

Grzegorz Szwed<sup>1)</sup>, Jacek Majcher<sup>2)</sup>

## MOŻLIWOŚĆ ZASTOSOWANIA POLA ELEKTROSTATYCZNEGO W SEPARACJI ROZDROBNIONYCH NASION RZEPAKU

**Streszczenie.** Jednym z wstępnych etapów przetwarzania produktów pochodzenia rolniczego jest odpowiednia segregacja materiału, która pozwala odseparować materiał dobry jakościowo od tego, który nie spełnia określonych norm. W pracy podjęto próbę separacji materiału rozdrobnionego (nasiona rzepaku), którego dotychczas stosowane metody rozdziału są niezadawalające. Wykorzystano odmienne zachowanie się rozdrobnionych cząstek zarodka od cząstek łupiny w wytworzonym polu elektrostatycznym, udowadniając tezę, że zróżnicowany skład chemiczny zarodka i łupiny, a tym samym przenikalność elektryczna, w zróżnicowany sposób wpływa na te składniki. Do separacji wykorzystano elektroseparator płaski, który zasilano wysokim napięciem z zakresu 0-1-3-7 kV. Zbadano wpływ wartości napięcia zasilającego elektrody na wydajność separacji.

**Słowa kluczowe:** rzepak, elektroseparator, łupina, zarodek, separacja.

### WSTĘP

Głównym surowcem do produkcji oleju spożywczego w Polsce są nasiona rzepaku. Jest wiele czynników, które determinują końcową jakość pozyskiwanych nasion, a więc i wytworzonego z nich oleju. Wynikają one z niejednorodności dojrzewania nasion, zanieczyszczeniu nasionami innych roślin (chwastów) podczas zbioru, nieprawidłowym ich przechowywaniu, itd. Taki surowiec jest więc zróżnicowany pod względem jakościowym oraz posiada niekiedy wtrącenia w postaci obcych ziaren. Produktem ubocznym wytwarzanego oleju jest śruta rzepakowa wykorzystywana jako pasza dla zwierząt. Na walory smakowe (jakościowe) wytworzonych produktów istotny (niekorzystny) wpływ ma również łupina nasion, niedająca się w prosty sposób oddzielić od zarodka w dotychczasowych procesach technologicznych pozyskiwania oleju. Obecnie jest wiele metod, które stosuje się w procesie czyszczenia nasion, jednak metody te mało skutecznie pozwalają odseparować rozdrobnione części nasion, które posiadają identyczne cechy rozdzielcze (opór przepływu powietrza, ciężar jednostkowy, itp.).

---

<sup>1)</sup> Katedra Podstaw Techniki, Politechnika Lubelska,

<sup>2)</sup> Katedra Inżynierii Komputerowej i Elektrycznej, Politechnika Lubelska.

## NAJCZĘŚCIEJ SPOTYKANE METODY SEPARACJI MATERIAŁÓW DROBNOZIARNISTYCH POCHODZENIA ROŚLINNEGO

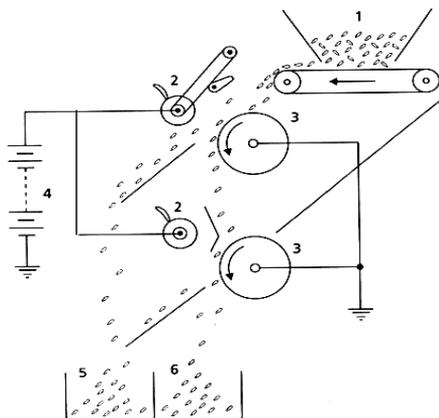
Dynamicznie rozwijający się przemysł przetwórczy materiałów roślinnych spowodował rozwój wielu metod segregacji materiałów drobnoziarnistych (nasion roślin uprawnych). Materiał ten, w zależności od potrzeb, możemy posegregować na grupy różniące się wskazanymi cechami rozdzielczymi (Dłużewski i Dłużewska 2001). Dotychczas, jako fizyczne cechy rozdzielcze najczęściej wykorzystywane są:

