

Witold Niemiec
Feliks Stachowicz
Tomasz Trzepieciński
Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza
Leszek Kępa
SIPMA S.A. w Lublinie
Marek Dziurka
R&D Centre INVENTOR w Lublinie

INNOWACYJNA MASZYNA W KONSERWACJI PASZ OBJĘTOŚCIOWYCH NA POTRZEBY ŚRODOWISK WIEJSKICH

Streszczenie

Konieczność zaspokojenia różnorodnych potrzeb turystów przebywających na terenach wiejskich determinuje potrzebę kreowania interesujących produktów turystycznych, których istotnym elementem są zwierzęta gospodarskie, hodowane wyłącznie w celach turystycznych oraz zwierzęta zaspokajające potrzeby konsumpcyjne gospodarzy oraz gości. Obecność zwierząt w gospodarstwie prowadzącym działalność turystyczną i w jego otoczeniu podnosi poziom atrakcyjności i jakości wypoczynku na obszarach wiejskich. Z myślą o potrzebach hodowców zwierząt oraz właścicieli terenów zielonych opracowano prototyp maszyny do owijania bel podsuszonej zielonki. Zakiszanie sprasowanych bel podsuszonej zielonki w okrywie foliowej, stało się jedną z szeroko stosowanych metod produkowania i przechowywania kisonki. Prototyp owijarki został opracowany we współpracy pracowników Politechniki Rzeszowskiej z producentem maszyn rolniczych SIPMA S.A. oraz firmą R&D Centre Inventor Sp. z o.o. z Lublina. Proponowane rozwiązanie konstrukcyjne charakteryzuje się parametrami konstrukcyjnymi i funkcjonalnością dorównującą znanym rozwiązaniom owijarek do bel produkowanych za granicą, przy niższych kosztach wytwarzania. W opracowaniu przedstawiono również zalety przechowywania podsuszonej zielonki w owiniętych folią belach.

Słowa kluczowe: kisonka, pasze objętościowe, owijanie, owijarka bel, konserwacja pasz, zielonka

INNOVATIVE MACHINE IN PRESERVATION OF FORAGES FOR USING IN RURAL AREAS

Summary

The necessity to meet the diverse needs of tourists staying in rural areas determines the need to create interesting tourism products. The essential element of agritourism farms are free-range ruminant animals rear for tourism aim and to cover consumption needs of farmers and guests. The animals on the tourist farms and also surroundings of such farms increase the attractiveness and quality of rest in rural areas. A prototype of the machine for wrapping bales of fodder-dried for needs of breeders and owners of green areas has been developed. Ensiling

of forage-dried compressed bales in the foil cover became one of the widely used methods of producing and storage of silage. The prototype of bale wrapper was manufactured by the R&D Centre INVENTOR Sp. z o.o. and the SIPMA S.A in Lublin in cooperation with the employees of the Rzeszow University of Technology. The proposed construction solution is characterized by construction parameters and functionality equal to bale wrappers produced abroad, but with lower manufacturing costs. In the study, the advantages of dried fodder storing in bales wrapped in foil are also presented.

Keywords: silage, forages, wrapping, bale wrapper, forages preservation, green fodder

1. Wprowadzenie

W chowie przeżuwaczy, w szczególności bydła, ukierunkowanym na produkcję mleka niezbędne jest wykorzystywanie pasz objętościowych, o wysokich walorach jakościowych [6]. Od wyboru sposobu przechowywania paszy na okres żywienia zimowego zależy jej wartość pokarmowa. Należy jednak wspomnieć, że każdy rodzaj konserwacji pasz pochodzących z użytków zielonych na okres żywienia zimowego wiąże się ze stratą składników pokarmowych [7]. Największe straty ponoszone są przy produkcji siana bezpośrednio na powierzchni łąk [11], a więc podczas powszechnie stosowanej metody przygotowywania paszy objętościowej w małych i średnich gospodarstwach Polski południowo-wschodniej, w szczególności Pogórza Dynowskiego. Materiał roślinny, podczas produkcji siana, narażony jest na kilkakrotne stosowanie zabiegów przetrząsania oraz na niesprzyjające warunki atmosferyczne, które powodują rozkład do 50–70% karotenu i do 20–30% białka zawartego w roślinach [1]. Istnieje bardzo wiele wskaźników decydujących o jakości pasz objętościowych przeznaczonych dla przeżuwaczy [1]: zawartość suchej masy, struktura fizyczna, zawartość białka mikrobiologicznego, zawartość cukrów prostych i polisacharydów skrobiowych. O wartości pokarmowej pasz objętościowych decyduje przede wszystkim wysoka zawartość białka i strawność suchej masy organicznej [9].

