornika do hydrolizy (P3) bez kondycjonowania i po kondycjonowaniu preparatem ANTY-CYD (P3k).

Próbki ziarna kukurydzy zabezpieczano przed zmianą właściwości podczas transportu w workach foliowych, a próbki płynne zacierów pobierano do jałowych pojemników o pojemności 300 cm³. Pobrany materiał przechowywano w chłodni w temperaturze 4°C do momentu wykonywania analizy mikrobiologicznej i fizykochemicznej.

Instalację do kondycjonowania ziarna kukurydzy metodą zamglawiania preparatem ANTY-CYD zainstalowano na ślimaku doprowadzającym ziarno do młyna. Preparat ANTY-CYD otrzymywany w reaktorze anodowo-katodowym (Avalon) w wyniku elektrochemicznej aktywacji roztworu soli (w stężeniu 5 g·dm⁻³ NaCl) wykorzystywano bez rozcieńczania w postaci aerozolu o zawartości aktywnego chloru 0,05% oraz pH 8,0 w ilości 0,1% objętościowych. Analizę mikrobiologiczną próbek wykonano metodą hodowlaną (dziesięciokrotnych rozcieńczeń Kocha) na podstawowych i wybiórczych pożywkach mikrobiologicznych typowych dla poszczególnych grup mikroorganizmów w standardowych warunkach inkubacji (tab. 1).

Tabela 1. Podłoża mikrobiologiczne oraz warunki inkubacji mikroorganizmów

Table 1. Microbial media and incubation conditions

Grupa mikroorganizmów Type of microorganism	Podłoże – Medium	Temperatura Temperature	Czas inkubacji Incubation time
Ogólna liczba bakterii Total number of bacteria (OLB)	Agar odżywczy Nutrient agar (PCA)	22°C	24–96 h
Ogólna liczba grzybów strzępkowych Total number of fungi (OLG)	Martina	25°C	7–14 dni
Ogólna liczba drożdży Total number of yeast (OLD)	Sabouround	25°C	48–72 h
Bakterie beztlenowych Anaerobic bacteria (BC)	Schaedler Anaerobe LAB AGAR™	25°C	48–72 h

cd. tabela 1

cont. Table 1

Grupa mikroorganizmów Type of microorganism	Podłoże – Medium	Temperatura Temperature	Czas inkubacji Incubation time
Przetrwalnikujące Bacilli spore (BC)	Agar odżywczy BIOCORP Nutrient agar BIOCORP	25°C	48–72 h
Amylolityczne Amylolytic (MA)	Waksman	25°C	48–72 h
Enterobacteriaceae (E)	Hektoen BTL	25°C	24–48 h
<i>Staphylococcus</i> (ST)	Parker BioMaxima	25°C	24–48 h
<i>Enterococcus</i> (ENT)	Enterococcus Agar BTL Enterococcus Agar BTL	25°C	24–48 h
<i>Acetobacter</i> (A)	CHROMagar™ Acinetobacter	25°C	24–48 h
<i>Pseudomonas</i>	King B BTL	25°C	24–48 h

