

# HYDRAULICZNE URZĄDZENIE DO FORMOWANIA MINISIŁOSÓW<sup>1</sup>

Streszczenie

Opisano budowę wykonanego na postawie własnej konstrukcji hydraulicznego urządzenia do zagęszczania materiału roślinnego. Przedstawiono sposób formowania minisiłosów. Idea działania urządzenia oparta jest na modelowaniu rzeczywistego procesu zagęszczania materiału kołami ciągnika w silosie przejazdowym. Urządzenie posiada możliwość regulacji siły nacisku przez zmianę ciśnienia roboczego, liczby i czasu nacisku w jednym cyklu, liczby cykli oraz średnicy tarczy dociskowej.

## Wprowadzenie

Odpowiednie zagęszczenie, obok prawidłowego rozdrobienia roślin, jest warunkiem koniecznym do uzyskania prawidłowej fermentacji, która decyduje o wysokiej jakości kiszonki. Problematyka badawcza z tego zakresu jest prowadzona przez zespoły interdyscyplinarne, a celem badań jest doskonalenie sporządzania kiszonki w przyzmach, silosach przejazdowych i rękawach foliowych [1]. Każda z tych metod posiada pewne ograniczenia powodujące, że końcowa jakość powstałej paszy jest często niezadowalająca [2]. Ponadto badania wykonywane w warunkach naturalnych wiążą się z dużymi kosztami, zwłaszcza wówczas, gdy są prowadzone w kombinacji kilku zróżnicowanych czynników. Dlatego też przeprowadzono badania wstępne z wykorzystaniem minisiłosów, które przygotowano w warunkach laboratoryjnych [4]. Pozytywne wyniki tych badań stały się impulsem do opracowania profesjonalnej prasy do zagęszczania materiału roślinnego i zbadania czynników decydujących o jakości kiszonki. Formując minisiłosy w warunkach laboratoryjnych zwiększamy pewność uzyskania paszy o optymalnej jakości i dużej powtarzalności, ze względu na eliminację wielu czynników zakłócających, które występują w warunkach polowych. Kiszonka uzyskana w warunkach laboratoryjnych może być odnośnikiem, do którego porównuje się jakość paszy uzyskanej innymi metodami w warunkach polowych.

W związku z tym w Katedrze Maszyn Rolniczych i Leśnych SGGW w Warszawie opracowano urządzenie do zagęszczania pociętej kukurydzy lub innych zielonek przeznaczonych do zakiszania, na które zgłoszono wniosek patentowy (P 385134). Wykonawcą urządzenia jest firma Rockfin Sp. z o.o. w Nowym Tuchomiu.

Punktem wyjścia do konstrukcji urządzenia była próba odtworzenia rzeczywistych warunków zagęszczania materiału roślinnego w silosie przejazdowym kołami ciągnika z możliwością regulacji podstawowych parametrów pracy, takich jak: siła nacisku (ciśnienie robocze w układzie hydraulicznym siłownika służącego do zagęszczania), czas pojedynczego nacisku, liczba nacisków w jednym cyklu, liczba cykli oraz średnica tarczy dociskowej.

## Budowa i zasada działania

Hydrauliczne urządzenie do zagęszczania materiału roślinnego współpracuje z hydrauliczną przystawką napędową AG 5089 produkcji firmy Rockfin Sp. z o.o., która zapewnia zasilanie olejem hydraulicznym pod ciśnieniem do 16 MPa (rys. 1).