Zastosowanie owijania folią bel pasz objętościowych (tzw. zakiszanie [11]) daje wiele korzyści i jest nieodzownym elementem nowoczesnego karmienia. By uzyskać najwyższą jakość kiszonki, należy zwrócić uwagę na kilka elementów. Obok szybkiego zamknięcia dostępu powietrza oraz czystego procesu produkcji najwięcej uwagi poświęca się wysokiemu stopniowi kompresji. Posiekaną masę pakuje się hermetycznie poprzez owinięcie beli folią, a następnie magazynuje. Na skutek występowania cukru resztkowego w posiekany materiał oraz niedoboru tlenu powstaje proces fermentacji mlekowej. W ten sposób materiał ulega zakiszeniu i konserwacji. Jeśli kiszonka jest zbyt mokra lub zawiera zbyt wiele tlenu resztkowego, może dochodzić do niepożądanego fermentacji octowej lub masłowej, przez co kiszonka staje się niejadalna dla bydła, a powstałe w kiszonce toksyny niosą ryzyko zachorowań.

Aby folia spełniała swoje zadanie w konserwacji pasz objętościowych musi być właściwie dobrana pod względem wymaganych parametrów oraz właściwie przechowywana. Folie wielowarstwowe, zwykle trzywarstwowe charakteryzują się tym, że każda z warstw spełnia określone funkcje [13]. Warstwa zewnętrzna zabezpiecza kiszonkę przed niekorzystnym wpływem promieniowania ultrafioletowego. Warstwa

środkowa decyduje o zapewnieniu odpowiedniej wytrzymałości mechanicznej folii i odporności na uszkodzenia. Warstwa wewnętrzna folii jest pokryta klejem, ułatwiającym łączenie nakładanych warstw folii na belę i tworzenie warstwy izolującej kiszonkę od otoczenia. Właściwie dobrany kolor folii stymuluje proces fermentacji. Folia w jasnym kolorze odbija, a w kolorze ciemnym pochłania promienie słoneczne, odpowiadając za temperaturę zachodzącą w beli fermentacji. Folia czarna lub w odcieniach zieleni w okresach wysokiego nasłonecznienia ogranicza wzrost temperatury paszy, zmniejszając utratę wartości odżywczej kiszonki [13].

W opracowaniu przedstawiono innowacyjną maszynę do owijania bel pasz objętościowych. Prototyp owijarki szeregowej SIPMA OG 9750 LENA powstał w wyniku współpracy pracowników Politechniki Rzeszowskiej z firmami R&D Centre INVENTOR Sp. z o.o. i SIPMA S.A. z Lublina. Omówiono również podstawowe metody konserwacji pasz objętościowych, w tym technologię owijania bel folią.

2. Metody konserwacji pasz objętościowych

Decydującym elementem otrzymania paszy o wysokiej jakości, obok wyboru sposobu konserwacji, jest faza rozwojowa roślin w czasie zbioru. Za optymalny termin koszenia roślin przeznaczonych na siano oraz kiszonkę zaleca się fazę kłoszenia dominujących gatunków traw w pierwszym odroście [10]. Następne koszenia należy wykonywać co 6–8 tygodni. Ścinanie większej ilości darni może prowadzić do zanieczyszczenia zielonki ziemią zawierającą mikroorganizmy, które mogą niekorzystnie wpływać na przebieg konserwacji [5].