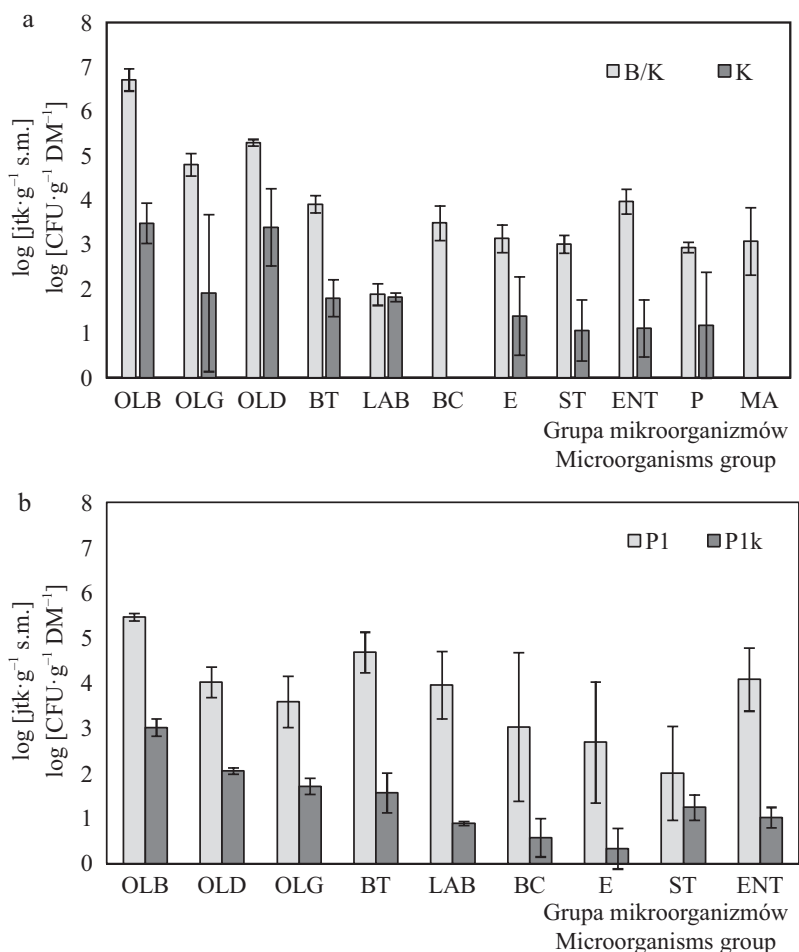
Liczebności mikroorganizmów podano w $\text{jtk}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. ziarna kukurydzy. Identyfikację grzybów strzępkowych przeprowadzono na podstawie cech morfologicznych [Silva i in. 2011, Pitt i Hocking 2013], a dominujących bakterii z wykorzystaniem testów API. Równoległe wyznaczano pH próbek metodą potencjometryczną i suchą masę [%] metodą suszenia w temperaturze 105°C.

Próby pobrano w czterech powtórzeniach. Wyniki opracowano statystycznie z użyciem programu R. 3.3.1 (R Foundation, Austria). Istotność statystyczną oceniono, stosując dwuczynnikową analizę wariancji (2-way ANOVA) oraz sparowanego testu T.

WYNIKI I DYSKUSJA

Ocena mikrobiologiczna ziarna przechowywanego w rękawach

W próbkach kukurydzy pobranych z rękawów stwierdzono wyraźne makroskopowe oznaki uszkodzeń (pokruszenia i zapleśnienie) i specyficzny, nieprzyjemny zapach. Odczyn wynosił 6,5 ($\pm 0,4$). Sucha masa ziarna w poszczególnych próbkach wynosiła od 73,6 do 77%. Badany surowiec charakteryzował także wysoki stopień zanieczyszczeń mikrobiologicznych (rys. 1). Na podstawie uzyskanych wyników, a także informacji producenta o tworzeniu się w trakcie fermentacji alkoholowej (w kadzi fermentacyjnej) dużych ilości kwasu mlekowego i octowego można wnioskować, że za jakość surowca, a w konsekwencji za zakłócenie procesu fermentacji mogą być odpowiedzialne mikroorganizmy produkujące kwasy organiczne (m.in. kwas mlekowy i octowy) i hydrolizujące skrobię. Surowce gorzelnicze są często porażone przez mikroorganizmy, które mogą rozwijać się zarówno w okresie wegetacji roślin, zbioru ziarna kukurydzy, jak i jego przechowywania. W badanym materiale stwierdzono dużą liczbę przetrwalnikujących laseczek, głównie gatunku *Bacillus cereus*, bakterie rodziny Enterobacteriaceae, bakterie fermentacji mlekowej LAB, amylopolityczne, dzikie drożdże i grzyby strzępkowe. W grupie grzybów strzępkowych dominowały gatunki potencjalnie toksynotwórcze:



Rys. 1. Skład mikrobiologiczny log [jtk·g⁻¹ s.m.]: a – ziarna kukurydzy przechowywanego w rękawach bez kondycjonowania (B/K) oraz poddanego kondycjonowaniu na ślimaku (K); b – pobranej z młyna mieszanki ziarna suchego i przechowywanego w rękawach bez kondycjonowania (P1) oraz poddanego kondycjonowaniu na ślimaku (P1k), OLB – ogólna liczba bakterii, OLD – ogólna liczba drożdży, OLG – ogólna liczba grzybów, BT – liczebność mikroorganizmów beztlenowych, LAB – liczebność bakterii kwasu mlekowego, BC – liczebność laseczek przetrwalnikujących, E – liczebność Enterobacteriaceae, ST – liczebność *Staphylococcus*, ENT – liczebność *Enterococcus*, P – liczebność *Pseudomonas*, MA – liczebność mikroorganizmów amylolytycznych ($p \leq 0,05$)