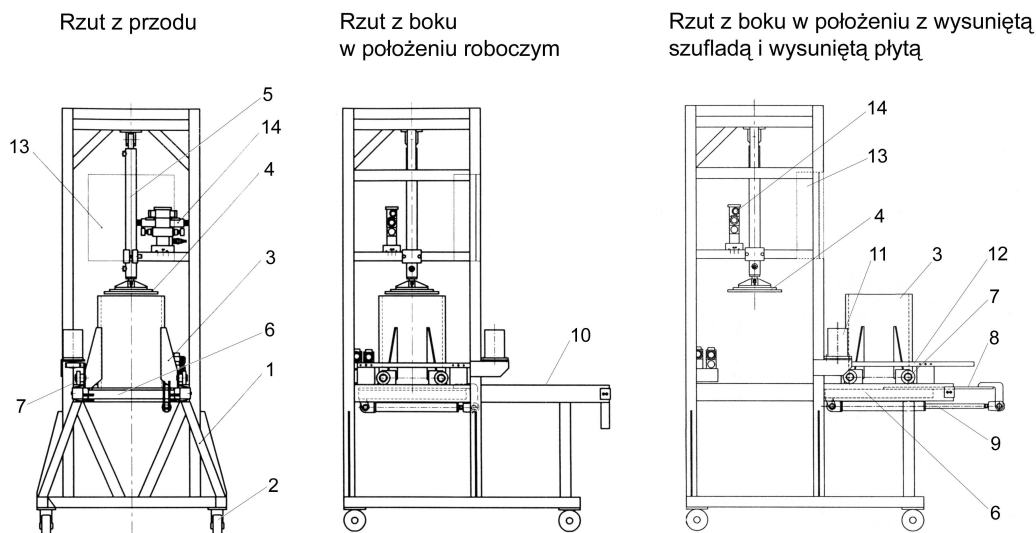
Konstrukcję nośną urządzenia stanowi spawana rama (1) wykonana z profili kwadratowych wsparta na kółkach fortepianowych (2) umożliwiających przemieszczanie wewnątrz pomieszczenia (rys. 2). Zagęszczanie materiału roślinnego odbywa się w cylindrze (3) stanowiącym wnętrze grubościennej rury, która od spodu jest zamknięta stalową płytą (8). Przed rozpoczęciem zagęszczania do wnętrza cylindra wkłada się gruby worek foliowy dopasowany do średnicy cylindra a jego brzegi wywija na zewnątrz cylindra. Nacisk na zagęszczany materiał umożliwiają wymienne tarcze o różnej średnicy (4), wciskane do wnętrza cylindra za pomocą siłownika hydraulicznego (5), którego skok jest uzależniony od ilości materiału znajdującego się w komorze. Zagęszczanie minisiłosu polega na kilkukrotnym nacisku na każdą warstwę materiału wsypanego do cylindra. Liczba warstw materiału składających się na jeden siłos oraz liczba cykli ubijania każdej warstwy może być

Rys. 1. Urządzenie do zagęszczania materiału roślinnego wraz z przystawką napędową AG 5089

Fig. 1. Apparatus for plant material compacting with AG 5089 driving attachment



<sup>1</sup>Praca finansowana ze środków MNiSW w latach 2007-2010, jako projekt badawczy N502 006 32/0677



Rys. 2. Schemat urządzenia do zagęszczania materiału roślinnego - opis w tekście  
 Fig. 2. Scheme of apparatus for plant material compacting - description at text

zmieniana. Regulacji podlegają również ciśnienie zagęszczania, które wywołuje odpowiedni nacisk tarczy na zagęszczany materiał.

Cylinder zagęszczający stanowi rura o średnicy wewnętrznej 280 mm i wysokości 430 mm (rys. 3).



Rys. 3. Cylinder zagęszczający w czasie prasowania materiału roślinnego za pomocą tarczy dociskowej

Fig. 3. Compacting cylinder during plant material pressing by pressing disc

Tab. Parametry zagęszczania materiału roślinnego  
 Table. Plant material compacting parameters

Średnica tarczy dociskowej, [mm] Pressing disc diameter, [mm]	Ciśnienie zagęszczania, [kPa] Compacting pressure, [kPa]						
	40	70	100	140	190	250	310
	Ciśnienie robocze, [bar] Working pressure, [bar]						
150	6	10	14	20	27	35	44
200	10	18	25	35	48	63	78
225	13	22	32	44	60	79	98
250	16	27	39	55	74	98	121
	Siła nacisku tarczy, [kN] Disc pressure force, [kN]						
150	0,71	1,24	1,77	2,47	3,36	4,42	5,48
200	1,26	2,20	3,14	4,40	5,97	7,85	9,74
225	1,59	2,78	3,98	5,57	7,55	9,94	12,32
250	1,96	3,44	4,91	6,87	9,32	12,27	15,21

Nabudowany jest on na szufladę (6), którą można wysuwać poza strefę oddziaływania tarczy dociskowej zamocowanej do tłoczyka siłownika hydraulicznego (rys. 2). Umożliwia to bezpieczny załadunek cylindra kolejnymi warstwami materiału oraz wyjmowanie i zawiązywanie uformowanych minisilosów. Podczas wysuwania szuflady wspiera się na dwóch prowadnicach (10) poprzez cztery łożyska toczne (7), a ruch wymusza silnik hydrauliczny (11) napędzający koło zębate współpracujące z listwą zębatą (12) szuflady. Maksymalne wysunięcie szuflady zabezpiecza stycznik krańcowy.

