

## OCENA ZANIECZYSZCZEŃ WYSTĘPUJĄCYCH PO ZBIORZE MECHANICZNYM WYBRANEGO RUNA LEŚNEGO\*

*Jacek Mazur, Paweł Sobczak, Marian Panasiewicz, Kazimierz Zawiślak,  
Zbigniew Kobus, Rafał Nadulski  
Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie*

**Streszczenie.** Celem pracy było określenie stopnia zanieczyszczenia występującego w runie leśnym (suszone owoce jałowca oraz owoce suszone borówki czarnej) zebranych mechanicznie. Surowiec został poddany separacji sitowo-pneumatycznej na 6 frakcji, które następnie poddano ręcznie rozdzielaniu na dwie grupy (zanieczyszczenia i materiał właściwy). Następnym etapem była analiza sitowa. Uzyskane wyniki badań wykazały duże zróżnicowanie w zakresie rodzaju i stopnia zanieczyszczenia poszczególnych surowców. Stwierdzono, iż średnia masa cząstek zanieczyszczeń w każdej z frakcji wymiarowych jest znacząco większa od cząstek owoców borówki czarnej, zaś masa zanieczyszczeń jest dwa- do trzech razy większa. Najbardziej zanieczyszczonym materiałem (35–45% zawartości zanieczyszczeń, będących kamieniami) okazały się suszone owoce jałowca i borówki czarnej, przy czym frakcja kamieni zanieczyszczająca nasiona miała wymiary przedziału od 0,3 do 4,0 mm.

**Słowa kluczowe:** runo leśne, zbiór mechaniczny, zanieczyszczenia, separacja

### Wstęp

Rośliny zielarskie i przyprawowe ceni się również jako składnik smakowy całej gamy produktów spożywczych, piekarniczych, mięsnych, mleczarskich, octowych, spirytusowych i owocowo-warzywnych. Jako surowce olejkodajne mają również zastosowanie w przemyśle cukierniczym i kosmetycznym. Produkowane są z nich przyprawy, barwniki i substancje aromatyzujące środki spożywcze. Niektóre rośliny zielarskie są również wartościowym dodatkiem do pasz, zaś inne – docenianymi roślinami ozdobnymi (Neugebauer, 1993).

Wiele substancji pochodzących z ziół znajduje zastosowanie jako składniki żywności funkcjonalnej, w tym głównie suplementów diety, które obok składników odżywczych

---

\* praca naukowa finansowana ze środków narodowego centrum nauki przyznanych przez mniszw jako projekt badawczy nr nn 313757140 realizowany w latach 2011–2014.

dodatkowo zawierają związki mające korzystny wpływ na zdrowie człowieka. W ostatnich latach obserwuje się duży wzrost zapotrzebowania na żywność, która może działać profilaktycznie, a nawet leczniczo w przypadku wystąpienia różnych chorób. Jest to nowy, ważny ekonomicznie obszar rozwoju zielarstwa (Duczmal i Tucholska, 2000; Neugebauer, 1993).

Obecnie przeprowadza się próby maszynowego zbioru tych surowców za pomocą pneumatycznych aspiratorów, co związane jest jednak z bardzo dużym zanieczyszczeniem, nie tylko pochodzenia biologicznego, ale także i fizycznego (Neugebauer, 1993; Tylek i Walczyk, 2002).

Surowce otrzymane z gospodarstw rolnych, plantacji ziół czy zbierane runo leśne są z reguły w dużym stopniu zanieczyszczone różnymi niepożądanymi materiałami. Rodzaje i ilości zanieczyszczeń surowców pochodzenia roślinnego zależą między innymi od warunków wzrostu i pielęgnacji roślin uprawnych, techniki ich zbioru, sposobu młocki i wstępnego czyszczenia, a także od rodzaju transportu i opakowania (Bieniek, 2003; Choszcz i in., 2008; Feder i in., 2008; Domaradzki i in., 2005a; 2005b). Szczególnie trudnymi do rozdziału i oczyszczania są surowce runa leśnego, takie jak: suszone płatki dzikiego bławatka, suszone owoce jałowca czy suszone owoce borówki czarnej; te ostatnie zbierane wcześniej mechanicznie. Zarówno zioła uprawiane w ogrodzie, jak też dziko rosnące mają różnorodne właściwości. Różne ich części, tj. kwiaty, liście, owoce, nasiona, kłącza i korzenie, wykorzystywane są w lecznictwie lub jako przyprawy (Grochowicz, 1994; Kęska i in., 2005; Kramkowski, 1997). Przystępując do zbioru każdego z gatunków roślin zielarskich, musimy orientować się, kiedy jego termin jest najkorzystniejszy ze względu na cechy surowca. Planując zbiór poszczególnych gatunków roślin zielarskich, należy ustalić termin taki, który będzie wpływał na określone cechy tego materiału.