Fig. 1. Microbial content of log [CFU·g⁻¹ DM]: a – corn grain stored in sleeves with no conditioning (B/K) and subjected to conditioning at the screw (K); b – the mixture taken from the mill the grain dry and stored in the sleeves without conditioning (P1) and subjected to conditioning at the screw conveyor (P1K), OLB – total number of bacteria, OLD – total number of yeast, OLG – the total number of fungi, BT number of anaerobic microorganisms, LAB – number of lactic acid bacteria, BC – bacilli spore numbers, E – number of Enterobacteriaceae, ST – number of *Staphylococcus*, ENT – number of *Enterococcus*, number of *Pseudomonas*, MA – number of amylolytic microorganisms ($p \leq 0.05$)

Penicillium viridicatum, *Mucor hiemalis*, *Gliocladium roseum* i *Fusarium* ssp. W żadnej z tych prób nie stwierdzono obecności bakterii octowych rodzaju *Acetobacter*. Na podstawie uzyskanych wyników można wnioskować, że tę partię kukurydzy bezwzględnie należy poddać kondycjonowaniu, aby nie dopuścić do zakłócenia procesu fermentacji.

Zastosowanie kondycjonowania przechowywanego ziarna metodą zamglawiania preparatem ANTY-CYD w warunkach technologicznych istotnie obniżyło liczebność wszystkich badanych grup mikroorganizmów, a tym samym poprawiło jakość mikrobiologiczną surowca (rys. 1a).

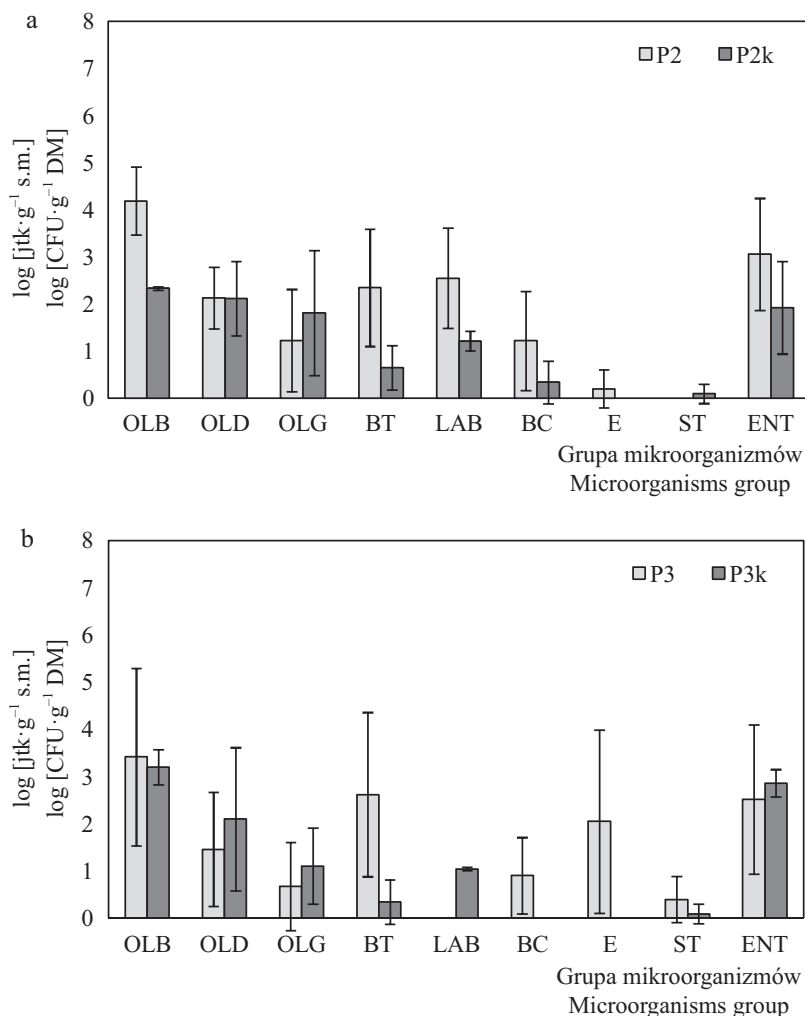
Ocena mikrobiologiczna mieszanki ziarna przechowywanego w rękawach i suchego