W Polsce stosuje się dwie podstawowe metody konserwacji masy roślinnej, suszenie (najczęściej stosowane) oraz zakiszanie. W przypadku produkcji siana, jak już wspomniano, występują duże straty w zawartości składników pokarmowych. Zabieg suszenia można skrócić o około 30–50% poprzez koszenie ze zgniatanem świeżej zielonki na polu. Straty składników pokarmowych podczas suszenia tradycyjnego można ograniczyć o 15–20% poprzez dosuszanie podsuszonego siana w pomieszczeniach z wymuszoną wentylacją powietrza [10]. Ze względu na konieczność stosowania odpowiedniej infrastruktury metoda ta jest stosowana w dużych gospodarstwach. Najpopularniejszą technologią zakiszania roślin jest kisenie przewędniętych lub podsuszonych roślin o zawartości wilgoci 40–60%. W roślinach przewędniętych zwiększa się zawartość suchej masy oraz cukrów prostych, które korzystnie wpływają na przebieg procesu zakiszania. Ponadto zakiszanie roślin przewędniętych w stosunku do roślin świeżych ogranicza straty składników pokarmowych o 50%. Zmniejszeniu ulegają również nakłady eksploatacyjne zbioru o 14–23% [10].

Na terenach podgórskich, gdzie występują niesprzyjające suszeniu siana duże ilości opadów atmosferycznych, rolnicy indywidualni sporządzają kiszonki z traw podsuszonych tzw. sianokiszonki. Najtańszym i powszechnie dostępnym sposobem konserwacji jest przechowywanie kiszonki w przyzmię na polu. Kisenie zielonek w silosach jest stosowane bardzo rzadko ze względu na wysoki koszt inwestycyjny. W rękawkach foliowych ułożonych w dowolnym miejscu gospodarstwa zakisza się zielonkę z kukurydzy i podsuszonych traw, wysłodki, młóto browarniane [2] oraz ziarna zbóż.

Zakiszanie sprasowanych bel podsuszonej zielonki w okrywie foliowej stało się jedną z szeroko stosowanych metod produkowania i przechowywania kiszonki. Sprzyjało temu szybkie pojawienie się na rynku owijarek, przeznaczonych początkowo do owijania bel okrągłych, a od lat 90. ubiegłego wieku – również bel prostopadłościennych.

3. Owijanie folią bel pasz objętościowych

Istotne znaczenie dla zapobiegnięcia przedostawania się powietrza do zakiszanej zielonki ma jakość folii i sposób owijania [4]. Obecnie stosuje się powszechnie rozciągliwą folię polietylenową o grubości 0,025–0,030 mm i szerokości 500 oraz 750 mm. Jedynie do specjalnych miniowijarek wykorzystywana jest węższa folia o szerokości 0,25–0,35 m. Oferowane na rynku owijarki są albo dostosowane do jednego wymiaru folii, albo też w niektórych wykonaniach możliwe jest stosowanie obu rodzajów folii. W praktyce częściej spotyka się maszyny umożliwiające wykorzystywanie obydwu rodzajów folii. Powierzchnia wewnętrzna folii jest pokryta ciągliwym klejem, co zapewnia ściśle przyleganie warstw folii do siebie i całkowitą szczelność owiniętej beli. Podczas owijania folia zostaje wstępnie rozciągnięta. Następuje to w wyniku odpowiedniej konstrukcji zespołu owijającego, w skład którego wchodzi szpula z folią oraz układ napędzający złożony z dwóch wałków, przez które przewija się folia wyciągana ze szpuli. Oba wałki są sprzężone ze sobą przekładnią zębatą lub łańcuchową, przy czym wałek napędzający obraca się szybciej niż wałek napędzany stykający się ze szpulą. W wyniku różnicy prędkości następuje wstępne rozciągnięcie folii, a wydłużenie względne zależy od stosunku prędkości obu wałków. Współczynnik wydłużenia zależy od konstrukcji maszyny i wynosi najczęściej 50 lub 75%.