- kształt materiału,
- masa jednostkowa materiału,
- barwa materiału,

Niestety wszystkie wymienione powyżej metody rozróżniają materiał pod względem cech zewnętrznych. Sytuacja zaczyna się komplikować w przypadku, gdy materiał, który chcemy posegregować jest rozkruszony i nie różni się zbyt wiele cechami zewnętrznymi. W takim przypadku właściwa była by segregacja, która rozróżniałaby materiał pod względem cech wewnętrznych materiału a mianowicie składu chemicznego. Materiał różniący się składem chemicznym zazwyczaj różni się również parametrami elektrycznymi takimi jak przenikalność elektryczna. Powyższą właściwość wykorzystano w procesie separacji liści od ogonków herbaty (rys. 1).

Wykorzystuje się tu niewielką różnicę wilgotności liści i ogonków herbaty, a tym samym różnicę w ich przenikalności elektrycznej i przewodnictwie elektrycznym. Najlepszą wydajność separacji otrzymano przy wilgotności mieszaniny około 7% [Masui 1982].

Proces separacji jest możliwy dzięki oddziaływaniu pola elektrostatycznego wytworzonego między elektrodami 2 i 3 na cząstki herbaty posiadające ładunek elektryczny. Ładunek na cząstce otrzymujemy poprzez elektryzację, która w tym przypadku



**Rys. 1.** Separator elektrostatyczny do oddzielania liści i ogonków herbaty [Chang i in. 1995]: 1 – podajnik, 2 – wysokonapięciowe elektrody, 3 – bębny, 4 – zasilacz WN, 5 – liście herbaty, 6 – ogonki herbaty

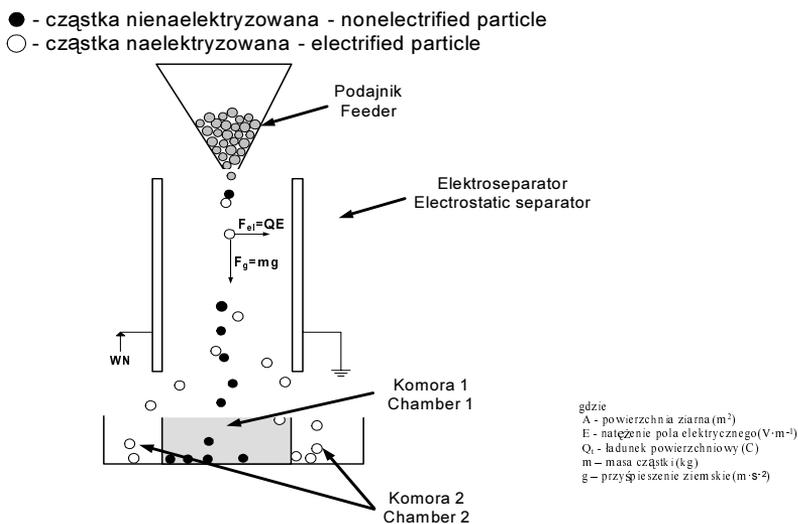
odbywa się na zasadzie kontaktu z powierzchnią naładowaną oraz poprzez indukcję [Gajewski 2000].

Tę właściwość w niniejszej pracy starano się również wykorzystać w procesie oddzielenia zarodka nasion rzepaku od pozostałych frakcji (łupiny). Zróżnicowany skład chemiczny zarodka i łupiny nasienia rzepaku pozwala domniemywać, że wpłynie to również na ich odmienną przenikalność elektryczną, a co za tym idzie, inaczej będą reagowały badane frakcje na pole elektrostatyczne. Na rysunku 2 przedstawiono istotę separacji elektrostatycznej.