W warunkach pełnoprodukcyjnych gorzelni, stosujących bezciśnieniowe uwalnianie skrobi (BUS), nie można pozwolić na straty, dlatego ziarno kukurydzy z rękawów mieszano z ziarnem suchym. Jakość tego surowca oceniano w próbkach pobranych w trzech wyznaczonych punktach procesu produkcyjnego – z młyna (P1), za młynem (P2) i ze zbiornika do hydrolizy (P3). Zastosowana operacja mieszania ziarna wyraźnie wpłynęła na obniżenie liczebności badanych grup mikroorganizmów w porównaniu do ziarna pochodzącego z rękawów. Dodatkowo zastosowanie kondycjonowania ziarna kukurydzy na ślimaku doprowadzającym do młyna (P1) istotnie obniżyło liczebność wszystkich mikroorganizmów (rys. 1b).

Zmieszenie mieszanego ziarna kukurydzy (z rękawów i suchego) na młynach młotkowych (P2) w porównaniu do ziarna nierozdrobnionego (P1) prowadziło do zróżnicowanych zmian ilościowo-jakościowych badanej mikrobioty. W wyniku tej operacji i po kondycjonowaniu istotnie zmniejszyła się liczba mikroorganizmów prokariotycznych, nie zaobserwowano natomiast istotnego wpływu na liczebność mikroorganizmów eukariotycznych. Szymanowska i Grajek [2009] także podają, że warunkiem pomyślnego przebiegu procesu produkcji bioetanolu jest przeprowadzenie wstępnej dezynfekcji ziarna przed jego mieleniem, a najkorzystniejszym rozwiązaniem może być dezynfekcja chemiczna połączona z rozdrabnianiem na mokro. Z kolei Nowak i inni [2008] stosując metodę chemicznej konserwacji ziarna kukurydzy z użyciem preparatu na bazie kwasu mrówkowego i propionowego (KemiSile 2000 Plus), uzyskali porównywalną wydajność etanolu zarówno z ziarna poddanego bezciśnieniowemu (BUS), jak i po ciśnieniowym parowaniu przed procesem zacierania (87–94% w stosunku do wydajności teoretycznej).

W zbiorniku do hydrolizy (P3) po kondycjonowaniu nie zaobserwowano istotnych zmian w liczebności mikroorganizmów eukariotycznych i bakterii rodzaju *Enterococcus* w porównaniu do próbek bez kondycjonowania (rys. 2). Przyczyną może być jakość dodawanej do zbiornika hydrolizy wody zarobowej i recykulowanego wywaru gorzelnianego.

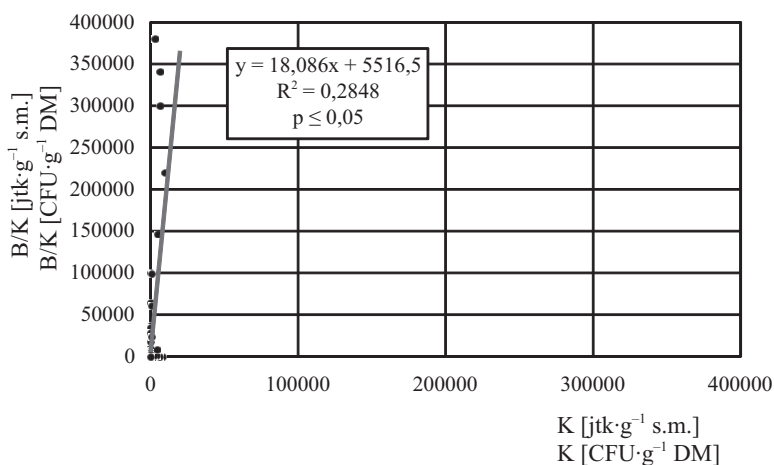
W naszych badaniach wskazano możliwość usuwania niepożądanego mikrobioty zanieczyszczającej ziarna kukurydzy przy użyciu preparatu ANTY-CYD, otrzymanego z wykorzystaniem innowacyjnej technologii elektrochemicznej aktywacji solanki. Preparat ten jest całkowicie bezpieczny dla ludzi i otoczenia, ponieważ w czasie dnia chlor ulega bezpośredniej fotolizie w ciągu 2–4 godzin. Wyznaczony niski współczynnik korelacji pomiędzy wyjściową (przed kondycjonowaniem) i końcową (po kondycjonowaniu)