Drugim ważnym czynnikiem zapewnienia szczelności jest sposób owijania określający stopień zachodzenia poszczególnych warstw na siebie [4]. Najczęściej stosowane zakładki nakładanych warstw folii wynoszą 50 lub 75%. Aby uzyskać zalecane w praktyce owinięcie co najmniej czterema warstwami folii, to przy zakładce 75% belka wykona jeden obrót wokół własnej osi, a przy zakładce 50% dwa obroty. Ten drugi sposób owijania jest preferowany w owijarkach pojedynczych bel i jest on określany jako system 2×2 , co oznacza, że na belę po jednym obrocie wokół własnej osi z zakładką 50% w każdym punkcie znajdują się co najmniej dwie warstwy folii, a po dwukrotnym cztery warstwy. W niektórych krajach (Szwajcaria, kraje Skandynawii) stosuje się okrywanie sześcioma warstwami folii w systemie $2 \times 2 \times 2$. Jest to uzasadnione w przypadku owijania bel z zielonki rozdrobnionej, o wysokiej zawartości suchej masy z dużą ilością twardych łądyg. W owijarkach szeregowych (o ruchu ciągłym) możliwa jest tylko zakładka 75%. Rozciągnięta folia dzięki posiadanej elastyczności opina szczelnie belę, pozwalając jednocześnie na wyrównanie zmian objętości wywołanych procesem fermentacji. Najczęściej folia jest dostarczana w rolkach o długości 1800–2000 m przy szerokości 500 mm oraz 1500–2000 m przy szerokości 750 mm. Współczesne folie mogą być rozciągane powyżej 80% bez utraty jakości. Zapewnia to nie tylko obniżenie kosztów folii, ale również redukcję kosztów obsługi [12].

4. Innowacyjna maszyna do owijania bel folią

Wynikiem współpracy pracowników Politechniki Rzeszowskiej z firmami R&D Centre Inventor Sp. z o.o. oraz SIPMA S.A. z Lublina, wchodzącymi w skład Grupy SIPMA, jednego z największych producentów maszyn rolniczych w Polsce, jest prototyp owijarki szeregowej SIPMA OG 9750 LENA (fot. 1).



Fot. 1. Prototyp owijarki szeregowej do bel zielonki SIPMA OG 9750 LENA

Źródło: fot. T. Trzepieciński

Owijarki szeregowe znajdują zastosowanie zarówno do owijania bel okrągłych, jak i prostokątnych, tworząc z nich długie na kilkadziesiąt metrów rękawy foliowe wypełnione sprasowanymi belami podsuszonej zielonki. Aby to uzyskać, mechanizmy owijarki wykonują ruch złożony, przy czym ruch obrotowy mechanizmu owijającego jest dokładnie zsynchronizowany z ruchem postępowym całej maszyny. Wysoką jakość kiszonki można uzyskać pod warunkiem spełnienia podstawowych zasad. Dotyczą one w pierwszej kolejności wysokiej jakości surowca przeznaczonego do zakiszania, czyli podsuszonej zielonki, a następnie niezwłocznego po uformowaniu beli (nie później niż 2 godziny) szczelnego owinięcia, co najmniej czterema warstwami folii i kontroli tej szczelności w okresie przechowywania [3].

Owijarka posiada własny niezależny napęd od silnika spalinowego. Maszyny wiodących producentów owijarek szeregowych wyposażone są w elektroniczne systemy sterowania procesem owijania, co w znacznym stopniu odciąża operatora ciągnika. Sterowanie podstawowymi funkcjami maszyny odbywa się poprzez mobilny panel. Do podstawowych możliwości komputera pokładowego należy zaliczyć:

- ◆ bieżącą obserwację i rejestrację procesu owijania,
- ◆ pomiar liczby owiniętych bel,
- ◆ pomiar czasu pracy urządzenia z dokładnością do 1 minuty,
- ◆ duży ciekłokrystaliczny wyświetlacz pokazujący aktualne parametry pracy,
- ◆ pomiar uzyskanej wydajności (bele na godzinę),
- ◆ statystyki sezonowe (czas i wydajność pracy),
- ◆ kontrolę procesu podawania folii (zakończenie lub zerwanie folii).

W tylnej części owijarki szeregowej (fot. 2) znajduje się silnik spalinowy Honda GX 390 o mocy 8kW z alternatorem, agregat hydrauliczny BELLE oraz akumulator. Silnik spalinowy jest przystosowany do zasilania benzyną bezołowiową (95-oktanową). Elementem układu hydraulicznego zasilającym siłowniki oraz silniki hydrauliczne jest zbiornik oleju umieszczony pod stołem roboczym maszyny. Wszystkie układy hydrauliczne maszyny są sterowane wielosekcyjnym rozdzielaczem sterowanym elektrohydraulicznie.