Niezależnie od szuflady płyta stalowa, stanowiąca dno cylindra zagęszczającego, posiada również możliwość wysunięcia, umożliwiając tym samym wypchnięcie siłosu dołem. Wysunięcie płyty jest realizowane za pomocą siłownika hydraulicznego (9).

Uruchamianie urządzenia oraz nastawianie żądanych parametrów pracy jest realizowane za pomocą elektrycznej tablicy rozdzielczej (13), sprzęgniętej z instalacją hydrauliczną. Siłę nacisku, a w konsekwencji ciśnienie zagęszczania zmienia się przez nastawienie ciśnienia roboczego zaworem redukcyjnym (14) oraz wybór średnicy tarczy dociskowej (średnice tarcz wynoszą odpowiednio 250, 225, 200 i 150 mm) (tab.).

Praca urządzenia zagęszczającego możliwa jest w trybie automatycznym lub ręcznym. W trybie automatycznym, dla każdej warstwy materiału, wykonywany jest cykl zagęszczania składający się z kilkukrotnego docisku do nastawionej wartości ciśnienia. Każdy docisk poprzedzony jest kilkusekundowym odpuszczeniem, a więc uniesieniem i ponownym opuszczeniem tarczy dociskowej. W trybie tym istnieje możliwość regulacji czasu i krotności docisku. Podczas ręcznego sterowania każdy ruch jest realizowany oddzielnie, ale czas pojedynczego ruchu może być nastawiany na dowolną wartość.

## Metodyka

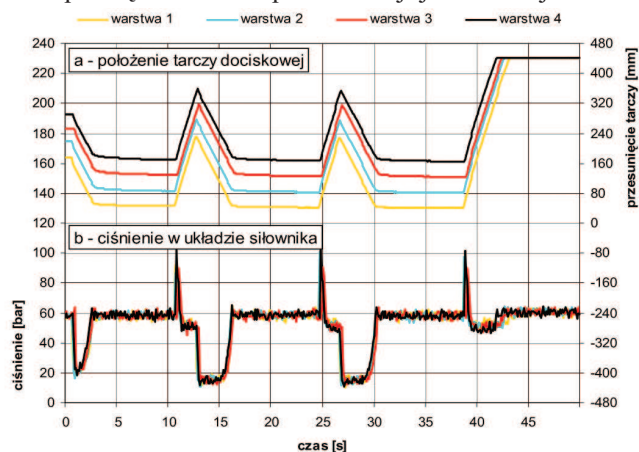
Ze względu na brak standardów, przy opracowaniu metodyki sporządzania minisilosów wykorzystano eksperymenty wykonane na Uniwersytecie Stanowym w Pensylwanii [3, 5].

Materiał przeznaczony do zagęszczenia powinien być uprzednio rozdrobniony. Porcję siewki o objętości 10 dm<sup>3</sup>, odmierzoną za pomocą naczynia miarowego z dokładnością 0,1 dm<sup>3</sup>, należy zważyć z dokładnością 20 g. Po wysunięciu cylindra zagęszczającego i włożeniu do niego worka foliowego wysypuje się pierwszą warstwę siewki. Warstwa ta podlega cyklowi zagęszczenia według wcześniej nastawionych parametrów. Skok tłoka jest rejestrowany przetwornikiem przemieszczeń, co pozwala na wyznaczenie gęstości objętościowej materiału roślinnego. Zwykle przyjmuje się, że jeden cykl składa się z trzech nacisków, które trwają 5-10 s, przedzielonych dwiema przerwami polegającymi na wycofaniu tarczy dociskowej trwającemu około 5 s. Czas trwania jednego cyklu trwa więc 25-40 s i kończy się całkowitym uniesieniem tarczy dociskowej i wysunięciem szuflady wraz z cylindrem. Przy zagęszczaniu następnych warstw postępuje się identycznie za każdym razem odmierzając taką samą objętość materiału i go ważąc. Proces uformowania minisilosu kończy się po zagęszczeniu czterech warstw zielonki. Powietrze pozostałe w worku usuwa się odkurzaczem a worek starannie wiąże. Po zawiązaniu worka należy go włożyć odwrotną stroną do drugiego pustego i po usunięciu powietrza worek zawiązać sznurkiem lub drutem. Doświadczenie należy przeprowadzić co najmniej w 3 powtórzeniach dla każdego wariantu zagęszczania.

