

ANALIZA JAKOŚCI KISZONEK Z WYSŁODKÓW BURACZANYCH SPORZĄDZONYCH PRZY UŻYCIU PRASY ZWIJAJĄCEJ DO MATERIAŁÓW ROZDROBNIONYCH

Edmund Dulcet¹, Piotr Doroszewski¹, Jerzy Kaszkowiak¹,
Sylwester Borowski¹, Roksana Rama¹, Robert Bujaczek²,
Jerzy Chojnacki²

¹Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

²Politechnika Koszalińska

Streszczenie. Przedstawiono budowę i zasadę działania innowacyjnej prasy do formowania bel cylindrycznych norweskiej firmy Orkel (model MP 2000 Compactor). Dokonano oceny jakości uzyskanej kisonki z wysłodków buraczanych sporządzonych przy użyciu tej prasy. Analizowane kisonki uzyskały w skali Fliega-Zimmera najwyższą ocenę bardzo dobrą, co odpowiada jakości kisonki formowanej w długich rękawach foliowych. Stwierdzono, że na rynku krajowym brak jest tego typu maszyny dla cukrowni bądź plantatorów buraka cukrowego, posiadających fermy krów mlecznych lub bydła opasowego.

Słowa kluczowe: prasy zwijające do materiałów rozdrobnionych, wysłodki buraczane, kisonki

WPROWADZENIE

Do materiałów rozdrobnionych należą: wysłodki prasowane, młóto browarniane, trociny, kora drzew, torf, krótka słoma i inne materiały niejednokrotnie stanowiące odpad poprodukcyjny. Niektóre z nich, jak np. wysłodki, wykorzystywane są w żywieniu bydła. Ze względu na niską trwałość, z powodu wysokiej zawartości wody, stanowią one materiał paszowy łatwo psujący się. Istnieje zatem potrzeba ich natychmiastowej konserwacji. Najczęściej konserwuje się je poprzez zakiszenie. Zakiszenie materiałów rozdrobnionych z minimalnymi stratami możliwe jest jedynie poprzez maksymalne ograniczenie zanieczyszczeń oraz zapewnienie beztlenowych warunków magazynowania pasz w całym okresie jej fermentacji i przechowywania. Ponadto niezmiernie ważne

Adres do korespondencji – Corresponding author: Edmund Dulcet, Zakład Techniki Rolniczej, Instytut Eksploatacji Maszyn i Transportu, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, ul. Kaliskiego 7, 85-789 Bydgoszcz, tel. (+48) 52 340 84 62, e-mail: dulcet@utp.edu.pl

jest ograniczenie do minimum strat zachodzących podczas zakiszania wysłdków w zbiornikach przejazdowych czy na przyzmacach [Dulcet i in. 2008, Dulcet i Ledochowski 2007, Magazyn informacyjny... 2007, Winnicki i in. 2009]. Takie możliwości stwarza najnowsza – oferowana obecnie technologia kisenia pasz w formie bel cylindrycznych. Do niedawna technologię tę stosowano przede wszystkim do połowego zbioru pasz (słoma, siano, zielonka). Może ona jednak obejmować również rozwiązania bazujące na stacjonarnych maszynach, których zadaniem jest formowanie bel z materiału rozdrobnionego z jednoczesnym zabezpieczeniem go przed dostępem powietrza [Dulcet i Ledochowski 2007, Nowak i Karaś 2006, Nowak 2010, Shito i in. 2006, Wyss 2003]. Jakość kisonki uzyskiwana w belach cylindrycznych w głównej mierze zależy od stopnia zagęszczenia materiału oraz jej zabezpieczenia przed dostępem powietrza. Na stopień zagęszczenia mają wpływ przede wszystkim właściwości fizyczne zakiszane materiału, tj. wymiary, wilgotność, sprężystość. Właściwości te oprócz wyraźnego wpływu na przebieg procesu fermentacji i przechowywania, wpływają na zużycie materiałów eksploatacyjnych (siatka, folia) oraz koszty transportu i przechowywania [Amours i Savoie 2005, Muck i in. 2004, Purwin 2007, Sun i in. 2010, Żurawska i Kamieniarz 2007].

