

*Tadeusz Sęk, Jacek Przybył, Ireneusz Kowalik
Instytut Mechanizacji Rolnictwa Akademii Rolniczej w Poznaniu*

Metody zbioru kukurydzy w technologii ziarnowej

Wprowadzenie

Kukurydza pastewna jest paszą wysokoenergetyczną i bardzo efektywną w żywieniu, mimo że koszty jej uzyskania są wysokie [3, 16]. Wprowadzenie nowych mieszańców, odznaczających się wysoką plennością i o klasach wczesności umożliwiających ich dojrzewanie w określonych rejonach kraju oraz budową morfologiczną pozwalającą na zbiór mechaniczny zarówno całej masy roślinnej, jak i samych kolb lub ziarna, pozwoliło na zróżnicowanie użytkowania kukurydzy [4, 5, 6, 9, 15]. Obok tradycyjnej uprawy na kiszonkę jest ona uprawiana również w technologii ziarnowej [4]. Ten kierunek uprawy ma szczególne znaczenie, ponieważ najwartościowsze składniki pokarmowe kukurydzy są skoncentrowane w ziarnie [3, 7].

Uprawa kukurydzy w technologii ziarnowej stwarza możliwość otrzymania całego asortymentu pasz przeznaczonych dla trzody chlewnej i drobiu [4, 7, 9, 13], których produkcja różni się tylko sposobem zbioru i konserwacji. Poza zbiorem na ziarno paszowe oraz na susz z całych roślin, wprowadzono zbiór kolb kukurydzy, z których ziarno wraz z częścią osadek jest suszone lub kiszone. Z takiego surowca uzyskuje się paszę nazywaną CCM ("Corn-Cob-Mix") [2, 6, 9, 13]. Spowodowało to zwiększenie w ostatnich 15 latach w Niemczech powierzchni uprawy kukurydzy i wykorzystania tej formy paszy przez gospodarstwa specjalizujące się w produkcji trzody [14]. Trend taki obserwuje się również w Polsce, szczególnie w gospodarstwach indywidualnych, które w ostatnim dziesięcioleciu zwiększyły powierzchnię uprawy kukurydzy prawie czterokrotnie [17].

Upowszechnienie się tego kierunku uprawy kukurydzy wynika z wprowadzenia kompleksowych technologii oraz środków technicznych do zbioru i konserwacji kukurydzy [8, 11]. Gospodarstwa mogą do tej technologii również wykorzystywać — po niewielkich adaptacjach — już posiadane środki techniczne (kombajny zbożowe, uniwersalne rozdrabniacze pasz) i maszyny specjalistyczne, dostosowane do wielkości areałów uprawianej kukurydzy [8, 12, 17, 19, 20].

Kukurydzę uprawianą w technologii ziarnowej, w zależności od przeznaczenia produktu końcowego, można zatem zbierać i konserwować następującymi metodami [4, 5, 6, 10, 17]:

- stosując zbiór ziarna przeznaczonego na paszę kombajnami specjalnymi lub adaptowanymi kombajnami zbożowymi (ziarno może być suszone lub kiszone),
- stosując zbiór kolb do produkcji CCM (bezpośrednio na polu lub metodą dwuetapową),
- stosując zbiór całych roślin siewkami polowymi (z przeznaczeniem ich na susz).

Zbiór kukurydzy na ziarno paszowe

Kukurydzę przeznaczoną na ziarno dla celów paszowych zbiera się w fazie dojrzałości pełnej ziarna, przy zawartości suchej masy powyżej 60% [1], metodą bezpośredniego omłotu roślin na polu z pnia. Wykorzystuje się do tego celu kombajny zbożowe, przystosowane do zbioru kukurydzy, oraz kombajny specjalne (corn-sheller) [5, 6, 11, 12, 16, 19].

Zastosowanie kombajnów zbożowych do zbioru kukurydzy pozwoliło zwiększyć wykorzystanie tych maszyn, a jednocześnie obniżyć koszty ich eksploatacji [12]. Przyczyniło się to do rozpowszechnienia metody bezpośredniego zbioru kukurydzy na ziarno za pomocą kombajnów zbożowych. Ponieważ jednak kukurydza różni się istotnie od zbóż pod względem właściwości fizykochemicznych, konieczne jest wykonanie zmian w zespołach roboczych kombajnu zbożowego w celu przystosowania go do zbioru kukurydzy [12].

