

Dariusz Choszcz, Krzysztof Jadwisieńczyk, Stanisław Konopka, Kazimierz Wierzbicki  
Katedra Maszyn Roboczych i Procesów Separacji  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

## WYNIKI BADAŃ NAD ZWIĘKSZENIEM EFEKTYWNOŚCI CZYSZCZENIA NASION SAŁATY GŁOWIASTEJ (*LACTUCA SATIVA* L.)

### Streszczenie

Przedstawiono wyniki badań nad możliwością odzyskiwania nasion sałaty głowiastej wydzielanych do odpadu podczas czyszczenia. Stwierdzono, że wydzielenie nasion sałaty głowiastej z odpadu przy stosowaniu tylko kanału aspiracyjnego lub sit jest mało skuteczne. Natomiast stosując czyszczenie w kanale aspiracyjnym, przy prędkości powietrza 2,5 m/s, a następnie na sicie o szerokości otworów prostokątnych 1,1 mm, można odzyskać ponad 70% nasion sałaty głowiastej wydzielonej do odpadu, przy czystości produktu wymaganej dla materiału siewnego przez Polską Normę. Podano również formuły matematyczne opisujące przebieg procesu rozdzielania.

**Słowa kluczowe:** nasiona sałaty głowiastej, czystość, straty

### Wykaz oznaczeń:

- $C_i$  – czystość mieszaniny po i-tym elemencie rozdzielczym [%],
- $M_i$  – masa nasion sałaty głowiastej w próbce pobranej po i-tym elemencie rozdzielczym [g],
- $M_c$  – całkowita masa próbki laboratoryjnej [g],
- $m_i$  – masa nasion sałaty głowiastej w produkcie czyszczenia po i-tym elemencie rozdzielczym [g],
- $m_c$  – masa nasion sałaty głowiastej w próbce przed czyszczeniem [g],
- $S_i$  – straty nasion sałaty głowiastej po i-tym elemencie rozdzielczym [%],
- $\eta$  – skuteczność wydzielenia nasion sałaty głowiastej z odpadu [%],
- $M_{zc}$  – masa zanieczyszczeń w próbce czyszczenia odpadu [g],
- $M_z$  – masa zanieczyszczeń w produkcie czyszczenia odpadu [g],
- $U_z$  – udział zanieczyszczeń w odpadzie przeznaczonym do czyszczenia.

## **Wprowadzenie**

Salata jest najpopularniejszym gatunkiem w grupie warzyw liściowych. Jej udział w całkowitej produkcji warzyw w Polsce i na świecie stale rośnie. Owocem sałaty jest niełupka o barwie białej, brązowej lub czarnej stanowiąca materiał siewny. Nasiona tego gatunku dojrzewają zależnie od odmiany i warunków pogodowych od połowy sierpnia. Dojrzewanie nasion rozpoznaje się po żółknięciu i zasychaniu koszyczków nasiennych, w których na dojrzałych nasionach ukazuje się biały puszek. Potencjalny plon nasion sałaty wynosi od 150 do 600 kg/ha.. Po zbiorze nasiona należy w miarę konieczności dosuszyć do wilgotności  $6 \div 9\%$  i poddać czyszczeniu. Materiał siewny powinien mieć czystość analityczną nie mniejszą niż 97% [Wybrane zagadnienia...2004; Polowa uprawa....2000].

Podczas wszystkich operacji jednostkowych związanych z produkcją nasion powstają straty. Największe straty materiału siewnego występują podczas zbioru, gdyż nasiona te bardzo łatwo wysypują się i podczas czyszczenia. W operacji czyszczenia udział nasion wydzielanych do odpadu szacowany jest na 20÷30% ogólnego plonu.

## **Cel pracy**

Celem pracy było określenie możliwości odzyskiwania pełnowartościowych nasion sałaty głowiastej wydzielanych do odpadu podczas operacji czyszczenia.

## **Metodyka badań**

Badania obejmowały dwa etapy. W pierwszym etapie wykonano w Przedsiębiorstwie Nasiennictwa Ogrodniczego i Szkółkarstwa S.A. „TORSEED” w Toruniu analizę efektywności czyszczenia nasion sałaty głowiastej w czyszczalni złożonej K-541 Petkus. Doświadczenia związane z określeniem skuteczności czyszczenia i strat nasion gatunku podstawowego prowadzono w warunkach eksploatacyjnych, przy parametrach regulacyjnych uznanych w tym zakładzie za optymalne, tj.:

- objętość powietrza przepływającego przez pierwszy kanał aspiracyjny 1,2 m<sup>3</sup>/s,
- średnica otworów sita górnego 1,0 mm,
- średnica otworów sita dolnego 0,9 mm,
- objętość powietrza przepływającego przez drugi kanał aspiracyjny 0,4 m<sup>3</sup>/s,
- średnica wgłębień cylindra tryjera 2,5 mm.