Rys. 2. Skład mikrobiologiczny log [jtk·g⁻¹ s.m.]: a – mieszanki ziarna kukurydzy suchego i przechowywanego w rękawach po zmieleniu bez kondycjonowania (P2) oraz poddanego kondycjonowaniu na ślimaku (P2k); b – mieszanki ziarna kukurydzy suchego i przechowywanego w rękawach ze zbiornika hydrolizy bez kondycjonowania (P3) oraz poddanego kondycjonowaniu (P3k) (oznaczenia jak na rys. 1)

Fig. 2. Microbiological composition of [CFU·g⁻¹ DM]: a – the mixture of corn grain dry and stored in the sleeves after milling log without conditioning (P2) and subjected to conditioning at the screw conveyor (P2K); b – the mixture of corn grain dry and stored in the sleeves from the hydrolysis tank without conditioning (P3) and subjected to conditioning (P3K) (signs like on Fig. 1)

liczbą mikroorganizmów wskazuje, że preparat ANTY-CYD niezależnie od wyjściowego zanieczyszczenia mikrobiologicznego surowca i procesu technologicznego jest skuteczny (rys. 3). Poprzez kondycjonowanie w cyklu technologicznym ziarna kukurydzy badanym preparatem liczba mikroorganizmów zanieczyszczających surowiec obniżyła się 100–1000-krotnie. Na uwagę zasługuje zarówno zmniejszenie liczebności mikrobioty obniżającej jakość surowca, jak i stanowiącej potencjalne zagrożenie procesu fermentacji: przetrwalnikujących laseczek, które zdolne są nie tylko do hydrolizy skrobi (głównie *Bacillus cereus*), ale także uaktywniają się w procesie zacierania, gdyż szybciej opanowują środowisko niż szczepionka drożdżowa, bakterii rodziny Enterobacteriaceae zdolnych do prowadzenie fermentacji rzekomomlekowej, bakterii beztlenowych zdolnych do produkcji kwasu octowego, bakterii fermentacji mlekowej LAB, amylolitycznych, dzikich drożdży i toksynotwórczych grzybów strzępkowych [Grajek i in. 2008].



Rys. 3. Korelacja między liczebnością mikroorganizmów przed kondycjonowaniem i po nim

Fig. 3. Correlation between the number of microorganisms before and after conditioning

WNIOSKI

1. Kondycjonowanie ziarna kukurydzy o obniżonej jakości gorzelniczej, jak również w mieszaninie z ziarnem suchym z wykorzystaniem w cyklu technologicznym preparatu ANTY-CYD istotnie obniżyło liczbę mikroorganizmów zanieczyszczających surowiec.

2. W wyniku przeprowadzonego procesu kondycjonowania ziarna kukurydzy uzyskano poprawę jakości surowca poprzez usunięcie szczególnie niepożądanych w procesie technologicznym grup mikroorganizmów zaburzających proces fermentacji.

3. Stosowana technika zamglawiania surowca do produkcji bioetanolu powoduje, że preparat dociera nawet do trudnodostępnych miejsc i zwiększa jego efektywność dezynfekcyjną, co może przyczynić się do poprawy jakości bioetanolu i jego wydajności.

