

# SEPARATOR SITOWY DO ANALIZY ROZKŁADU DŁUGOŚCI SIECZKI

Streszczenie

W pracy przedstawiono konstrukcję separatora sitowego, wykonanego na podstawie własnej koncepcji oraz przedstawiono metodykę i procedurę analizy wyników badań. Separator sitowy służy do analizy rozkładu długości cząstek rozdrobnionego materiału roślinnego. Kosz sitowy składa się z pięciu sit z otworami w kształcie kwadratu i wykonuje ruch złożony, odwzorowujący ruch mechanizmu korbowego.

## Wprowadzenie

Uzyskanie wysokiej jakości paszy w postaci kiszonki z kukurydzy jest wynikiem właściwej fermentacji, której przebieg zależy między innymi od prawidłowego rozdrobnienia roślin i ich ugniecenia w silosie. Aby osiągnąć te warunki, materiał roślinny powinien być pocięty równomiernie na krótkie cząstki. Materiał rozdrobniony ma większą powierzchnię właściwą, która jest wystawiona na działanie bakterii, co sprzyja fermentacji. Stopień rozdrobnienia zielonki przed zakiszeniem wpływa nie tylko na jakość kiszonki, ale także na ilość niedojadów, które z powodu złego rozdrobnienia mogą wynosić nawet 25 - 30% zadawanej paszy [2]. Dlatego istotnym kryterium oceny jakości pracy siewkarni zbierających jest struktura uzyskiwanej siewki, czyli średnia długość siewki, równomierność rozdrobnienia roślin oraz stopień rozdrobnienia ziaren. Do oceny rozkładu długości siewki stosuje się separatory sitowe, ale w kraju brakowało urządzenia technicznego spełniającego wymagania normatywne. W tym celu w Katedrze Maszyn Rolniczych i Leśnych SGGW opracowano koncepcję separatora sitowego [3], a na kinematykę ruchu kosza sitowego zgłoszono wniosek patentowy (P 386 476). Na bazie tego rozwiązania opracowano dokumentację konstrukcyjną oraz wykonano separator sitowy do separacji siewki otrzymywanej podczas zbioru roślin siewkarnią polową. Wykonawcą urządzenia jest firma Łukomet. Główne parametry techniczne i eksploatacyjne urządzenia są spójne z normą ANSI/ASAE S424.1 MAR98.

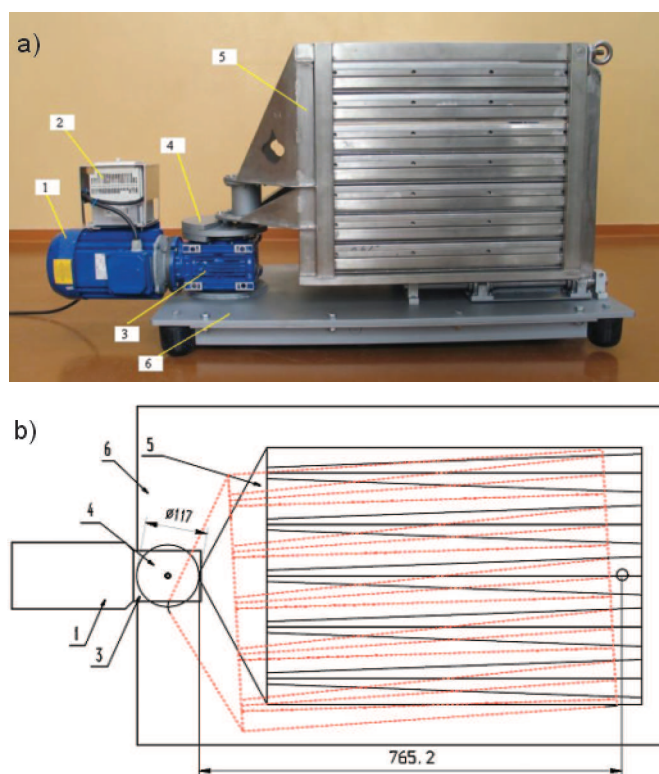
Ponadto opracowano metodykę badania i procedurę analizy wyników separacji mieszaniny roślinnej pociętej na siewkę.

## Budowa i zasada działania

Separator sitowy jest stosowany do oceny jakości pracy siewkarni dokładnego cięcia. W przypadku rozdrabniania siewkarniami bijakowymi separator ten nie może być użyty ze względu na znaczne rozmiary cząstek i zbyt dużą ich niejednorodność. Separator może być wykorzystany zarówno w doświadczeniach stacjonarnych, jak i polowych. Materiał roślinny, poza określonymi przypadkami, nie wymaga dosuszania przed separacją.