Do analizy pobierano po 10 prób pierwotnych mieszaniny o masie ok. 0,5 kg w odstępach co 0,5 godziny przed operacją czyszczenia oraz po każdym

elemencie rozdzielczym. Próby pierwotne z danego miejsca wymieszano tworząc próbę ogólną. W Laboratorium Procesów Separacji UWM w Olsztynie każdą próbę ogólną rozsypywano na tacy, dzielono na 20 części i wybierano losowo jedną z nich [Zieliński R., Zieliński W. 1986]. Z każdej wybranej losowo próbki odważono na wadze analitycznej WA-33 po 10 próbek laboratoryjnych o masie 5 g każda z dokładnością do 0,01 g [PN-79/R-65950]. Odważone próbki poddano manualnej analizie makroskopowej dzieląc je na nasiona gatunku podstawowego oraz zanieczyszczenia.

Czystość mieszaniny określono z zależności (1):

$$C_i = \frac{M_i}{M_c} \cdot 100, \% \quad (1)$$

W celu określenia strat nasion gatunku podstawowego przygotowano 10 prób mieszaniny o masie 10 kg każda, które kierowano do czyszczenia. Po przeprowadzeniu eksperymentu, skład i masy uzyskanych frakcji określono analogicznie jak w przypadku wyznaczania czystości mieszaniny. Straty nasion sałaty głowiastej obliczono ze wzoru (2):

$$S_i = \frac{m_c - m_i}{m_c} \cdot 100, \% \quad (2)$$

Natomiast drugi etap związany z ustaleniem możliwości odzyskiwania nasion z odpadu czyszczenia realizowano w Laboratorium Procesów Separacji UWM w Olsztynie. Doświadczenia prowadzono na laboratoryjnym klasyfikatorze pneumatycznym K-293 oraz przesiewaczu sitowym K-294, w którym montowano tylko jedno sito. Do tego celu wykorzystano mieszaninę sporządzoną z partii stanowiącej odpad czyszczenia, przygotowując próbki o masie 0,5 kg.

Eksperyment na wymienionych urządzeniach realizowano w trzech wariantach czyszcząc mieszaninę: tylko w strumieniu powietrza, tylko na sicie, najpierw w kanale aspiracyjnym, a następnie na sicie. Po przeprowadzeniu doświadczeń wstępnych ustalono zakres zmian stosowania parametrów. Wyznaczono je w taki sposób, że ich zmienność ograniczona była z jednej strony tym, że cały materiał pobrany do badań wydzielany był do odpadu, z drugiej zaś – że cały materiał wydzielany był do produktu.

Pomiary przeprowadzono przy następujących parametrach:

- prędkość strumienia powietrza w kanale klasyfikatora pneumatycznego V: 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 i 3,0 m/s.
- szerokość i średnica otworów sit: ≠ 0,8; ≠ 0,9; ≠ 1,0; ≠ 1,1; ≠ 1,2 mm oraz φ 1,0; φ 1,1; φ 1,2; φ 1,3 i φ 1,4 mm.

Doświadczenia wykonano dla wymienionych parametrów w trzech powtórzeniach, natomiast w trzecim wariancie - dla wszystkich możliwych ich kombinacji.

Po przeprowadzeniu doświadczeń obliczono czystość oraz straty nasion sałaty głowiastej zgodnie ze wzorami (1) i (2), uwzględniając, że całkowita masa próbki  $M_c = 500$  g. Natomiast skuteczność wydzielenia nasion zanieczyszczeń z odpadu wyznaczono z zależności (3):

$$\eta = \frac{M_{zc} - M_z}{M_{zc}} \cdot 100, \% \quad (3)$$

gdzie:

$$M_{zc} = M_c \cdot U_z, \text{ g} \quad (4)$$

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, przy wykorzystaniu pakietów programów statystycznych, stosując analizę regresji z krokową procedurą eliminacji zmiennych [STATISTICA PL. 1997].