Kombajny zbożowe umożliwiają zadowalająco zbiór ziarna kukurydzy o wilgotności od 35 do 40%. Natomiast przy wyższych wilgotnościach gorsze są wskaźniki jakości pracy w stosunku do zbioru kombajnami specjalnymi. Ponadto wraz ze wzrostem wilgotności ziarna wzrasta stopień uszkodzenia wydzielanego ziarna [8, 16]. Konstrukcja podstawowych zespołów kombajnów specjalnych pozwala na zbiór ziarna kukurydzy o wilgotności nawet powyżej 40%. Na podstawie wykonywanych badań porównawczych kombajnu specjalnego ABM-480 i adaptowanego kombajnu zbożowego Z056 stwierdzono, że wskaźniki wydajności i jakości ich pracy są zbliżone. Przy przepustowości wynoszącej odpowiednio 6,5 i 5,5 kg/s uszkodzenia ziarna wyniosły 12,5 i 15%, a łączne straty powodowane przez adaptery obrywające kolby oraz przez zespół odziarniający lub młócający były jednakowe i wyniosły 2,5%. Uszkodzenie ziarna powoduje również wzrost strat składników pokarmowych zawartych w zarodkach oraz konieczność stosowania urządzeń odsiewających w linii suszącej [11].

Wysokie ceny kombajnów specjalnych do zbioru kukurydzy na ziarno oraz wąski zakres ich stosowania sprawiają, że koszty eksploatacji tych maszyn są większe w porównaniu z kombajnami zbożowymi. Mimo to kombajny specjalne znalazły w wielu krajach szerokie zastosowanie. Wynika to z następujących powodów:

- specjalny zespół odziarniający zapewnia "delikatne" oddzielanie ziarna od osadki,
- unika się częściowej przebudowy kombajnu, która jest niezbędna w przypadku zastosowania kombajnów zbożowych,
- uzyskuje się dobrą jakość wymłóconego ziarna,
- kombajny specjalne mają wysoką niezawodność techniczną i technologiczną.

Wymłócone ziarno kukurydzy w wyniku zanieczyszczeń bardziej uwodnionymi częściami rośliny ma dużą wilgotność, przekraczającą niekiedy nawet 40% [3]. Bezpośrednio zatem po omłocie ziarno musi być suszone lub zakonserwowane w stanie świeżym.

Do suszenia ziarna kukurydzy zbieranego kombajnami specjalnymi lub zbożowymi wykorzystuje się suszarnie stacjonarne podobnych typów jak do suszenia ziarna innych zbóż [6, 11, 17]. Suszenie jest jednak zabiegiem trudnym, energochłonnym, a tym samym — kosztownym. Koszty suszenia ziarna nierzadko przekraczają 50% całkowitych kosztów produkcji [3]. Dlatego tę metodę konserwacji stosuje się jedynie wówczas, gdy ziarno kukurydzy przeznaczone jest do obrotu zewnętrznego.

Natomiast ziarno kukurydzy, które przeznacza się do wykorzystania w gospodarstwie, może być konserwowane w stanie wilgotnym. Jest to jedna z najprostszych i najtańszych metod konserwacji ziarna. Przyjmuje się, że nakłady na kiszenie są dziesięciokrotnie niższe od kosztów suszenia.

Przebieg kiszenia i jakość zakiszane go ziarna nie zależą od sposobu jego przygotowania (ziarno konserwowane bezpośrednio od kombajnu lub rozdrobnione), pod warunkiem jednak dokładnego zabezpieczenia zakiszanej masy przed dostępem powietrza. Ponieważ tlen atmosferyczny łatwo przenika do wnętrza zakiszanej masy po otwarciu zbiornika w czasie pobierania paszy, dlatego ziarno przeznaczone do kiszenia powinno być rozdrobnione. Kiszonka z rozdrobnionego ziarna kukurydzy ma znacznie mniejszą objętość wolnych przestrzeni między cząsteczkami masy, co utrudnia dostęp i przenikanie powietrza po otwarciu zbiornika. Dzięki temu pasza jest w znacznie mniejszym stopniu narażona na zepsucie, a zwłaszcza na pleśnienie.

Zbiór kolb kukurydzy przeznaczonych na CCM

W ostatnich latach obserwuje się wzmożone zainteresowanie nową metodą zbioru kukurydzy w technologii ziarnowej, a mianowicie produkcją paszy składającej się z ziarna i części rdzeni, całych kolb oraz z całych kolb wraz z liśćmi okrywowymi [1, 2, 4, 5, 9, 10, 13, 17, 20].