Urządzenie do zagęszczania materiału roślinnego posiada możliwość ciągłej rejestracji ciśnienia oleju znajdującego się w siłowniku hydraulicznym oraz położenia tarczy dociskowej. Dane te zapisywane są w pamięci komputera poprzez kartę pomiarową przetwarzającą napięciowy lub prądowy sygnał elektryczny.

Na rys. 4 przedstawiono przykładową charakterystykę ciśnienia roboczego i położenia tarczy w czasie rzeczywistym dla cyklu składającego się z trzech docisków każdej z czterech warstw siewki uzyskanej z całych roślin kukurydzy o objętości 10 dm<sup>3</sup> i wilgotności 65%. Czas pojedynczego docisku wynosił 10 s, natomiast czas odpuszczenia 5 s. Pozostałe parametry zagęszczania to: średnica tarczy dociskowej 225 mm, ciśnienie zagęszczania 190 kPa, któremu odpowiada ciśnienie w siłowniku hydraulicznym równe 60 bar oraz siła docisku materiału 7,55 kN.

Tak przygotowane minisilosy przechowuje się przez 6-8 tygodni w zacienionym miejscu, a następnie uzyskaną kiszonkę ocenia pod kątem wartości pokarmowej i jakościowej.



Rys. 4. Charakterystyki ciśnienia w siłowniku oraz położenia tarczy dociskowej w funkcji czasu zagęszczania

Fig. 4. Pressure in cylinder and pressing stroke of pressing disc characteristics in pressing time function

## Podsumowanie

Zaprojektowane i wykonane urządzenie do zagęszczania materiału roślinnego umożliwia uzyskanie w warunkach laboratoryjnych modelowego procesu ugniatania silosu przejazdowego kołami ciągnika. Zakres regulacji parametrów roboczych pozwala na dostosowanie ich do różnych warunków rzeczywistych. Możliwa jest zmiana średnicy tarczy dociskowej, której odpowiada różna szerokość opon ciągnika. Zmiana siły nacisku tarczy uzyskiwana przez zmianę ciśnienia zagęszczania jest powiązana z różnym naciskiem opon pochodzącym od obciążenia przedniej i tylnej osi ciągnika. Stosowanie wielu warstw materiału roślinnego, kilkukrotnie ubijanych odpowiada stałemu zasilaniu silosu przejazdowego w materiał do zakiszania i wielokrotnemu rozjeżdżaniu go kołami ciągnika.

Sposób wykonania minisilosów z wykorzystaniem urządzenia do zagęszczania pozwala na zmniejszenie zakłóceń występujących w warunkach polowych, zachowanie dużej powtarzalności prób i zmniejsza koszty badań, gdy są wykonywane w kombinacji kilku czynników.

## Literatura

- [1] Chlebowski J., Gach S.: Analiza możliwości zakiszania surowców roślinnych w rękawach foliowych. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, 2006, nr 9-10.
- [2] Gach S.: Straty zielonki powstające podczas kiszzenia i przechowywania. Postępy Nauk Rolniczych, 2005, nr 4.
- [3] Hoover L.L., Buckmaster D.R., Heinrichs A.J., Roth G.W.: Particle size and compaction characteristics of mechanically processed corn silage at varying lengths of cut. Paper No. AETC98-103. Amer. Soc. of Agr. Engineers. St. Joseph, MI, 1998.
- [4] Łozicki A., Lisowski A., Kostyra K., Chlebowski J.: Ocena wartości pokarmowej i jakości kiszzonki z kukurydzy sporządzanej w formie minisilosów. Problemy Inżynierii Rolniczej, 2008, 3(61).
- [5] Zhang M.: Design and evaluation of a corn silage-making system with shredding. Praca doktorska. The Pennsylvania State University. The Graduate School. College of Engineering, 2002.

## HYDRAULIC APPARATUS FOR MINISILOS FORMING

### Summary

The design of hydraulic apparatus for plant material compacting was presented. It was made on authors own conception. Minisilos forming method was presented. Idea of apparatus operation is based on real modelling of material compacting process in silo by tractor wheels pressing. Pressure force may be regulated by change of working pressure, time of pressure at single cycle, number of cycles and pressing disc diameter.