

EFEKTYWNOŚĆ CZYSZCZENIA NASION MARCHWI (*DAUCUS CAROTA* L.)

Dariusz Choszcz, Krzysztof Jadwisieńczyk, Stanisław Konopka

Katedra Maszyn Roboczych i Procesów Separacji, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Streszczenie: Przedstawiono wyniki badań nad możliwością odzyskiwania nasion marchwi wydzielanych do odpadu podczas czyszczenia. Stwierdzono, że wydzielenie nasion marchwi z odpadu przy stosowaniu tylko kanału aspiracyjnego lub sit jest mało skuteczne. Natomiast stosując czyszczenie w kanale aspiracyjnym, przy prędkości powietrza $2,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, a następnie na sicie o szerokości otworów prostokątnych 1,6 mm, można odzyskać prawie 65% nasion marchwi wydzielonych do odpadu, przy czystości produktu wymaganej dla materiału siewnego wynoszącej 97%. Podano również formuły matematyczne opisujące przebieg procesu rozdzielania.

Słowa kluczowe: nasiona marchwi, czyszczenie

Wykaz oznaczeń

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

Wprowadzenie

Marchew jest jednoroczną rośliną należącą do rodziny selerowatych (*Apiaceae*). Jest ona jednym z podstawowych gatunków warzyw uprawianych w Polsce i stanowi ponad 12% powierzchni upraw warzywnych, a jej produkcja – prawie 15% ogólnej masy zbioru warzyw. Wykorzystywana jest do spożycia w stanie świeżym oraz do produkcji przetworów, soków i mieszanek konserwowanych, kwaszonych i mrożonych [Polowa uprawa... 2000].

Nasiona tego gatunku dojrzewają na przełomie września i października. Istotnym problemem związanym ze zbiorem nasion marchwi jest ich nierównomierne dojrzewanie, dlatego często zbiór poprzedzany jest zabiegiem desykacji [Wybrane zagadnienia... 2004].

Podczas wszystkich operacji jednostkowych związanych z produkcją nasion marchwi powstają straty (największe występują podczas zbioru i czyszczenia). Tylko w operacji czyszczenia udział nasion wydzielanych do odpadu szacowany jest na 10÷20% ogólnego plonu.

Cel pracy

Celem pracy było określenie możliwości odzyskiwania nasion marchwi jadalnej odm. Koral wydzielanych do odpadu podczas operacji czyszczenia.

Metodyka badań

Badania obejmowały dwa etapy. W pierwszym etapie wykonano analizę efektywności czyszczenia nasion marchwi jadalnej odm. Koral w czyszczalni złożonej K-541 Petkus w Przedsiębiorstwie Nasiennictwa Ogrodniczego i Szkółkarstwa S.A. „TORSEED” w Toruniu. 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 $1,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$,
- średnica otworów sita górnego 1,4 mm,
- średnica otworów sita dolnego 0,8 mm,
- objętość powietrza przepływającego przez drugi kanał aspiracyjny $0,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$,
- średnica wgłębień cylindra tryjera 4,25 mm.

Do analizy pobierano po 10 prób mieszaniny o masie ok. 0,5 kg w odstępach co 0,5 godziny przed operacją czyszczenia oraz po każdym elemencie rozdzielczym. Pobrane próby wymieszano tworząc próbę ogólną. W Laboratorium Procesów Separacji UWM w Olsztynie każdą próbę ogólną rozsypany na tacy, dzielono na 20 części i wybierano losowo jedną z nich [Zieliński, Zieliński 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):

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

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 marchwi obliczano ze wzoru (2):

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

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 wyżej 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 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,
- szerokość otworów sit (\neq): 0,6 do 2,4 mm zmieniana co 0,2 mm,
- średnica otworów sit (ϕ): od 0,8 do 2,4 zmieniana co 0,2 mm.

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

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

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

gdzie:

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

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 marchwi wynosił 88,62%. Przeciętna czystość końcowa produktu uzyskana w czyszczalni K-541 osiągnęła 98,18% i była ona o ponad 2% wyższa od minimum wyma-

ganego dla materiału siewnego [Rozporządzenie Ministra... 2001]. Łączne starty nasion marchwi w całej operacji czyszczenia osiągnęły ponad 16%. Natomiast przeciętny udział nasion marchwi w odpadzie wynosił 68,23%.