Fot. 2. Elementy układu napędowego maszyny
Źródło: fot. T. Trzepieciński

Jedna powierzchnia folii jest pokryta ciągliwym klejem, co zapewnia ścisłe przyleganie warstw folii do siebie i całkowitą szczelność owiniętej beli (fot. 3). Na początku i na końcu foliowego rękawa z belami zakłada się foliowy worek i dociska go przez włączenie owijania, lub wkłada się pojedynczą belę owiniętą w całości folią (może być ona owinięta ręcznie). Owijanie folią powoduje odcięcie dopływu tlenu i w ten sposób poprzez procesy fermentacyjne możliwe jest przygotowanie sianokiszonki jako pokarmu dla bydła.



Fot. 3. Bele w trakcie procesu owijania folią
Źródło: ze zbiorów SIPMA S.A.

Podczas owijania folia zostaje wstępnie rozciągnięta. Następuje to w wyniku odpowiedniej konstrukcji zespołu owijającego, w skład którego wchodzi zasobnik z folią oraz układ napędzający złożony z dwóch wałków (fot. 4), przez które przewija się folia wyciągana ze szpuli. Wszystkie wałki są sprzężone ze sobą przekładnią zębatą. Aluminiowe, moletowane wałki w podajniku folii zapewniają wstępny naciąg folii i odpowiednią jej przyczepność podczas owijania. Rozciągnięta folia dzięki posiadanej elastyczności opina szczelnie belę, pozwalając jednocześnie na wyrównanie zmian objętości wywołanych procesem fermentacji.



Fot. 4. Zespół owijający belę folią

Źródło: fot. T. Trzepieciński

Popychacz bel, po przekroczeniu określonego nacisku na belę, powoduje przemieszczenie się maszyny o jedną długość beli do przodu. Podczas przesuwania maszyny zachodzi równoczesny proces owijania bel. Pierścieniowy mechanizm owijający jest wprawiany w ruch obrotowy kołem napędowym **1** (fot. 5) napędzanym silnikiem hydraulicznym Sauer Danfoss OMR 100 **2** (fot. 5) o maksymalnej mocy wyjściowej 13 kW. Ogumione koło jest dociskane do powierzchni pierścieniowego mechanizmu owijającego za pomocą sprężyny **3** (fot. 5), której naciąg jest regulowany nakrętką oczkową. Ponadto aby zwiększyć opory tarcia między kołem a powierzchnią pierścienia owijającego, na jego powierzchni umieszczono cyklicznie rozmieszczone występy. Elementem pośredniczącym pomiędzy nieruchomym pierścieniem prowadzącym **5** (fot. 5) są rolki **6** (fot. 5) z tworzywa sztucznego równomiernie rozłożone na obwodzie pierścienia **5** (fot. 5). Układ owijania bel z osią obrotu pokrywającą się z osią owijanej beli złożony z dwóch szpul folii, rozmieszczonych na obwodzie pierścienia owijającego co 180° i jest zabezpieczony osłonami bezpieczeństwa.



Fot. 5. Napęd pierścienia owijającego: 1 – koło napędowe, 2 – silnik hydrauliczny OMR 100, 3 – sprężyna, 4 – występy, 5 – nieruchomy pierścień prowadzący, 6 – rolka

Źródło: fot. T. Trzepieciński

Wprowadzenie nowoczesnych rozwiązań technicznych maszyn wymaga zastosowania materiałów charakteryzujących się określoną wytrzymałością. Trwałość elementów roboczych w narzędziach uprawowych w głównej mierze zależy od doboru materiału konstrukcyjnego poszczególnych części, sposobu rozmieszczenia zespołów na ramie maszyny oraz rodzaju warstwy wierzchniej elementu roboczego. Podczas badań owijarki szeregowej do bel zielonki nie zaobserwowano odkształceń lub pęknięć konstrukcji. Wyniki wcześniejszych analiz numerycznych konstrukcji ramy, wykonanych na etapie projektowania prototypu, również nie wykazały przekroczenia wartości naprężeń powodujących uplastycznienie konstrukcji.