Celem pracy była analiza jakości uzyskanej kisonki z prasowanych wysłdków buraczanych o zawartości suchej masy 20% sporządzonej przy użyciu nowatorskiej prasy norweskiej firmy Orkel model MP 2000 Compactor.

MATERIAŁ I METODY

Charakterystyka pras zwijających do materiałów rozdrobnionych. W grupie nielicznych producentów tych maszyn znajdują się dwie firmy europejskie: norweska firma Orkel (model MP 2000 Compactor) i austriacka Göweil (model LT-Master) oraz japońska firma Takakita Co., Ltd. Obecnie w kraju pracują trzy prasy firmy Orkel w cukrowniach grup: Pfeifer und Langen oraz Nordzucker. Wykorzystywane są one do zakiszania wysłdków buraczanych. Konstrukcja tej maszyny (rys. 1) oparta jest na jednoosiowym podwoziu. W tylnej części maszyny (rys. 1b) znajduje się kosz przyjęciowy, z poziomym przenośnikiem łańcuchowo listwowym, do którego trafiają wysłdki. Załadunek kosza może odbywać się bezpośrednio z linii produkcyjnej lub za pomocą różnego typu ładowaczy (chwyதாகowego, czołowego, ładowarki teleskopowej, itp.). Główny zespół roboczy maszyny stanowi nowatorska komora zwijania beli, składająca się z napędzanych gładkich walców oraz dwóch strukturalnych pasów gumowych o szerokości 1,2 m. Komora robocza zasilana jest przez kanał od góry za pośrednictwem pochylego przenośnika łańcuchowego – listwowego. Formowanie beli odbywa się na zasadzie prasy hybrydowej. W początkowej fazie formowania beli gumowe pasy przebiegające przez stałą komorę zwijania usytuowane są względem siebie w kształcie litery „V” (rys. 2).

W miarę dostarczania wysłdków komora sukcesywnie powiększa się, a pasy gumowe dociskane są do stalowych walców. Tak uformowany balot może być zabezpieczony przed rozpadem za pomocą siatki lub folii z poliuretanu. Proces ten odbywa się jeszcze w komorze zwijania. Balot po owinięciu siatką trafia na stół owijarki, gdzie zostaje owinięty 6 warstwami standardowej folii rozciągliwej do kisonek o szerokości 0,75 m (rys. 3).



Rys. 1. Prasa Orkel MP 2000 Compactor: a) widok ogólny, b) schemat budowy: 1 – owijarka, 2 – komora zwijania, 3 – przenośnik pochyły, 4 – kosz zasypowy

Fig. 1. Press Orkel MP 2000 Compactor: a) general view, b) construction scheme: 1 – wrapper, 2 – chamber of rolling, 3 – inclined conveyor, 4 – receiving basket

Po owinięciu folią balot, za pośrednictwem pochylej rampy, swobodnie spada na podłoże. Gotowe baloty mogą być ładowane na środki transportu i przewożone bezpośrednio do odbiorców lub składowane na placu cukrowni. Praca maszyny MP 2000 Compactor jest w pełni zautomatyzowana, a wszystkie funkcje podzespołów są monitorowane, wyświetlane i programowane za pośrednictwem sterownika. Zapotrzebowanie na moc wynosi ok. 90 kW, a wydajność kształtuje się w granicach 40–60 bel na godz. (do $60 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ przy wymiarach beli $1,2 \text{ m} \times 1,2 \text{ m}$) w zależności od prasowanego materiału. Źródło napędu może stanowić zarówno ciągnik rolniczy, jak i silnik elektryczny.

Budowa i zasada działania prasy firmy Göweil oraz Takakita są zbliżone do prasy MP 2000 Compactor.

Badania biologiczne i analizy laboratoryjne. Kiszonkę z prasowanych wysłoków buraczanych o zawartości 20% suchej masy sporządzono przy użyciu nowatorskiej prasy norweskiej firmy Orkel (model MP 2000 Compactor) na terenie cukrowni w Opalenicy k. Poznania należącej do grupy Nordzucker Polska. Kiszonka w belach przecho-

wywana była przez 8 tygodni. Próbki do oceny jakości uzyskanej paszy pobrano z 15 różnych miejsc beli (rys. 4) w 3 powtórzeniach.