## Cel pracy

Celem badań było ocena stopnia zanieczyszczenia wybranych surowców runa leśnego (suszone owoce jałowca, owoce suszone borówki czarnej) pozyskanych metodą mechaniczną oraz określenie ich podstawowych właściwości fizycznych, wpływających na procesy rozdziału i czyszczenia pneumatycznego.

## Materiał i metodyka badań

Materiał badawczy stanowiły wysuszone mieszaniny owoców jałowca, borówki czarnej zebrane ze stanu naturalnego przy pomocy urządzeń pneumatycznych. Surowce pochodzą z Przedsiębiorstwa Rolno-Spożywcze „Jan Kania” w Częstochowie.

Podstawowe właściwości surowca określono zgodnie z następującymi normami:

- Zawartość wody została określona zgodnie z normą PN-EN ISO 712: 2009 w temperaturze 131°C;
- Gęstość usypowa określono zgodnie z normą PN-73/R-74007;
- Gęstość w stanie utrzesionym oznaczono zgodnie z normą PN-65-Z-04003;
- Kąt zsypania na metalowej płycie oznaczono zgodnie z normą PN-65/Z-04004;
- Kąt usypu oznaczono zgodnie z normą PN-65/Z-04005.

Surowiec został poddany separacji sitowo-pneumatycznej na 6 frakcji:

1. zanieczyszczenia lekkie (pył organiczny i nieorganiczny, drobne cząsteczki roślinne itp.),
2. zanieczyszczenia frakcji średniej,
3. zanieczyszczenia grube,
4. zanieczyszczenia mineralne (piasek o różnej granulacji, kamyki),
5. frakcja materiału podstawowego,
6. poszczególne frakcje separowanego materiału (różnej wielkości owoce jałowca i borówki czarnej).

Każda z otrzymanych frakcji została poddana rozdzielaniu na frakcje wymiarowe na przesiewaczu laboratoryjnym typu SZ-1, wyposażonym w mechanizm mimośrodowy, umożliwiający odsiewanie z zastosowaniem ruchu kołowo-postępowego w płaszczyźnie poziomej. Do badania użyto zestawu sit wykonanych z metalu o oczkach kwadratowych (o rozmiarach: 5 mm; 4 mm; 3,15 mm; 2 mm; 1 mm) wg normy PN-ISO 3310, o średnicy 200 mm.

Pozyskane w ten sposób frakcje zostały poddane ręcznemu rozdzielaniu na materiał zasadniczy i odpad.

W celu poznania niektórych właściwości fizycznych przydatnych w procesie separacji pneumatycznej dokonano pomiaru masy 50 owoców oraz 50 cząstek zanieczyszczeń dla wybranych frakcji wymiarowych, uzyskanych w procesie analizy sitowo-pneumatycznej. Dodatkowo dla każdej z wybranych prób dokonano pomiaru masy pojedynczego owocu oraz pojedynczej cząstki zanieczyszczeń (w 10 powtórzeniach).

Wyznaczano cechy geometryczne i charakterystyki masowe surowca podstawowego i zanieczyszczeń w odniesieniu do każdej wydzielonej frakcji.

## Wyniki i dyskusja

Badania przeprowadzono według ustalonej metodyki. Wykonano szereg pomiarów, których celem było porównanie właściwości fizycznych oraz parametrów zastosowanych procesów rozdzielczych.

Tabela 1

*Podstawowe właściwości fizyczne badanego materiału*

Table 1

*Basic physical properties of the researched material*

Surowiec	Zawartość wody (kg·kg <sup>-1</sup> )	Gęstość usypowa (g·cm <sup>-3</sup> )	Gęstość utrząsiona (g·cm <sup>-3</sup> )	Kąt zsypu (deg)	Kąt usypu (deg)
Szyszkogoda jałowca	0,063	3,57	5,02	32,7	42
Borówka czarna	0,086	8,79	27,3	27,7	34

Tabela 2

*Średnia masa pojedynczej cząstki surowca – szyszkojagoda jałowca i zanieczyszczeń w poszczególnych frakcjach wielkościowych*

Table 2

*Average mass of a single fraction of raw material – juniper berry and contaminations in particular size fractions*