**Tabela 1.** Skład chemiczny łupiny oraz zarodka nasion rzepaku odmiany Mar i Polo [Mińkowski 2000]

Cechy	Odmiana			
	Mar		Polo	
	łupina	zarodek	łupina	zarodek
Sucha masa [%]	90,2	93,5	91	94,4
Tłuszcz [% sm.]	5,9	57,9	5,9	56,6
Białko ogółem [% smb]	14,1	44,3	15,6	44
Włókno surowe [%smb.]	38,5	6,4	39,4	6,6
Glukozynolany [ $\mu\text{M}/1\text{g}$ smb]	6,1	26,1	5	17,4
Kwas taninowy [% smb]	0,69	2,6	0,78	2,02
Taniny skondensowane [mg/100g smb.]	790	201	532	138
Fityniany [% smb.]	0,54	5,6	0,43	3,97
Żelazo [mg/kg smb.]	97,8	79,5	98	82,1
Miedź [mg/kg smb.]	9,4	4,5	11,1	6,2
Cynk [mg/kg smb.]	6,2	60,7	14,6	79,9

Objaśnienie skrótów: sm. – sucha masa, smb. – sucha masa beztłuszczowa,  $\mu\text{M}$  – mikromole.



**Rys. 2.** Zasada separacji materiałów sypkich w polu elektrycznym

## CEL I ZAKRES PRACY

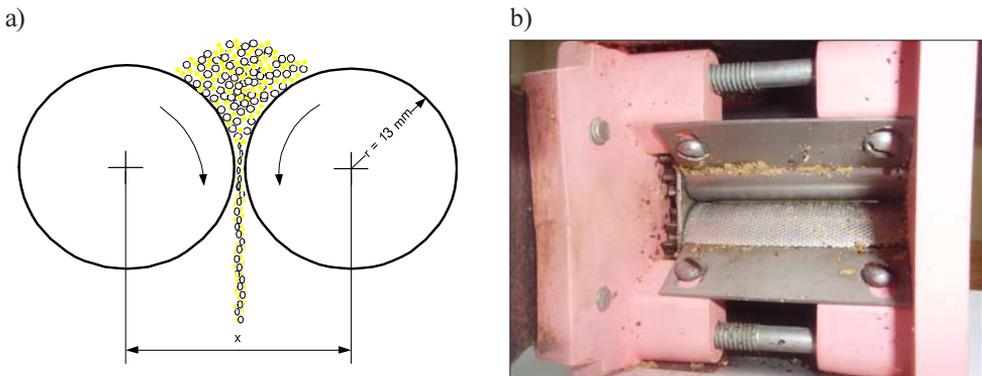
Celem pracy było znalezienie nowej, skutecznej metody oddzielenia łupiny nasienia rzepaku od zarodka po uprzednim jego rozkruszeniu. Z rozdrobnionego materiału starano się usunąć łupinę, ponieważ zawiera ona znaczne ilości składników niestrawnych, tzw. włókna pokarmowe. Włókno obniża zarówno wartość energetyczną paszy, jak też wykorzystanie składników pokarmowych – głównie białka. Głównym składnikiem włókna są ligniny, celuloza. Najwięcej włókna pokarmowego a zarazem najmniej składników pokarmowych znajduje się w łupinie (Ochodзки i Piotrowska 2002).

Jako cechę rozdzielczą rozdrobnionych frakcji starano się wykorzystać różnice w składzie chemicznym zarodka i łupiny. Do tego celu wykorzystano wytworzone pole elektrostatyczne, które w zróżnicowany sposób reaguje na rozdrobnione frakcje w zależności od ich ładunku elektrostatycznego. Zakładając, że ładunek elektrostatyczny cząstki znajdującej się w polu uzależniony jest ściśle od składu chemicznego, postanowiono wykorzystać to zjawisko w możliwości separacji materiałów roślinnych o zróżnicowanym składzie chemicznym.