Maszyna posiada oświetlenie spełniające wymagania ustawy o transporcie drogowym, umożliwiając poruszanie się jej po drogach publicznych. Owijarka w pozycji transportowej połączona jest z ciągnikiem za pomocą dyszla, może być również transportowana na miejsce pracy na przyczepie niskopodwoziowej. Wychodząc naprzeciw potrzebom rynku SIPMA S.A. w swojej ofercie posiada również owijarki do bel pojedynczych w szerokim zakresie konfiguracyjnym od maszyn przeznaczonych dla małych i średnich gospodarstw, montowanych na trzypunktowym układzie zawieszania ciągnika, po maszyny wysokowydajne, w pełni zautomatyzowane.

5. Możliwości aplikacyjne prezentowanej technologii na terenie Pogórza Dynowskiego

Zwierzęta gospodarskie hodowane są w celach agroturystycznych lub do zaspokajania potrzeb konsumpcyjnych gospodarzy oraz gości. Obecność zwierząt w gospodarstwie prowadzącym działalność turystyczną i jego otoczeniu podnosi poziom atrakcyjności i jakości wypoczynku na obszarach wiejskich. W chowie zwierząt gospodarskich, ukierunkowanym na produkcję mleka, niezbędne jest wykorzystywanie pasz objętościowych, o wysokich walorach jakościowych [6]. Owce, które chętnie hodowane są na terenach podgórskich, mogą być źródłem wielu potrzebnych w gospodarstwie domowym surowców, takich jak: wełna, skóry, mięso, a także nawozów o bardzo wysokiej wartości, które są bezcennym źródłem składników odżywczych w produkcji

ekologicznej, rozwijanej w wielu gospodarstwach agroturystycznych. Zwierzęta te mogą być wykorzystane do pielęgnacji krajobrazu poprzez wypas nieużytków i gruntów ugorowanych, terenów parków krajobrazowych i rezerwatów przyrodniczych [8]. Obok zapewnienia odpowiedniej gatunkowo struktury paszy na okres żywienia zimowego przeżuwaczy, kolejnym ważnym elementem jest zebranie i konserwacja paszy objętościowej. Od wyboru sposobu przechowywania paszy zależy jej wartość pokarmowa. Każdy sposób konserwacji pasz objętościowych prowadzi do spadku jakości pokarmowej paszy, jednakże przez wykonanie koszenia w odpowiednim terminie i zastosowanie odpowiedniego sprzętu gwarantującego szczelne owinięcie bel straty te można ograniczyć do minimum. Prezentowana owijarka jest maszyną w pełni mobilną o niezależnym napędzie i w warunkach rozdrobnionego rolnictwa województwa podkarpackiego, w szczególności Pogórza Dynowskiego, może być efektywnie wykorzystywana przez grupy producentów zwierząt do indywidualnych potrzeb każdego z nich lub do świadczenia usług. Zapotrzebowanie na paszę przez gospodarstwa agroturystyczne, których głównym profilem działalności nie jest produkcja paszy dla zwierząt, może być zaspokojone przez konserwację paszy w przyzmacach. Odpowiednie zakiszenie zielonki, w odróżnieniu od siana, zapewnia w okresie zimowym w pełni wartościowy pokarm dla przeżuwaczy.

6. Podsumowanie

Zaletą owijania ciągłego, w stosunku do owijania pojedynczych bel jest brak konieczności transportowania pojedynczych balotów, co eliminuje się ryzyko ich uszkodzenia. Ciągły sposób owijania bel eliminuje konieczność owijania powierzchni ich styku, dzięki czemu oszczędność folii sięga ponad 50% w stosunku do owijania każdej beli oddzielnie. Badany prototyp owijarki posiada napęd hydrauliczny uzyskiwany z agregatu hydraulicznego napędzanego silnikiem spalinowym. Napęd hydrauliczny wykorzystywany jest do napędu pierścieniowego mechanizmu owijającego oraz jednoczesnego ruchu posuwistego całej owijarki. Zaletą maszyny jest więc niezależność jej napędu od ciągnika. Maszyna może być wykorzystywana do bel walcowych i prostopadłościennych. W przypadku owijania bel z przeznaczeniem na sianokiszonkę ich średnica może zmieniać się w zakresie od 1,2 do 1,8 m, a szerokość od 1,2 do 1,5 m. Wymiary graniczne bel prostopadłościennych wynoszą: szerokość 0,9–1,2 m, wysokość 0,8–0,9 m. Do owijania wykorzystywana jest folia o szerokości 0,75 m.