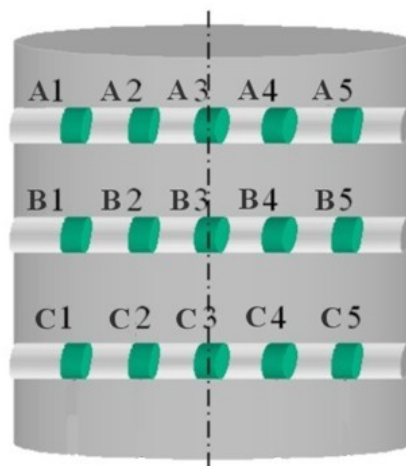
Rys. 2. Ukształtowanie komory zwijania w początkowej fazie pracy (widok od góry): 1 – owijarka, 2 – zwijany materiał, 3 – boczna ściana komory zwijania

Fig. 2. Folding chamber shape in the initial phase of work (top view): 1 – side wall of chamber of rolling, 2 – coiled material, 3 – side wall of chamber of rolling



Rys. 3. Owijanie uformowanej beli folią rozciągliwą

Fig. 3. Formed bale wrapping with stretch film



Rys. 4. Schemat miejsc pobierania próbek kiszonek z belki
Fig. 4. Scheme of sampling sites from silo bag

Zakres analiz chemicznych obejmował oznaczenie zawartość suchej masy i popiołu surowego [AOAC 1990]. Oznaczono także parametry jakościowe kiszonek: pH, zawartość amoniaku i kwasów organicznych: mlekowego, octowego i masłowego [AOAC 1990].

WYNIKI ANALIZY

Podstawowe parametry składu chemicznego i jakości kiszonek z prasowanych wysłoków buraczanych sporządzonych w belkach cylindrycznych przedstawiono w tabeli 1.

Porównując wielkości uzyskanych parametrów z danymi literaturowymi, należy uwzględnić rodzaj surowca. Zwykle dane dotyczące dobrych kiszonek odnoszą się do pasz przygotowanych z zielonek z traw, roślin motylkowych lub kukurydzy.

Zawartość suchej masy w analizowanych próbach była charakterystyczna dla dobrej kiszonki z prasowanych wysłoków buraczanych. McDonald i in. [1991] podają, że prasowane wysłoki charakteryzują się udziałem suchej masy w przedziale od 180 do 250 g·kg⁻¹. Niska koncentracja popiołu surowego wskazuje na dużą czystość uzyskanej paszy. Wilkinson [2005] podaje, że w idealnej kisonce zawartość tego składnika powinna wynosić poniżej 80 g·kg⁻¹ suchej masy.

Jakość kiszonek jest określona wieloma parametrami związanymi z procesem fermentacji, a jednym z najważniejszych jest pH [Doroszewski 2009]. Wartość tego parametru była niższa niż podawana jako prawidłowa dla dobrych kiszonek – 4,0–4,2 [Wilkinson 2005]. Pasze o niskim pH mogą być przyczyną wystąpienia kwasicy u przeżuwaczy [Mikołajczak 2006].

Tabela 1. Skład chemiczny i jakość kiszonek z wysłodków buraczanych (n = 15)
Table 1. The chemical composition and quality of pulp silage

Sucha masa Dry matter (g)	Popiół surowy Ash (g·kg ⁻¹ SM)	pH	Amoniak Ammonium	Kwas mlekowy Lactic acid	Kwas octowy Acetic acid	Kwas masłowy Butyric acid	Jakość wg skali Fliega-Zimmera Quality on a scale Flieg-Zimmer	
							punkty points	ocena the evaluation
279,4 ±18,5	55,03 ±2,05	3,53 ±0,03	0,85 ±0,22	68,55 ±16,39	8,95 ±1,40	0,00 0,00	100	bardzo dobra very good

SM – sucha masa
SM – dry matter

Wskaźnikiem jakości kiszonek jest także zawartość amoniaku jako produktu rozpadu białka. W przeprowadzonych badaniach zawartość tego składnika była na niskim poziomie (0,85 g·kg⁻¹ SM). W kiszoncek dobrej jakości zawartość N-NH₃ stanowi mniej niż 10% N ogólnego [McDonald i in. 1991].