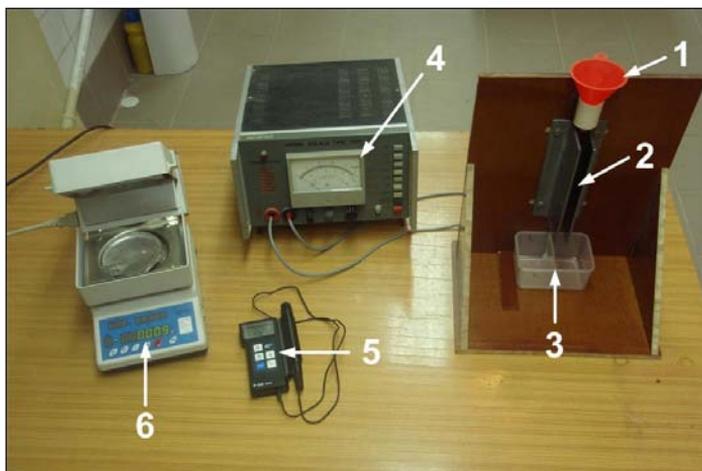
## MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiałem badawczym były nasiona rzepaku wczesno średniej odmiany Bazyl zebrane w 2008 r. Aby można było skutecznie odseparować zarodek od pozostałych cząstek łupiny, konieczne było wcześniejsze rozkruszenie badanego materiału. Nasiona rozdrobnione zostały na kruszarce walcowej przedstawionej na rysunku (rys. 4b). Podczas kruszenia regulowano szczelinę między walcami od wartości początkowej  $x_1 = 29$  mm aż do  $x_2 = 27$  mm. Szczelinę zmniejszano co 0,1 mm do takiej wartości, aby nie dopuścić do wydzielenia z nasion oleju. Przykład regulacji przedstawiono na (rys. 3a).

Badania prowadzone były na elektroseparatorze przedstawionym na rysunku 4

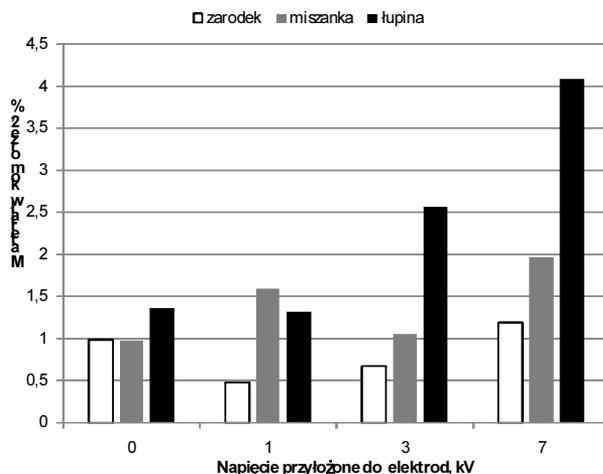


Rys. 3. Kruszarca walcowa a) schemat, b) model rzeczywisty



**Rys. 4.** Stanowisko badawcze: 1 – podajnik, 2 – elektroseparator, 3 – komora, 4 – zasilacz WN, 5 – uniwersalny miernik wilgotności, 6 – waga

Rozdrobniony materiał umieszczano w podajniku gdzie następnie trafiał do elektroseparatora, tutaj cząstki bardziej naelektryzowane odchyłały się od toru i trafiały do komory 2, a słabo naelektryzowane lub nienaelektryzowane trafiały do komory 1. Następnie materiał z komory 1 ważono, co pozwoliło obliczyć ilość materiału pozostałego w komorze 2 (odchylenie spadających frakcji wynikało z istnienia pola elektrostatycznego). Wyniki badań przedstawiono na rysunku 5. Badania prowadzono dla 3 różnych wartości napięć zasilających elektroseparator a tym samym różnych wartości natężeń pola elektrostatycznego między elektrodami.