W zależności od udziału poszczególnych składników kukurydzy w ogólnej masie (ziarno, rdzenie, liście okrywowe), uzależnionej od przeznaczenia do skarmiania przez określone gatunki zwierząt, wyróżnia się trzy zasadnicze — różniące się zawartością włókna surowego — rodzaje pasz z kolb, w skład których wchodzi:

- mieszanina ziarna z dodatkiem rdzeni kolb w ilości od 50 do 95%, o zawartości włókna od 5 do 8% [6]; taki skład paszy określany jest powszechnie jako CCM (ang. Corn–Cob–Mix) lub KSG (niem. Korn–Spindel–Gemisch) [6];
- całe kolby bez liści okrywowych [4] lub z dodatkiem liści okrywowych w ilości do 10%, o zawartości włókna 6 — 10% [6], lub bez liści okrywowych, o zawartości włókna 7 — 9% [4]; taki skład paszy określany jest w literaturze niemieckiej jako MKS (niem. Mais–Kolben–Schrot) [6];
- całe kolby z liśćmi okrywowymi [4] lub z zawartością od 80 do 100% liści okrywowych i do 20% łodyg [6], o zawartości włókna 10–15% [4, 6]; taki skład paszy określany jest w literaturze niemieckiej jako LKS (niem. Liesch–Kolben–Schrot) [6, 9].

Pasze te różnią się nie tylko sposobami ich uzyskiwania, ale przede wszystkim składem chemicznym, wartością paszową oraz możliwością ich wykorzystania w żywieniu trzody chlewnej [4].

Zbiór kukurydzy do produkcji tego rodzaju pasz należy rozpocząć na początku dojrzałości pełnej, przy zawartości suchej masy w ziarnie 50–55% [1, 2, 4]. Pasze te konserwuje się przez kiszenie [2, 4, 5, 6, 10, 13]. W celu ułatwienia przebiegu procesu kiszenia oraz zwiększenia współczynnika strawności paszy, kolby należy rozdrobnić, tak aby przynajmniej 80% cząstek miało średnicę 2 mm [1].

W literaturze polskiej przyjmuje się dla tych trzech rodzajów pasz następujące określenia: CCM–I, CCM–II, CCM–III [4].

CCM–I — jest to klasyczny "Corn–Cob–Mix". W wyniku zbioru ziarna z częścią rdzeni można zwiększyć ilość paszy, nie przekraczając wymaganej dla trzody chlewnej zawartości włókna. W zależności od odmiany, aby uzyskać paszę o tej samej zawartości włókna, należy przyjmować inny udział zbieranego rdzenia — od 50 do prawie 100% [4].

Do zbioru kukurydzy przeznaczonej na CCM–I stosowane są maszyny specjalistyczne, adaptowane kombajny zbożowe lub zbieracze kolb. Przy zastosowaniu zbieraczy zachodzi konieczność rozdrobnienia kolb za pomocą rozdrabniaczy bijakowych lub uniwersalnych [2, 15, 17, 19, 20].

Główną formą konserwacji CCM–I jest kiszenie. Paszę tę można składować we wszelkiego rodzaju zbiornikach, a szczególnie korzystnie jest przechowywać ją w zbiornikach wieżowych, gazoszczelnych. W zbiornikach wieżowych paszę można składować bez rozdrobnienia. Rozdrobnienie konieczne jest dopiero bezpośrednio po wyjęciu z silosu — przed skarmianiem. W innego typu zbiornikach lepiej jest kisić CCM–I w postaci rozdrobnionej, gdyż pasza wtedy lepiej wypełnia objętość zbiornika, a po otwarciu mniejsza powierzchnia kisonki styka się z powietrzem [4, 5, 17].

CCM–II — jest paszą uzyskiwaną w wyniku zbioru całych, odkoszulkowanych kolb kukurydzy. W zależności od techniki zbioru w skład plonu mogą wejść również

niewielkie ilości liści okrywowych oraz szypuł. Ze względu na udział rdzenia w plonie zawartość włókna w CCM–II jest większa i może dochodzić do 9–10%; mimo to pasza ta może być stosowana w żywieniu trzody chlewnej (świnie opasowe i hodowlane) [4, 5, 10].

Do zbioru kukurydzy na CCM–II stosowane mogą być zbieracze kolb oraz rozdrabniacze bijakowe lub uniwersalne, które wyposażone są w urządzenia oczyszczające kolby z liści okrywowych.