Głównym zespołem roboczym separatora (rys. 1) jest kosz sitowy wykonany z kształtowników prostokątnych, w którym umieszczono ramy z zestawem pięciu sit o kwadratowych otworach różnych wymiarów, z gładkim dnem oraz z daszkowym koszem zasypowym, który służy do równomiernego rozdzielania mieszaniny na powierzchni górnego sita. W celu antykorozyjnego zabezpieczenia separatora przed wilgocią z roślin kosz sitowy wraz z sitami wykonano ze stali nierdzewnej. Kosz sitowy otrzymuje napęd od silnika elektrycznego o mocy 2,2 kW poprzez reduktor ślimakowy o

przełożeniu 7,5. Całość zamontowana jest na ramie wykonanej z blachy stalowej. W celu zapobieżenia samoczynnemu przemieszczaniu się urządzenia po podłożu w czasie pracy zastosowano gumowe stopki, które pełnią również rolę amortyzatorów drgań pochodzących od układu napędowego.



Rys. 1. Separator sitowy: a) widok ogólny, b) schemat kinematyczny; 1 - silnik elektryczny, 2 - falownik, 3 - reduktor ślimakowy, 4 - mechanizm mimośrodowy z przeciwważem, 5 - kosz sitowy, 6 - rama nośna

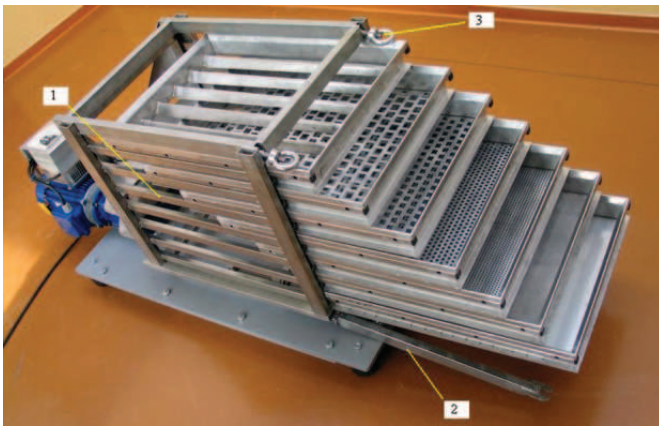
Fig. 1. Sieve separator: a) general view, b) kinematic diagram; 1 - electric motor, 2 - inverter, 3 - worm gear, 4 - eccentric mechanism with counterweight, 5 - sieve set, 6 - support frame

Sita 1, 2, 3 i 4 wykonano metodą laserowego wycinania oczek w arkuszu blachy. Wymiary oczek, jak i odległości między nimi cechują się dużą powtarzalnością, a rozrzut wartości nie przekracza 1%. Udział powierzchni otworów w stosunku do powierzchni sita (współczynnik prześwitu sita) jest zgodny z założeniami normy ANSI/ASAE S424.1. Sito 5, ze względu na małe wymiary oczek utkano z drutu stalowego o średnicy 0,64 mm. Sita mają wymiary 406 na 565 mm, zaś wysokość ich ram, w których są osadzone, wynosi 63,5 mm. Każda rama sita spoczywa na listwach prowadzących w ramie kosza sitowego, co umożliwia niezależne wysunięcie

dowolnego sita w celu zważenia frakcji siewki (rys. 2). Górna rama sita jest wyposażona w listwy daszkowe, spełniające rolę dozownika. Pod dozownikami umieszczono pięć sit o malejących rozmiarach oczek i wysuwne dno, na którym pozostają najdrobniejsze cząstki. Parametry poszczególnych sit podano w tab. 1. W celu stabilnej pracy sit są one dociskane do kosza sitowego za pomocą dwóch listw dokręcanych nakrętkami oczkowymi.

Kosz sitowy wykonuje ruch złożony, wynikający z zastosowanego mechanizmu korbowego i prowadnic ślizgowych, naśladując w ten sposób ruchy ręcznego przesiewania. Ruch kosza sitowego składa się z ruchu obrotowego tarczy, na której osadzono mimośród oraz ruchu posuwisto-zwrotnego. W tym układzie kosz sitowy spełnia rolę korbowodu. Przy czym odpowiednikiem stopy korbowodu jest łożysko przegubu osadzone na czopie mimośrodu przyspawanym do tarczy napędzanej przez przekładnię zębatą (rys. 3). Drugi koniec kosza sitowego jest wyposażony w toczne łożyska liniowe, które poruszają się na prowadnicach prostobieżnych. Odległość punktów podparcia kosza sitowego wynosi 765,2 mm, a wykorbienie 58,5 mm. Na tarczy mimośrodu zamontowano przeciwcieżar z ołowiu w celu zrównoważenia sił bezwładności.