Po czyszczeniu mieszaniny w pierwszym kanale aspiracyjnym czystość wzrosła do 88,92%, przy średnich stratach nasion marchwi wynoszących 2,58%. Największe straty nasion gatunku podstawowego zanotowano po przejściu mieszaniny przez kosz sitowy. Wyniosły one 8,21%, przy wzroście czystości do 95,43%. Zastosowanie kolejnego kanału aspiracyjnego przyniosło poprawę czystości mieszaniny o prawie 3,5% i dalszy wzrost strat o ponad 4,5%. Wykorzystanie tryjera w końcowym etapie czyszczenia nasion marchwi powoduje wzrost czystości mieszaniny zaledwie o 0,25%, przy stratach wynoszących 1,67%. Rezultaty badań nad możliwością odzyskiwania nasion marchwi jadalnej 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 marchwi jadalnej z odpadu po czyszczeniu na klasyfikatorze pneumatycznym K-293 Petkus i przesiewaczu sitowym K-294

Table 1. Comparison of selected parameters and results of tests on retrieving of edible carrot seeds from waste after cleaning in the K-293 Petkus air classifier and the K-294 sieve screen

Parametry pracy urządzeń		Efekt czyszczenia		
Prędkość strumienia powietrza [m·s ⁻¹]	Rodzaj i wielkość otworów sita [mm]	Czystość C [%]	Skuteczność η [%]	Straty S [%]
1,0	-	69,94	8,75	2,83
1,5	-	73,18	18,12	6,97
2,0	-	80,95	43,02	15,53
2,5	-	76,40	29,14	22,08
3,0	-	78,76	35,90	32,04
-	ϕ 1,2	77,52	31,25	17,45
-	ϕ 1,4	82,03	46,08	23,85
-	ϕ 1,6	86,39	59,84	25,91
-	ϕ 1,8	89,47	68,92	30,12
-	ϕ 2,0	88,66	65,63	31,65
-	\neq 1,0	80,12	38,98	19,20
-	\neq 1,2	83,62	50,07	21,85
-	\neq 1,4	87,53	61,63	26,93
-	\neq 1,6	94,01	81,40	30,68
-	\neq 1,8	92,13	75,61	28,42
2,0	\neq 1,0	85,36	54,72	21,53
2,0	\neq 1,2	89,17	67,30	26,14
2,0	\neq 1,4	95,74	86,13	32,18
2,0	\neq 1,6	98,32	94,53	36,25
2,0	\neq 1,8	97,41	92,07	39,34

Analizując uzyskane wyniki badań można jednoznacznie stwierdzić, iż przy stosowaniu tylko strumienia powietrza nie uzyska się zadawalających efektów czyszczenia nasion marchwi. Zanotowano, że wzrost prędkości strumienia powietrza w zakresie od $1,0$ do $2,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ powoduje zwiększenie czystości o ok. 11%. Natomiast straty nasion marchwi, przy wymienionych parametrach eksploatacyjnych wzrosły z 2,8 do ok. 15,5%. Wraz ze zwiększeniem prędkości strumienia powietrza od $1,0$ do $2,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ wzrasta również skuteczność wydzielania zanieczyszczeń od 8,8 do 43,0%. Po przekroczeniu prędkości $2,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ maleje skuteczność wydzielania zanieczyszczeń i czystość produktu, przy dalszym wzroście strat nasion gatunku podstawowego.

Stosując tylko sita efekt czyszczenia będzie również mało skuteczny. Ogólnie można stwierdzić, że wzrost średnicy otworów sit powoduje zwiększenie czystości materiału, przy jednoczesnym wzroście strat.

Podobną tendencję zanotowano w przypadku oceny efektów czyszczenia przy wykorzystaniu sit o otworach prostokątnych. Najwyższą czystość wynoszącą 94,01% (jednak i tak o 3% mniejszą od minimalnej wymaganej dla materiału siewnego), przy stratach ponad 30% i skuteczności wydzielania zanieczyszczeń ok. 81%, uzyskano przy szerokości otworów sita 1,6 mm.

Rozpatrując łącznie trzy kryteria, które przyjęto jako wskaźnik oceny jakości czyszczenia (czystość produktu, skuteczność wydzielania zanieczyszczeń oraz straty nasion marchwi) można stwierdzić, że najlepsze rezultaty osiągnięto czyszcząc odpad w kanale aspiracyjnym, w którym prędkość strumienia powietrza wynosiła $2,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, a następnie przesiewając go przez sito o otworach prostokątnych i szerokości 1,6 mm. Dla wymienionych parametrów roboczych czystość produktu wynosiła 98,3%, przy skuteczności wydzielania zanieczyszczeń ponad 94,5% i stratach nasion gatunku podstawowego wynoszących ok. 36,3%.