Podstawowym sposobem konserwacji CCM–II jest kiszenie. Warunkiem prawidłowego przebiegu procesu kiszenia jest dokładne rozdrobnienie kolb kukurydzy.

Zbiór kolb z jednoczesnym ich rozdrabnianiem przed kiszeniem można wykonywać sieczkarniami zbierającymi, wyposażonymi w adaptory obrywające kolby, takie jakie stosowane są w kombajnach zbożowych lub specjalnych. Ponieważ wymagane jest bardzo dokładne rozdrobnienie surowca, tak aby 95% ziaren było rozbitych [18], w sieczkarniach powinny być stosowane sita docinające (typu recutter) lub wielonożowe bębny rozdrabniające wyposażone najczęściej w 16 lub 20 noży i ruszty docinające [15, 18].

Do rozdrabniania kolb kukurydzy stosowane bywają sieczkarnie polowe w wersji stacjonarnej. W Polsce szczególnie sieczkarnie Z350 i E281 dają zadowalające rezultaty pod względem wydajności i dokładności rozdrobnienia. Przy małych ilościach uzyskiwanych kolb (zwłaszcza w gospodarstwach indywidualnych), gdy zbiór kolb wykonuje się niekiedy ręcznie, stosowane mogą być rozdrabniacze uniwersalne [11, 17].

Zasady kiszenia tak rozdrobnionej masy są takie same jak dla CCM–I.

CCM–III — składa się z dobrze rozdrobnionego ziarna i rdzeni kolb, małej ilości nieco dłuższych kawałków rdzeni w niewielkim tylko stopniu pociętych, a raczej pogniecionych i porozrywanych, liści okrywowych i łodygowych oraz z niewielkiej ilości, uzależnionej od techniki zbioru, górnych części roślin. Przez zastosowanie odpowiednich sił separacyjnych można oddzielić słabo pocięte części, a tym samym zmniejszyć w paszy zawartość włókna. Ze względu na znaczną masę części rośliny zawierającej włókno, jego zawartość w CCM–III jest duża i może dochodzić do 15%.

Zbioru kukurydzy przeznaczonej na CCM–III dokonuje się za pomocą odpowiednio przystosowanych sieczkarni zbierających. Wyposażone są one w adaptory obrywające kolby (wraz z liśćmi okrywowymi), takie jakie stosowane są w kombajnach zbożowych lub specjalnych. Ponieważ wymagane jest dokładne rozdrobnienie zbieranego materiału, w sieczkarniach powinny być stosowane kraty docinające (typu recutter) lub wielonożowe bębny rozdrabniające wyposażone najczęściej w 16 lub 20 noży i ruszty docinające [13, 16, 17, 18].

CCM–III konserwuje się przez zakiszenie. Ze względu na podobną technikę zbioru, jak i duży udział części włóknistych zakiszenie jest podobne jak w przypadku

kukurydzy silosowej. Wysoka wartość pokarmowa CCM–III wymaga, aby składować ją w zbiornikach zapewniających dobre warunki jej konserwacji. W okresie letniego wybierania kiszonki wskazane jest konserwowanie miejsca wybierania kwasem propionowym lub innym konserwantem [3, 11].

Zbiór całych roślin kukurydzy na susz

Susz z całych roślin kukurydzy stanowi istotny komponent pasz treściwych. Plon i wartość pokarmowa suszu z całych roślin zależą od dojrzałości zbieranych roślin. W miarę rozwoju roślin wzrasta udział kolb, a szczególnie ziarna. Wzrasta w zbieranej masie również koncentracja energii [3]. Dlatego kukurydza zbierana na susz powinna być w stanie pełnej dojrzałości.

Zbioru kukurydzy przeznaczonej na susz dokonuje się za pomocą sieczkarni zbierających, zapewniających dobre rozdrobnienie roślin. Uzyskana sieczka powinna być jak najkrótsza (5–15 mm), gdyż w przeciwnym razie wydajność suszarni, jak i jakość suszu pogarszają się. Sieczka z całych roślin kukurydzy stanowi niejednorodną masę składającą się z cienkich liści, ziarna oraz kawałków łodyg i kolb, o zróżnicowanej wilgotności i podatności na wysychanie, dlatego podstawowym warunkiem prawidłowego przebiegu procesu suszenia takiej masy jest dokładne rozdrobnienie całej rośliny [11, 17], a temperatura wylotowa powinna być utrzymana na poziomie około 120°C [3, 11].