Wysoka zawartość kwasu mlekowego wskazuje na właściwy proces fermentacji podczas zakiszania. Jego zawartość w badanej kiszonce była wysoka (69 g·kg⁻¹ SM), co stanowiło 88% sumy zawartości ocenianych kwasów. Przy niewielkiej zawartości kwasu octowego i braku obecności kwasu masłowego, kiszonka ta uzyskała według skali Fliega-Zimmera ocenę bardzo dobrą.

W badanych kiszoncek zawartość fungistatyku, jakim jest kwas octowy wyniosła zaledwie 2,5 g w świeżej masie, co nie daje gwarancji, że pasza taka będzie stabilna w warunkach tlenowych, po wyjęciu jej z beli cylindrycznej. Wysoka koncentracja kwasu mlekowego oraz brak fungistatycznych lotnych kwasów tłuszczowych działających hamująco na drożdże, może pogarszać trwałość kiszonek po wyjęciu ze zbiornika. Jak podaje Pahlow [2004], zawartość 8 g niezdysonowanego kwasu octowego w świeżej masie wykazuje hamujące działanie na rozwój grzybów i drożdży, które są odpowiedzialne za zagrzewanie się kiszonek. Według Wilkinsona [2005] idealna kiszonka powinna zawierać w suchej masie od 20 do 30 g kwasu octowego.

W analizowanych kiszoncek nie było kwasu masłowego, co można uznać za wynik idealny [Wilkinson 2005]. Nieobecność kwasu masłowego w wysłodkach buraczanych zakiszonych w belach cylindrycznych wskazuje na brak działalności bakterii *Clostridium* podczas fermentacji i – obok zawartości popiołu surowego – jest wskaźnikiem ich czystości [Mc Donald i in. 1991, Purwin i in. 2006].

Z danych literaturowych oraz badań własnych wynika [Magazyn informacyjny... 2008, Dulcet 2001, Klonowski i Dulcet 2004], że jakość uzyskanych w czasie badań kiszonek sporządzonych z wysłodków buraczanych jest zbliżona do jakości kiszonek z wysłodków formowanych w długich rękawach foliowych przy zbliżonych wydajnościach uzyskiwanych w obu technologiach.

PODSUMOWANIE

Przeprowadzona ocena jakości uzyskanych kiszonek pod względem zawartości lotnych kwasów tłuszczowych (mlekowego, octowego, masłowego) wykazała, że mają one bardzo dobrą jakość, przy dość niskim pH.

Ze względu na niewielką zawartość kwasu octowego mogą one nie być trwale w warunkach tlenowych.

Brak kwasu masłowego wskazuje na dobry status higieniczny kiszonek z prasowanych wysłoków buraczanych sporządzonych w belach cylindrycznych. Ich jakość jest porównywalna z kiszonkami formowanymi w długich rękawach foliowych.

Użyta w badaniach prasa zwijająca jest niezmiernie przydatna dla jednostek usługowych oraz zakładów przemysłu rolno-spożywczego, m.in. w cukrowni, których produkty uboczne są pożądaną paszą dla zwierząt gospodarskich. Można przypuszczać, że technologia zakiszania różnych materiałów roślinnych z wykorzystaniem tych pras będzie konkurencyjna do worków (rękawów) foliowych formowanych prasą silosową.

Należy podkreślić, że na rynku krajowym brak jest tego typu maszyn dla plantatorów buraka cukrowego posiadających fermy krów mlecznych czy bydła opasowego. Koncepcje takiej prasy opracowano w Zakładzie Techniki Rolniczej UTP w Bydgoszcy oraz Katedrze Agrotechnologii Politechniki Koszalińskiej.

Bele cylindryczne z różnych pasz rozdrobnionych zabezpieczonych przed dostępem powietrza folią rozciągliwą w wielu krajach są już atrakcyjnym towarem rynkowym.