Kosz sitowy porusza się ze średnią, wymaganą częstotliwością 2,4 Hz, ale dla celów badawczych może być ona zmieniana. W tym celu zastosowano falownik sterujący prędkością obrotową silnika elektrycznego. Programowalny falownik pozwala na precyzyjne ustawienie prędkości obrotowej silnika elektrycznego gwarantując powtarzalność częstotliwości wstrząsów sit podczas separacji każdej próbki.

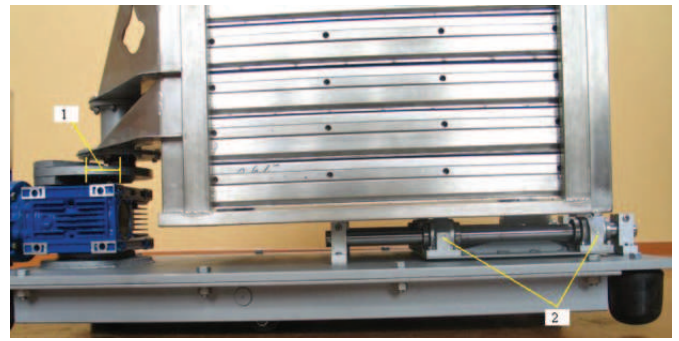


Rys. 2. Sposób wysuwania sit z kosza sitowego: 1 - listwa prowadząca, 2 - listwa dociskowa, 3 - nakrętka oczkowa  
Fig. 2. Manner of sieves slipping out from sieve set: 1 - guide rib, 2 - clamp slat, 3 - eye-nut

Tab. 1. Parametry sit  
Table 1. Parameters of sieves

Nr sita	Wymiar otworu kwadratowego, [mm]	Przekątna otworu kwadratowego, [mm]	Współczynnik prześwietu sita, [%]	Średnia długość cząstki na sicie, [mm]
1	19	26,9	45,6	*
2	12,7	18,0	33,8	22
3	6,3	8,98	33,7	12,7
4	3,96	5,61	39,4	7,1
5	1,17	1,65	41,5	3,04
6	-	-	-	0,82

\* - średni wynik uzyskiwany podczas ręcznych pomiarów cząstek na sicie



Rys. 3. Zamocowanie kosza sitowego: 1 - wykorbienie, 2 - kulkowe łożyska liniowe poruszające się po prowadnicy prostobieżnej  
Fig. 3. Fixing of sieve set: 1 - crank, 2 - line ball-bearings moving over straight-line guide

### Pomiary i analiza

Materiał do separacji w ilości około 10 litrów wsypywany jest do daszkowego kosza zasypowego. Ilość materiału może być większa o 2-3 litry, jeśli nie będzie utrudniało to opróżniania sit. Czas przesiewania jednej próbki wynosi 120 s i liczy się od ustabilizowania obrotów silnika. Po skończonej separacji należy zważyć materiał zgromadzony na każdym sicie z dokładnością nie mniejszą niż 0,5 g. Masę zgromadzonego na górnym sicie materiału bierze się pod uwagę w dalszej analizie tylko wtedy, gdy przekracza 1% masy całej próbki. Należy wówczas dowolnym przyrządem suwmiarkowym (dokładność pomiaru 0,1 mm) zmierzyć długości poszczególnych źdźbeł na tym sicie. Średnia długość tych cząstek jest użyta do analizy danych jako średnia geometryczna  $\bar{X}_i$ . Doświadczenie należy przeprowadzić co najmniej w 3 powtórzeniach. Wyniki każdego powtórzenia mogą być analizowane osobno albo mogą być uśrednione. Każdorazowo przed wykonaniem kolejnego powtórzenia należy oczyścić sita z cząstek roślin za pomocą szczotki lub sprężonego powietrza. Okresowo można zmyć zanieczyszczenia wodą z detergentem, a przed użyciem sita osuszyć. W razie konieczności należy użyć płynu przeciw elektryzowaniu się materiałów. W sytuacji wystąpienia problemów z separacją wilgotnego materiału roślinnego próbkę należy podsuszyć w temperaturze 65°C do wilgotności 50%.