### **Wyniki badań i ich analiza**

Na podstawie przeprowadzonej makroskopowej analizy składu mieszaniny stwierdzono, że w partii materiału dostarczonej do czyszczenia w PNOiS S.A. „TORSEED” średni udział nasion sałaty głowiastej wynosił 85,57%. Przeciętna czystość końcowa produktu czyszczenia tej mieszaniny w czyszczalni K-541 osiągnęła 98,57% i była ona o ponad 1,5% wyższa od minimum wymaganego dla materiału siewnego. Łączne straty sałaty głowiastej w całej operacji czyszczenia osiągnęły prawie 15%. Natomiast przeciętny udział nasion sałaty głowiastej w odpadzie wynosił 62,54%.

Po czyszczeniu mieszaniny w pierwszym kanale aspiracyjnym czystość wzrosła do 86,75%, przy średnich stratach sałaty głowiastej wynoszących 2,56%. Największe straty nasion gatunku podstawowego zanotowano po przejściu mieszaniny przez kosz sitowy. Wyniosły one 6,95%, przy wzroście czystości do 94,28%. Zastosowanie kolejnego kanału aspiracyjnego przyniosło poprawę czystości mieszaniny o prawie 4% i dalszy wzrost strat o ponad 4%. Wykorzystanie w końcowym etapie czyszczenia nasion sałaty głowiastej trzykrotnie powoduje wzrost czystości mieszaniny zaledwie o 0,34%, przy stratach wynoszących 1,29%.

Rezultaty badań nad możliwością odzyskiwania nasion sałaty głowiastej z odpadu czyszczenia podano w tabeli 1. Ze względu na dużą liczbę pomiarów przedstawiono jedynie wybrane wyniki charakterystyczne dla procesu oraz te, przy których uzyskano najlepsze efekty.

*Tabela 1. Zestawienie wybranych parametrów i wyników badań nad odzyskiwaniem nasion sałaty głowiastej z odpadu po czyszczeniu na klasyfikatorze pneumatycznym K-293 Petkus i przesiewaczu sitowym K-294*

*Tab. 1. Chosen parameters and results of research on recovery of lettuce seeds from waste after cleaning on a pneumatic classifier K-293 Petkus and a sieve screen K-294*

Parametry pracy urządzeń		Efekt czyszczenia		
Prędkość strumienia powietrza [m/s]	Rodzaj i wielkość otworów sita [mm]	Czystość C [%]	Skuteczność $\eta$ [%]	Straty S [%]
1,0	-	69,06	17,41	5,38
1,5	-	71,48	23,87	9,74
2,0	-	75,21	33,82	16,06
2,5	-	81,73	51,23	20,11
3,0	-	78,15	41,67	25,69
-	$\phi$ 1,0	76,69	37,77	19,21
-	$\phi$ 1,1	79,54	45,38	23,03
-	$\phi$ 1,2	83,78	56,70	24,65
-	$\phi$ 1,3	87,25	65,96	29,17
-	$\phi$ 1,4	87,02	65,35	30,28
-	$\neq$ 0,8	79,92	46,40	18,51
-	$\neq$ 0,9	82,14	52,32	20,06
-	$\neq$ 1,0	88,13	68,31	26,74
-	$\neq$ 1,1	94,57	85,50	30,18
-	$\neq$ 1,2	92,36	79,60	28,33
2,5	$\neq$ 0,8	85,03	60,04	17,52
2,5	$\neq$ 0,9	88,76	69,99	23,11
2,5	$\neq$ 1,0	96,34	90,23	28,65
2,5	$\neq$ 1,1	98,16	95,09	31,42
2,5	$\neq$ 1,2	97,07	92,18	34,78

Analizując uzyskane wyniki badań można jednoznacznie stwierdzić, iż przy stosowaniu tylko strumienia powietrza nie uzyska się zadawalających efektów czyszczenia nasion sałaty głowiastej. Zanotowano, że wzrost prędkości strumienia powietrza w zakresie od 1,0 do 2,5 m/s powoduje zwiększenie czystości o ok. 13%. Natomiast straty nasion sałaty głowiastej, przy wymienionych parametrach eksploatacyjnych wzrosły prawie 4-krotnie. Wraz ze zwiększeniem prędkości strumienia

powietrza od 1,0 do 2,5 m/s wzrasta również skuteczność wydzielania zanieczyszczeń od 17,4 do 51,2%. Po przekroczeniu prędkości 2,5 m/s maleje skuteczność wydzielania zanieczyszczeń i czystość produktu, przy dalszym wzroście strat nasion gatunku podstawowego.