PIŚMIENNICTWO

- Amours L. D., Savoie P., 2005. Density profile of corn silage in bunker silos. *Can. Biosystems Eng.* 47, 221–228.
- AOAC, 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th., Assoc. Offic. Anal. Chem., Arlington, Virginia, USA.
- Doroszewski P.A., 2009. Efektywność stosowania dodatków kiszonkarskich w konserwacji zielonek z mieszanki motylkowato-trawiastej oraz z całych roślin kukurydzy. Rozprawy nr 136, Wyd. UTP, Bydgoszcz.
- Dulcet E., Kaszkowiak J., Ledochowski P., 2008. Zakiszanie wysłoków buraczanych w belach cylindrycznych. *Inżynieria Roln.* 4(102), 241–248.
- Dulcet E., Ledochowski P., 2007. Technologia zakiszania wysłoków buraczanych w postaci bel cylindrycznych owiniętych folią. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 52(3), 37–39.
- Dulcet E., 2001. Nowoczesne techniki zbioru zielonek i metody ich zakiszania. Wyd. ATR, Bydgoszcz.
- Klonowski D., Dulcet E., 2004. Ocena metod i technik zakiszania wysłoków buraczanych. ATR, Bydgoszcz.
- Magazyn informacyjny technologii Ag – Bag, 7, 2007, 2008.
- McDonald P., Henderson A.R., Heron S.J.E., 1991. *The biochemistry of silage*. Chalcombe Publications, Bucks.
- Mikołajczak J., (red.), 2006. *Żywnienie bydła*. Wyd. ATR, Bydgoszcz.
- Muck R., Savoie P., Holmes B., 2004. Laboratory assessment of bunker silo density, Part I: Alfalfa and grass. *Appl. Eng. Agric.* 20(2), 157–164.

- Nowak J., 2010. Maszyny do formowania bel cylindrycznych z materiałów rozdrobnionych i sypkich. *Technika Roln. Ogrod. Leś.*, 3, 10–12.
- Nowak J., Karaś M., 2006. Badania technologii zbioru słomy i siana. *Post. Nauk Rol.* 1, 101–110.
- Pahlow G., 2004. Erfahrungen mit Mikroorganismen in der Silierung. *Mikrobiologie und Tierernährung*. 20. Hülsenberger Gespräche, Lübeck, 85–93.
- Purwin C., 2007. Jakość kiszzonek z traw i mieszanek traw z roślinami motylkowymi produkowanych prasami zwijającymi. *Rozprawy i monografie*. Wyd. UWM, Olsztyn, 11–15.
- Purwin C., Łaniewska-Trokenheim Ł., Warmińska-Radyko I., Tywończuk J., 2006. Jakość kiszzonek – aspekty mikrobiologiczne, zdrowotne i produkcyjne. *Medycyna Wet.* 62(8), 865–869.
- Shito H., Yamana N., Shibuya Y., Takahashi K., 2006. Review. Development of the roll baler for chopped material. *Jap. Agric. Res. Quarterly*, 40(3), 233–237.
- Sun Y., Buescher W., Lin J., Schulze Lammers P., Ross F., Maack C., Cheng Q., Sun W., 2010. An improved penetrometer technique for determining bale density. *Biosystems Eng.* 105, 273–277.
- Wilkinson J.M., 2005. *Silage*. Chalcombe Publications, Lincoln.
- Winnicki S., Domagalski Z., Pleskot R., 2009. Ekspertyza. *Technika w zakresie konserwacji, przechowywania i zadawania pasz dla bydła*. IBMER, s. 4–8, Poznań.
- Wyss A., 2003. Silierung von Apfel – und Birnentrester. *Agrarforschung*, 10(3), 104–109.
- Żurawska M., Kamienniarz J., 2007. Technologie zagospodarowania wysłdków prasowanych. *Burak cukrowy*, 4, 25–29.

QUALITY ANALYSIS OF SILAGES MADE FROM BEET PULP USING A BALER FOR SHREDDED MATERIAL

Abstract: The construction and the operation principle of a baler made by a Norwegian company Orkel (MP 2000 Compactor model) was presented. An assessment of the quality obtained from sugar beet pulp silage prepared using the above-mentioned press. Been analyzed in the scale silage Fliege-Zimmer highest rated very good. This corresponds to the quality of silage in long silo bags. It was found that on the domestic market there isn't this kind of machinery for sugar, sugar beet growers, farms with dairy cows or beef cattle.

Key words: balers for shredded material, beet pulp, silage

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 20.12.2011