Na podstawie danych, zebranych podczas kilku powtórzeń, oblicza się średnią geometryczną długość cząstek siewki  $X_{gm}$  oraz odchylenie standardowe  $S_{gm}$  według wzorów:

$$X_{gm} = \log^{-1} \frac{\sum(m_i \log \bar{X}_i)}{\sum m_i} \quad (1)$$

$$S_{gm} = \log^{-1} \left[ \frac{\sum m_i (\log \bar{X}_i - \log X_{gm})^2}{\sum m_i} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

gdzie:

$m_i$  - masa siewki na  $i$ -tym sicie [g],  
 $\bar{X}_i$  - średnia długość cząstek na  $i$ -tym sicie [mm].

Dla 2, 3, 4 i 5 sita  $\bar{X}_i$  liczy się jako średnią geometryczną przekątnej otworu na  $i$ -tym sicie  $X_i$  i przekątnej otworu na sicie położonym wyżej:

$$\bar{X}_i = [X_i \cdot X_{(i-1)}]^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

W celu określenia średniej długości cząstek na pierwszym sicie należy zmierzyć je suwmiarką z dokładnością 0,1 mm. Natomiast długość cząstek znajdujących się na dnie przyjmuje się jako połowę przekątnej otworu na sicie piątym.

#### Podsumowanie

Zaprojektowany i wykonany separator sitowy spełnia wymagania normy ANSI/ASAE S424.1, co pozwala na porównywanie wyników badań z danymi zawartymi w publikacjach naukowych i stanowi podstawę do standaryzacji metodyki badań i analizy charakterystyki rozkładu długości cząstek materiału roślinnego zbieranego siewkarniami połowymi dokładnego cięcia.

#### Literatura

- [1] ANSI/ASAE S424.1 MAR98: Method of determining and expressing participle size of chopped forage materials by screening.
- [2] Niewęglowski K.: Wpływ czynników technicznych i eksploatacyjnych na wskaźniki jakościowe rozdrabniania roślin kukurydzy zbieranych siewkarnią połową. Praca doktorska, maszynopis. SGGW, Warszawa 2006.
- [3] Sar Ł.: Projekt konstrukcyjny separatora sitowego. Praca inżynierska, maszynopis. SGGW, Warszawa 2007.

## SIEVE SEPARATOR TO ANALYSIS OF CHAFF LENGTH DISTRIBUTION

### Summary

*In the article a sieve separator construction was presented. This separator was made according to our own conception. A method and investigation result analysis procedure were presented. The sieve separator is used to analysis of particles length distribution of chopped plant material. Sieve frame consists of five sieves with openings of square shape and it performs complex movement, which imitates the movement of a crank mechanism.*

## NOWY SAMOJEZDNY OPRYSKIWACZ POŁOWY

Firma John Deere w roku 2007 rozpoczęła produkcję samojezdnego opryskiwacza połowego ze zbiornikiem o pojemności 4000 litrów. Opryskiwacz w pierwszej kolejności przeznaczony jest na rynek europejski. W 2007 r. ukazała się pierwsza seria próbna tych maszyn w ograniczonej ilości sztuk, a w 2008 r. rozpoczęła się normalna produkcja wielkoseryjna. Ogólny widok opryskiwacza przedstawiono na fotografii.



fol. firmowa

Silnik napędowy mechanizmu jazdy opryskiwacza ma moc 158 kW/215 KM. Sam silnik, jego maska oraz blok chłodnicy zaadoptowane zostały z ciągników serii 6030 firmy John Deere. Montowana na opryskiwaczu aparatura produkowana jest w zakładach John Deere znajdujących się w miejscowości Horst w Holandii. Tam też w przyszłości będzie montowany cały opryskiwacz.

Belki połowe maszyny o rozpiętości od 24 do 36 m składane są do położenia transportowego przez dwukrotne łamanie. Czterokołowe podwozie opryskiwacza jest wyposażone w indywidualne resorowanie każdego koła, przy czym wszystkie koła są kierowane.

Na życzenie użytkownika maszyna może zostać wyposażona w automatyczny system kierujący (Auto Trac) oraz w system automatycznego prowadzenia belki połowej (Boom Trac), a także w system automatycznego włączania rozpylaczy tylko na części szerokości roboczej (Sprayer Pro).

Na podstawie: PROFI-Magazin für Professionelle Agrartechnik nr 5/2007  
opracował doc. dr inż. Józef Kobylarz PIMR - Poznań