Badania w warunkach rzeczywistych potwierdziły, że prototyp owijarki szeregowej do bel zielonki OG 9750 LENA spełnia wszystkie założenia projektowe, m.in.:

- ◆ maszyna posiada napęd hydrauliczny z własnym agregatem napędzanym silnikiem spalinowym,
- ◆ wydajność owijarki wynosi około 120 bel na godzinę,
- ◆ maszyna posiada dodatkowy mechanizm hamujący wspomagający proces dociskania bel,
- ◆ praca maszyny jest sterowana automatycznie,
- ◆ do transportu jest agregatowana z ciągnikiem lub samochodem z napędem 4×4.

Bibliografia

1. Brzóska F., Śliwiński B., *Jakość pasz objętościowych w żywieniu przeżuwaczy i metody jej oceny, cz. II: Metody analizy i oceny wartości pokarmowej pasz objętościowych*, Wiadomości Zootechniczne, t. 49, 2011, s. 57–68.
2. Dulcert E., Borowski S., Kaszkowiak J., Rama R., Chojnacki J., *Koncepcja technologii zakiszania młóta browarnianego w belach cylindrycznych owijanych folią*, Inżynieria i Aparatura Chemiczna, nr 2, 2009, s. 41–42.
3. Gach S., Korpysz K., Ivanov S., Skonieczny I., *Analiza możliwości wykorzystania różnego typu owijarek do bel podsuszonej zielonki*, Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, nr 4, 2008, s. 8–10.
4. Gach S., Korpysz K., Ivanow S., Skonieczny I., *Tendencje w rozwoju konstrukcji owijarek do bel podsuszonej zielonki*, Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, nr 3, 2008, s. 7–10.
5. Gach S., Korpysz K., Skonieczny I., *Wybrane aspekty sporządzania kiszzonek w belach ostnianych folią*, [w:] P.E. Borowski, M. Klimkiewicz, M. Powałka (red.) *Współczesne zagadnienia rozwoju sektora energetycznego*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2009, s. 27–40.
6. Gawęł E., Madej A., *Plon i ekonomiczna ocena pozyskiwania pasz z runi mieszanek roślin motylkowatych z trawami w zależności od sposobu, częstotliwości użytkowania i składu chemicznego*, Acta Scientiarum Polonorum Agricultura, vol. 7, no. 2, 2008, s. 53–63.
7. Radkowski A., Kuboń M., *Ekonomiczne aspekty konserwacji pasz objętościowych na przykładzie łąk trwałych i przemiennych*, Acta Scientiarum Polonorum Technica Agraria, vol. 5, no. 2, 2006, s. 87–92.
8. Rokicki T., *Wpływ rozszerzenia UE na sytuację ekonomiczną gospodarstw zajmujących się hodowlą owiec*, Zeszyty Naukowe SGGW, tom 8, 2009, s. 164–173.
9. Salawu M.B., Adesogan A.T., Weston C.N., Williams S.P., *Dry matter yield and nutritive value of pea/wheat bi-crops differing in maturity at harvest, pea to wheat ratio and pea variety*, Animal Feed Science and Technology, vol. 94, 2001, pp. 77–87.
10. Winnicki S., Domagalski Z., Pleskot R., *Technika w zakresie konserwacji, przechowywania i zadawania pasz dla bydła*, IBMER, Poznań 2009.
11. Wróbel B., *Ocena różnych technologii zbioru i zakiszania runi łąkowej w aspekcie jakości i wartości pokarmowej kiszzonek*, Pamiętnik Puławski, nr 125, 2001, s. 209–214.

Źródła internetowe

12. <http://www.class.pl> (dostęp: 15.06.2015).
13. <http://dabest.pl/attachments/article/99/Folia%20w%20technologiach%20produkcji%20siano%20kiszzonek.pdf> (dostęp: 15.06.2015).

Podziękowanie

Wytworzenie prototypu i badania owijarki do bel zrealizowano w ramach Działania 1.4 „Wsparcie projektów celowych” w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007–2013.