Również stosując tylko sita efekt czyszczenia będzie mało skuteczny. Wzrost średnicy otworów sit od 1,0 do 1,4 mm powoduje zwiększenie czystości materiału od 76,7 do 87,0%, przy jednoczesnym wzroście strat od 19,2 do 30,2%. Nieco lepsze efekty czyszczenia uzyskano przy wykorzystaniu sit o otworach prostokątnych. Najwyższą czystość wynoszącą 94,6% (jednak i tak o 2,4% mniejszą od minimalnej wymaganej dla materiału siewnego), przy stratach ponad 30% i skuteczności wydzielania zanieczyszczeń ok. 86%, uzyskano przy szerokości otworów sita 1,1 mm.

Rozpatrując łącznie trzy kryteria, które przyjęto jako wskaźnik oceny jakości czyszczenia (czystość produktu, skuteczność wydzielania zanieczyszczeń oraz straty nasion sałaty głowiastej) można stwierdzić, że najlepsze rezultaty osiągnięto czyszcząc odpad w kanale aspiracyjnym, w którym prędkość strumienia powietrza wynosiła 2,5 m/s, a następnie przesiewając ją przez sito o otworach prostokątnych i szerokości 1,1 mm. Przy wymienionych parametrach roboczych czystość produktu wynosiła 98,2%, przy skuteczności wydzielania zanieczyszczeń ponad 95% i stratach nasion gatunku podstawowego wynoszących ok. 31,5%.

### Wnioski i stwierdzenia

1. Stosowanie tryjera w technologii czyszczenia nasion sałaty głowiastej przy wykorzystaniu czyszczalni złożonej K-541 Petkus jest niecelowe, ponieważ czystość produktu wzrasta nieznacznie powodując dodatkowe straty.
2. Odzyskiwanie nasion sałaty głowiastej wydzielanej z odpadu, przy stosowaniu tylko kanału aspiracyjnego lub sit jest nieskuteczne, ponieważ nie uzyskuje się minimalnej, wymaganej dla materiału siewnego, czystości wynoszącej 97%.
3. Istnieje możliwość odzyskania znacznej części nasion sałaty głowiastej wydzielonych do odpadu (ok. 70%), poprzez czyszczenie mieszaniny w kanale aspiracyjnym, a następnie przesianiu jej przez sito o otworach prostokątnych.
4. Czystość produktu ( $C$ ), skuteczności wydzielania zanieczyszczeń ( $\eta$ ) oraz straty ( $S$ ) nasion sałaty głowiastej w zależności od prędkości strumienia powietrza w kanale aspiracyjnym ( $V$ ) oraz szerokości prostokątnych otworów sit ( $b$ ) zmieniają się zgodnie z zależnościami:

$$C = 41,49 V + 176,40 b - 9,26 V^2 - 72,64 b^2 - 55,13$$

$$\eta = 110,52 V + 479,08 b - 24,63 V^2 - 198,09 b^2 - 317,85$$

$$S = 132,82 b - 55,55 b^2 + 6,85 V b - 65,30$$

## **Bibliografia**

Polowa uprawa warzyw. 2000. Opracowanie zbiorowe pod red. M. Orłowskiego. Wyd. BRASICA, Szczecin.

Polska Norma PN-79/R-65950. 1993. Materiał siewny. Metody badania nasion. Polski Komitet Normalizacji Miar i Jakości. Wydawnictwa Normalizacyjne „ALFA”.

STATISTICA PL dla Windows – dokumentacja pakietu. T. I-V. 1997. StatSoft Polska Sp. z o. o., Kraków.

Wybrane zagadnienia z nasiennictwa roślin ogrodniczych. 2004. Opracowanie zbiorowe pod red. B. Michalik i W. Weinerja. Wyd. Sekcja Hodowli Roślin i Nasiennictwa PTNO, Kraków.

Zieliński R., Zieliński W. 1986. Podręczne tablice statystyczne. WNT, Warszawa.

## **RESULTS OF RESEARCH ON AN INCREASE OF EFFECTIVENESS OF CLEANING LETTUCE SEEDS (*LACTUCA SATIVA* L.)**

### **Summary**

Presentation of the results of a research on the possibility to recover seeds of lettuce from waste after cleaning. It was found that separation of lettuce seeds with application of only an aspiration canal or sieves is not much effective. On the other hand, during cleaning in the aspiration canal with air speed 2.5 m/s and then on a sieve with the width of rectangular holes 1.1 mm one may recover over 70% of seeds of lettuce separated from waste with product cleanliness required for sewing material by the Polish standard. Mathematical formulas which describe the separation process were also given.

**Key words:** lettuce seeds, cleanliness, losses