LITERATURA

- Cavret S., Lecoecur S., 2006. Fusariotoxin transfer in animal. *Food Chem. Toxicol.* 44, 444–453.
- Fandohan P., Zoumenou D., Hounhouigan D.J., Marasas W.F.O., Wingfield M.J., Hell K., 2005. Fate of aflatoxins and fumonisins during the processing of maize into food products in Benin. *Int. J. Food Microbiol.* 98, 249–259.
- Kawa-Rygielska J., 2007. Bioetanol z kukurydzy – czy warto produkować. *Przem. Ferm. Owoc.-Warz.* 5, 38–39.
- Kłowski G., Mikulski D., 2010. The effect of raw material contamination with mycotoxins on the composition of alcoholic fermentation volatile by-products in raw spirits. *Bioresource Technol.* 101, 9723–9727.
- Kłowski G., Błajet-Kosicka A., Mikulski D., Grajewski J., 2011. Ocena możliwości redukcji stężenia mikotoksyn w procesie produkcji etanolu z ziarna kukurydzy technologią BUS i klasyczną. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2 (75), 89–105.
- Malinowska E., Wiśniewska-Kadzaj B., Jankowski K., Sosnowski J., Wyrębek H., 2014. Ocena przydatności biomasy różnych roślin na cele energetyczne. *Zesz. Nauk. Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach*, 102, *Administracja i Zarządzanie* (29), 49–61.
- Nichols N.N., Dien B.S., Bothast R.J., Cotta M.A., 2006. *The corn ethanol industry*. W: red. S. Minteer, *Alcoholic Fuel*. Taylor & Francis.
- Nowak J., Szambelan K., Miettinen H., Nowak W., Czarnecki Z., 2008. Effect of the corn grain storage method on saccharification and ethanol fermentation yield. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.* 7 (1), 19–27.
- Pitt J.I., Hocking A.D., 2013. *Fungi and food spoilage* (3rd ed.). Springer-Verlag, New York.
- Samar M., Resnik S.L., González H.H.L., Pacin A.M., Castillo M.D., 2007. Deoxynivalenol reduction during the frying process of turnover pie covers. *Food Control* 18, 1295–1299.
- Sapińska E., Balcerek M., Stanisław M., 2011. Fermentacja alkoholowa gęstych zacierów kukurydzianych. *Acta Agrophysica* 18 (2), 431–441.
- Silva D.M., Batista L.R., Rezende E.F., Fungaro, Maria Helena P., Sartori D., Alves E., 2011. Identification of fungi of the genus *Aspergillus* section *nigri* using polyphasic taxonomy. *Braz. J. Microbiol.* 42 (2), 761–773.
- Szymanowska D., Grajek W., 2009. Fermentacja etanolowa połączona z jednoczesną hydrolizą skrobi kukurydzianej i zawracaniem frakcji ciennej wywaru w warunkach gorzelnictwa. *Acta Sci. Pol. Biotechnologia* 8 (3), 25–46.
- Świątkiewicz M., Hanczakowska E., Olszewska A., 2014. Suszony zbożowy wywar gorzelniany (DDGS) w żywieniu świń. *Wiadomości Zootechniczne* 70, 4, 141–153.
- Wolny-Koładka K., 2014. Grzyby z rodzaju *Fusarium* – występowanie, charakterystyka i znaczenie w środowisku. *Kosmos* 63 (4), 623–633.

THE SELECTION OF METHODS FOR ASSESSING MICROBIOLOGICAL PURITY OF THE AIR IN FOOD INDUSTRY

Summary. A key role in the production of bioethanol plays a high content of starch in the raw material and the efficiency of alcoholic fermentation. Quality of corn grain, and the metabolites harmful for yeast *S. cerevisiae* have effect on the productivity. Undesirable microbiological processes in the moist corn grain are cause performance decrease of alcohol, and the development of filamentous fungi which poses a risk of mycotoxin contamination.

For this reason grain is not suitable for long-term storage without drying, which increases the cost price of the alcohol production. This expenditure can be reduced by usage of undried grain. These grain should be used within a short time. In practice, grain are stored in anaerobic conditions and/or with use of chemical preparations. The aim of the study was to evaluate the efficacy of conditioning of grain maize using ANTI-CYD preparation by fogging method in conditions of industrial production of bioethanol. Conditioning installation to fogging of corn grain using ANTI-CYD preparation was installed at the screw conveyor to the mill. ANTI-CYD preparation was obtained in the anode-cathode reactor by electrochemical activation of NaCl solution. The resulting liquid was characterized by a strong properties of oxidizing-reducing, due to the presence of ozone, chlorine dioxide, hypochlorous acid and hypochlorite ions that determine the properties of the disinfectant. The culture method total number of bacteria, yeast, fungi, anaerobic microorganisms, lactic acid bacteria, acetogenic bacteria, amylolytic microorganisms, bacteria of family Enterobacteriaceae and genera: *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus* and *Enterococcus* were determined. Parallely pH of the samples and the dry mass [%] were determined. The results were given in the CFU·g⁻¹ DM. The dependence analysis were taken in the R software 3.3.1 (R Foundation, Switzerland). Promising results were obtained using fogging ecological ANTI-CYD preparation. Consequently, the obtained improvement of the quality of the grain maize; reducing the total number of bacteria, wild yeast and filamentous fungi, and lactic bacteria and anaerobic bacteria. Conditioning grain corn of reduced quality of distilling as well as in a mixture of dry grain, using a series of technological preparation ANTI-CYD, significantly reduced the number of microorganisms contaminating material. Fogging technique used raw material for bioethanol production makes the preparation reaches even difficult to reach areas and improves its efficiency disinfection, which can contribute to improving the quality of bio-ethanol and its performance.

Key words: corn grain, bioethanol, ANTI-CYD