Próba	1		2		3		4		5		6	
Z-zanieczyszczenie / O- surowiec właściwy	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O
Fracja: (5 mm; ∞) (g)	-	0,088	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Odchylenie standardowe	-	0,026	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fracja: (4 mm; 5 mm) (g)	-	-	-	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-
Odchylenie standartowe	-	-	-	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-
Fracja: (3,15 mm; 4 mm) (g)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Odchylenie standartowe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fracja: (2 mm; 3,15 mm) (g)	-	-	-	-	-	-	0,09	-	-	-	-	-
Odchylenie standartowe	-	-	-	-	-	-	0,023	-	-	-	-	-
Fracja: (1 mm; 2 mm) (g)	-	-	-	-	-	-	0,043	-	-	-	-	-
Odchylenie standartowe	-	-	-	-	-	-	0,027	-	-	-	-	-

Tabela 3

*Średnia masa pojedynczej cząstki surowca – borówki czarnej i zanieczyszczeń w poszczególnych frakcjach wielkościowych*

Table 3

*Average mass of a single fraction of raw material – bilberry and contaminations in particular size fractions*

Próba	1		2		3		4		5		6	
Z-zanieczyszczenie / O- surowiec właściwy	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O
Fracja: (5 mm; ∞) (g)	-	-	0,392	0,122	-	-	-	0,043	-	-	-	-
Odchylenie standardowe	-	-	0,166	0,039	-	-	-	0,022	-	-	-	-
Fracja: (4 mm; 5 mm) (g)	-	-	0,071	0,202	0,115	0,061	0,102	0,049	0,117	0,049	-	-
Odchylenie standartowe	-	-	0,024	0,057	0,04	0,007	0,024	0,009	0,046	0,014	-	-
Fracja: (3,15 mm; 4 mm) (g)	-	-	0,085	0,061	0,086	0,043	0,08	0,036	0,085	0,028	-	-
Odchylenie standartowe	-	-	0,046	0,08	0,015	0,012	0,017	0,006	0,014	0,005	-	-
Fracja: (2 mm; 3,15 mm) (g)	-	-	-	-	0,04	0,026	0,028	-	0,031	0,019	0,017	-
Odchylenie standartowe	-	-	-	-	0,015	0,009	0,014	-	0,014	0,003	0,009	-
Fracja: (1 mm; 2 mm) (g)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Odchylenie standartowe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

W wyniku obliczeń stwierdzono, iż średnia masa cząstek zanieczyszczeń w każdej z frakcji wymiarowych jest znacznie większa od cząstek owoców borówki czarnej, średnia masa jednego owocu wynosi 0,5 g, zaś masa zanieczyszczeń jest dwa- do trzech razy większa. Można przypuszczać, że pomiędzy prędkościami krytycznymi dla owoców i zanieczyszczeń kamienistych powinna istnieć dość duża różnica, pozwalająca na oddzielenie cząstek owoców w strumieniu powietrza separatora pneumatycznego.

Analizując wyniki pomiarów zanieczyszczeń i szyszkojagód jałowca można zauważyć, że we frakcjach większych, wydzielonych sitowo, znajdują się cięższe owoce, natomiast na sitach dolnych pozostały lekkie zanieczyszczenia mające postać łusek i okryw nasiennych. Uśredniona masa jednej wysuszonej szyszkojagody wynosi niecałe 0,1g. Dużo mniejsze zanieczyszczenia (o wielkości cząstek wynoszącej połowę owoców) mają podobną masę, wynoszącą odpowiednio 0,09g – dla frakcji 2–3,15 mm oraz 0,04 – dla 1–2 mm.

## Wnioski

Przeprowadzone badania pozwalają wysunąć następujące wnioski:

1. Analiza uzyskanych wyników badań dotycząca najbardziej skutecznego (100%) wydzielenia zanieczyszczeń z badanych mieszanin runa leśnego okazała się bardzo trudna. Znaczna liczba i ilość poszczególnych zanieczyszczeń charakteryzowała się bardzo zbliżonymi (w porównaniu do cech gatunku podstawowego) właściwościami, które trudno było usunąć zarówno w samym strumieniu powietrza, jak i na stanowiskach urządzeń sitowo-pneumatycznych i wibracyjnych.
2. Badania wykazały, że mieszaniny surowców runa leśnego wymagają specjalnego podejścia technologicznego i wykorzystania często specyficznego i niekonwencjonalnego zestawu maszyn czyszcząco-separujących. Konieczne jest również zwiększenie zakresu (aniżeli w przypadku czyszczenia ziarna zbóż i nasion) stosowania wielokrotnych przejść (powtórzeń) operacji czyszczenia, co wydłuża całkowity czas procesu.
3. Przeprowadzone doświadczenia pozwoliły uzyskać bazę cennych danych i praktycznych spostrzeżeń, które należy uwzględnić przy procesie czyszczenia i rozdzielenia na frakcje wymiarowe tej grupy surowców w warunkach przemysłowych.