Ze stosowanych w Polsce sieczkarni wymagany stopień rozdrobnienia zapewniają krajowe sieczkarnie Z340 i Z350 oraz sieczkarnia E281, które przy prawidłowo ustalonych parametrach pracy dają sieczkę długości nie przekraczającej 15–20 mm. Tak przygotowana kukurydza suszona jest w suszarniach bębnowych, przeważnie w SBU–1,5 lub SBU–3.

W przypadku konieczności dodatkowego rozdrobnienia lub w celu ujednoczenia struktury dostarczonej do suszenia masy, w linię technologiczną suszarni może być włączona stacjonarna sieczkarnia ujednorodniająca H938 [17].

Podsumowanie

Z przedstawionej analizy metod zbioru kukurydzy w technologii ziarnowej wynika, że ta forma produkcji pasz z kukurydzy jest możliwa do wszechstronnego stosowania w warunkach technicznych i organizacyjnych gospodarstw krajowych. O ile dotychczas zwracano uwagę na produkcję i import maszyn do zbioru kukurydzy na ziarno głównie dla gospodarstw wielkoobszarowych, to obecnie zaczyna się obserwować, że producenci maszyn rolniczych dostarczają maszyny i sprzęt do

przygotowywania pasz z kukurydzy według technologii ziarnowej, dostosowanej dla skarmiania przez różne gatunki zwierząt, również dla gospodarstw indywidualnych [20].

Literatura

- [1] Borowiecki J. 1992. Zalecenia agrotechniczne. IUNG Puławy, t. II.
- [2] Dederer M. 1986. CCM — Silierung im Vergleich. Mais, 4.
- [3] Dubas A. 1981. Kukurydza w gospodarstwie wielkoobszarowym. PWRiL, Warszawa.
- [4] Dubas A., Michalski T. 1988. Agrotechnika i wykorzystanie kukurydzy w żywieniu trzody chlewnej. WOPR, Marszew.
- [5] Estler M. 1979. Harvesting and storage of maize. (w:) Maize — Technical Monograph. Ciba-Geigy Ltd. Basle.
- [6] Estler M. C. 1990. Technik bei Bestellung und Ernte von Silo- und Körnermais. (w:) Handbuch Mais. DLG-Verlag, Frankfurt (Main).
- [7] Gieroba J., Gruszczyński L., Niedziółka I. 1979. Aktualne problemy mechanizacji zbioru kukurydzy uprawianej na ziarno. *Postępy Nauk Rolniczych*, 6.
- [8] Gieroba J., Gruszczyński L., Niedziółka I. 1989. Wybrane zagadnienia zbioru kukurydzy na ziarno w gospodarstwach drobnotowarowych. *Maszyny i Ciągniki Rolnicze*, 6.
- [9] Grimm K. 1977. Lieschkolbenschrot — das Produkt eines neuen Körnermais — Ernteverfahren. *Landtechnik* 10.
- [10] Gross F., Staudacher W. 1990. Futterkonservierung. (w:) Handbuch Mais. DLG-Verlag, Frankfurt (Main).
- [11] Kulik T., Olszewski T., Pintara C., Roszkowski A. 1981. Mechanizacja produkcji kukurydzy. PWRiL, Warszawa.
- [12] Pintara C. 1976. Zbiór ziarna kukurydzy kombajnem Bizon-Super. *Mechanizacja Rolnictwa*, 12.
- [13] Ratschow J.-P. 1986. Zur Ernte und Konservierung von Körnermais und CCM. Mais 4.
- [14] Ratschow J.-P. 1993. Die Erntetechnik im Wandel. Mais 1.
- [15] Ringel R. 1989. Corn-Cob-Mix effektiv und kostengünstig vermahlen. Mais 4.
- [16] Roszkowski A. 1980. Ocena efektywności energetycznej i ekonomicznej produkcji kukurydzy i jęczmienia. IBMER, Warszawa.
- [17] Sęk T., Przybył J. 1993. Eksploatacja agregatów do zbioru kukurydzy na ziarno i CCM. *Akademia Rolnicza*, Poznań.
- [18] Szewczyk A. 1977. Docinanie polepsza jakość siewki z kukurydzy. *Mechanizacja Rolnictwa*, 7.
- [19] Upperkamp N. 1993. Entwicklungen in der Erntemais. *Mais*, 3.
- [20] Waszkiewicz C. 1993. Maszyny do zbioru i rozdrabniania kukurydzy w technologii CCM. *Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej*, 1.