**Rys. 5.** Ilość materiału w komorze 2 (%) w funkcji napięcia przyłożonego do elektrod elektroseparatora (kV)

## ANALIZA WYNIKÓW I WNIOSKI

Przeprowadzone badania dowiodły, że pole elektrostatyczne oddziałuje na rozdrobnione nasiona rzepaku. Oddziaływanie pola na znajdujące się w nim fragmenty rozdrobnionych nasion uzależnione jest od jego natężenia, a także od rodzaju frakcji (zarodek – łupina) znajdujące się w jego zasięgu, co okazało się zgodne z wcześniejszymi założeniami. Niewątpliwie na to zjawisko ma wpływ zróżnicowany skład chemiczny obu tych składników nasion, co powoduje inną przenikalność elektryczną i przewodnictwo elektryczne. Zauważono również, że intensywność separacji zależy od wielkości natężenia pola elektrostatycznego. Im pole jest silniejsze tym efektywność separacji wzrasta.

Jak wynika z przeprowadzonych badań, wraz ze wzrostem napięcia przyłożonego do elektrod elektroseparatora efektywność separacji wzrasta. Zarówno przy niższych jak i przy większych napięciach wyraźnie zaobserwować można silniejszy wpływ pola elektrostatycznego na łupinę w porównaniu z zarodkiem. Szczególnie przy napięciu 7 kV różnica ta sięga 2,9%.

Powyższe różnice pozwalają stwierdzić, że istnieje możliwość odseparowania łupiny nasion od pozostałej części rozdrobnionej masy. Jednorazowa próba nie powoduje jednak dużej skuteczności separacji, dlatego proponuje się prowadzenie prac nad podniesieniem sprawności urządzenia, w szczególności przez:

- zmianę sposobu elektryzacji cząstek,
- dobór optymalnych wymiarów elektrod,
- zastosowanie cyklu separacji w którym użyte zostaną separatory o różnych parametrach separacji,
- określenie wpływu granulacji rozdrobnionych nasion rzepaku na skuteczność elektroseparatora,
- zbadanie wpływu parametrów fizycznych (wilgotność, temperatura) rozdrobnionych nasion na wydajność procesu.

## PIŚMIENNICTWO

1. Chang J-S., Kelly A., Crowley J. 1995. Handbook of electrostatic processes. Marcel Dekker Inc. New York.
2. Dłużewski M., Dłużewska A. 2001. Technologia żywności cz 2. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne. Warszawa.
3. Gajewski A. 2000. Procesy i technologie elektrostatyczne. Wydawnictwo naukowe PWN. Warszawa-Kraków.
4. Ochodzki P., Piotrowska A. 2002: Właściwości fizyczne i skład chemiczny nasion rzepaku ozimego o różnym kolorze okrywy nasiennej. Rośliny oleiste, Tom XXIII: 235–241.
5. Masui N. 1982. Electrostatic separation for removal from green tea of stems and from food of impurities. Proceedings of the IEJ, 6, 3: 159–162.
6. Mińkowski K. 2000. Wpływ odmiany i wielkości nasion rzepaku ozimego na zawartość i skład chemiczny łupiny oraz zarodka. Rośliny oleiste, Tom XXI: 157–166.

## **POSSIBILITY EMPLOYMENT OF ELECTROSTATIC FIELD IN SEPARATION PROCESS OF CRUMBLER RAPE SEED**

### **Summary**

The earlier separation of components is the one of the stages of the processing of crumbled plant materials with differential more far usability. In experimental work was presented a method of distributing of crumbled plant materials (seeds of the rape) by using behavior of their particles in the electrostatic field. ). Conducted investigations confirm that the electrostatic field in the differential way affects on the germs and hulls. The intensity of the influence depends closely from the electric parameters of the given material and from the intensity of the field. Investigations proved that with the growth of the electrostatic field, the effectiveness of the separation grew up.

**Key words:** rape seed, electrostatic separator, hull, germ, separation.