## Literatura

- Bieniek, J. (2003). Proces separacji ziarna zbóż na sicie daszkowym w zmiennych warunkach pracy. Rozprawa habilitacyjna. *Zeszyty Naukowe AR Wrocław, Rozprawy CXCVIII*, 462, ISSN 0867-1427.
- Choszcz, D.; Jadwisieńczyk, K.; Konopka, S. (2008). Efektywność czyszczenia nasion marchwi (*daucus carota L.*). *Inżynieria Rolnicza*, 9(107), 33-38.
- Domaradzki, M.; Korpala, W.; Weiner, W. (2005). Badania procesu wibracyjnej selekcji nasion. *Inżynieria Rolnicza*, 9(69), 85-91.
- Domaradzki, M.; Korpala, W.; Weiner, W. (2005). Ocena rozkładu wielkości nasion na sitach laboratoryjnych. *Inżynieria Rolnicza*, 11(71), 87-94.
- Duczmal, K.; Tucholska H. (red.). (2000). *Nasiennictwo*. Poznań, PWRiL, ISBN 83-09-0173-24.

- Feder, S.; Kęska, W.; Włodarczyk, K. (2008). Pneumatyczne wspomaganie procesu przesiewania mieszanin ziarnistych na przesiewaczu płaskim. *Inżynieria Rolnicza*, 4, 263-269.
- Grochowicz, J. (1994). Maszyny do czyszczenia i sortowania nasion. Wydaw. AR Lublin, ISBN 83-90-1612-94.
- Kęska, W.; Feder, S.; Włodarczyk, K. (2005). Wstępne wyniki badań nad pneumatyczną intensyfikacją procesu sortowania mieszanin ziarnistych na sicie wibracyjnym. *Inżynieria Rolnicza*, 3(63), 235-242.
- Kramkowski, R. (1997). *Inżynieria i aparatura przemysłu spożywczego*. Wrocław, Wydaw. Akademii Rolniczej, ISBN 83-85-5824-28.
- Neugebauer, Z. (1993). Czyszczenie nasion drzew i krzewów leśnych. *Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej*, 4(93), 11-12.
- PN-65/Z-04004: 1965. *Ochrona powietrza atmosferycznego przed zapyleniem – Oznaczanie kąta zsypania pyłu.*
- PN-65/Z-04005: 1965. *Ochrona powietrza atmosferycznego przed zapyleniem – Oznaczanie kąta nasypu pyłu.*
- PN-65-Z-04003: 1965. *Ochrona powietrza atmosferycznego przed zapyleniem – Oznaczanie ciężaru jednostkowego pyłu utrzęsionego.*
- PN-73/R-74007: 1973. *Ziarno zbóż – Oznaczanie gęstości.*
- PN-EN ISO 712: 2009. *Ziarno zbóż i przetwory zbożowe – Oznaczanie wilgotności – Metoda odwoławcza.*
- PN-ISO 3310: 2000-2001. *Sita kontrolne. Wymagania techniczne i badania.*
- Tylek, P.; Walczyk, J. (2002). Separator pneumatyczny do nasion drzew leśnych. *Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej*, 10, 16-25.

## **EVALUATION OF CONTAMINATIONS OCCURRING AFTER A MECHANICAL COLLECTION OF GROUND COVER**

**Abstract.** The objective of the paper was to determine degree of contamination occurring in the ground cover (dried juniper fruits and dried fruit of bilberry) harvested mechanically. Raw material was subjected to sieve-pneumatic separation into 6 fractions, which were later subjected to manual separation into two groups (contaminations and proper material), which then were subjected to the sieve analysis. The obtained research results proved considerable diversification concerning a type and a degree of contamination of particular raw materials. It was determined that an average mass of contaminating fractions in each dimensional fraction is considerably bigger than fractions of bilberry fruit while the mass of contamination is two-three times bigger. Dried juniper fruits and bilberry fruit occurred to be the most contaminated material, where stones constituted 35–45% of the contamination content and the fraction of stones which contaminated seeds was within 0.3 to 4.0 mm.

**Key words:** ground cover, mechanical harvesting, contaminations, separation

**Adres do korespondencji:**

Jacek Mazur; e-mail: jacek.mazur@up.lublin.pl  
Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
ul. Doświadczalna 44  
20-280 Lublin