Opracowanie statystyczne wyników badań wykazało, że funkcją najlepiej odwierciedlającą zmianę wartości zmiennych zależnych (C , η oraz S) w zależności od przyjętych parametrów roboczych (wielkości otworów sit oraz prędkości strumienia powietrza) jest wielomian stopnia drugiego. Wartość współczynników korelacji wielokrotnej, dla wszystkich opracowanych stochastycznych modeli, była wysoka (ponad 0,97), przy niskim procencie zmienności losowej (poniżej 2%).

Wnioski i stwierdzenia

1. Stosowanie tryjera i pierwszego kanału aspiracyjnego w technologii czyszczenia nasion marchwi jadalnej przy wykorzystaniu czyszczalni złożonej K-541 Petkus jest niecelowe, ponieważ czystość produktu wzrasta nieznacznie powodując dodatkowe straty.
2. Odzyskiwanie nasion marchwi wydzielanej z odpadu, przy stosowaniu tylko kanału aspiracyjnego lub sit jest nieskuteczne, ponieważ nie uzyska się minimalnej czystości wymaganej dla materiału siewnego, wynoszącej 97%.
3. Istnieje możliwość odzyskania znacznej części nasion marchwi wydzielonych do odpadu (ok. 65%), poprzez czyszczenie mieszaniny w kanale aspiracyjnym, a następnie przesianiu jej przez sito o otworach prostokątnych.
4. Czystość produktu (C), skuteczność wydzielania zanieczyszczeń (η) oraz straty (S) nasion marchwi w zależności od prędkości strumienia powietrza w kanale aspiracyjnym (V) oraz szerokości prostokątnych otworów sit (b) zmieniają się zgodnie z zależnościami:

$$\begin{aligned}C &= 38,35 V + 51,31 b - 8,53 V^2 - 13,33 b^2 + 5,97 \\ \eta &= 83,84 V + 257,39 b - 18,29 V^2 - 72,86 b^2 - 227,27 \\ S &= 25,54 V + 15,39 b - 5,57 V^2 + 3,05 V b - 27,81\end{aligned}$$

Bibliografia

- Zieliński R., Zieliński W. 1987. Podręczne tablice statystyczne. WNT. Warszawa. ISBN 83-204-0836-9.
- Polowa uprawa warzyw. 2000. Opracowanie zbiorowe. Wyd. BRASICA. Szczecin. ISBN 83-902821-5-1.
- Polska Norma PN-79/R-65950. 1993. Materiał siewny. Metody badania nasion. Polski Komitet Normalizacji Miar i Jakości. Wydawnictwa Normalizacyjne „ALFA”.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 14 sierpnia 2001 r. w sprawie rejestracji odmian i udzielania ochrony wyłącznego prawa do odmiany oraz wytwarzania i kontroli materiału siewnego. Dz. U. z 2001 r. nr 108, poz. 1184 i 1185.
- STATISTICA PL dla Windows – dokumentacja pakietu. T. I-V. 1997. StatSoft Polska Sp. z o. o. Kraków. ISBN 83-904735-5-0.
- Wybrane zagadnienia z nasiennictwa roślin ogrodniczych. 2004. Opracowanie zbiorowe pod red. B. Michalik i W. Weinera. Wyd. Sekcja Hodowli Roślin i Nasiennictwa PTNO. Kraków. ISBN 83-905196-3-1.

EFFICIENCY OF CARROT (*DAUCUS CAROTA* L.) SEEDS CLEANING

Abstract. The paper presents the results of research on the possibility to retrieve carrot seeds released as waste during cleaning process. It has been found that separation of carrot seeds from waste using only the aspiration channel or sieves is not very effective. Whereas, if we employ cleaning in the aspiration channel at air flow velocity $2.0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ and then on a sieve with 1.6mm-wide rectangular holes, it will be possible to retrieve almost 65% of carrot seeds released as waste, at 97% product purity required for sowable material. Moreover, the paper specifies mathematical formulae describing progress in the separation process.

Key words: carrot seeds, cleaning

Adres do korespondencji:

Stanisław Konopka; e-mail: stanislaw.konopka@uwm.edu.pl
Katedra Maszyn Roboczych i Procesów Separacji
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
ul. M. Oczapowskiego 11
10-957 Olsztyn