

WŁAŚCIWOŚCI GEOMETRYCZNE CZĄSTECZEK POWSTAŁYCH
PO OBLUSKIWANIU NASION PSZCZELNIKA MOŁDAWSKIEGO
(*DRACOCEPHALUM MOLDAVICUM* L.)

Andrzej Anders

Katedra Inżynierii Rolniczej i Surowców Naturalnych, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
ul. M. Oczapowskiego 11, 10-736 Olsztyn
e-mail: anders@uwm.edu.pl

Streszczenie. Przeprowadzone badania wykazały, że obłuskiwanie nasion pszczelnika mołdawskiego musi odbywać się wieloetapowo. Podczas przeprowadzonego doświadczenia dla wilgotności nasion wynoszącej 6% po pierwszym etapie obłuskiwania pozostało około 73% nasion nieobłuskanych. Obłuskując nasiona po raz drugi pozostała ponownie frakcja nasion nieobłuskanych i było ich około 52%. Przyczyną niskiej efektywności obłuskiwania mogą być niewielkie wymiary nasion oraz duża siła przylegania łuski do liścieni. Średnie obliczone pole powierzchni rzutów całych nasion jest większe o 1,1-1,17 mm² od pola powierzchni rzutów uwolnionych liścieni i o 0,49-0,95 mm² od pola powierzchni rzutów oderwanej z nasion łuski. Obliczony dla rzutów uwolnionych liścieni współczynnik kolistości był największy i wynosił 0,72-0,70. Obliczone parametry geometryczne mogą być wykorzystane do dalszej analizy kształtu nasion oraz części morfologicznych (oznaczanie współczynników kształtu, średnic zastępczych itp.).

Słowa kluczowe: obłuskiwanie, pszczelnik mołdawski, okrywa nasienna, liścienie, nasiona, właściwości geometryczne

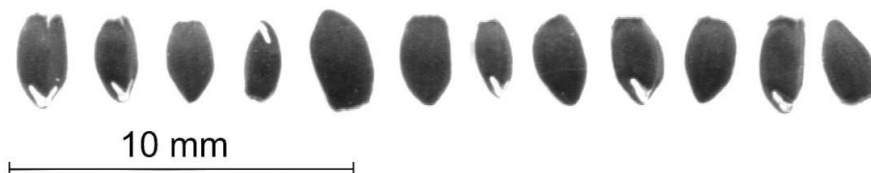
WSTĘP

Pszczelnik mołdawski (*Dracocephalum moldavicum* L.) należy do rodziny Wargowych-Lamiaceae (Labiatae), w której wyróżnia się około 40-70 gatunków. Dojrzałe nasiona pszczelnika mołdawskiego są barwy czarnej i mają kształt 1/4 wycinka zaostrego walca o wymiarach 2,7÷3,0 x 1,3÷1,5 mm. Nasiona te należą do grupy nasion drobnych, a masa 1000 szt. wynosi około 2,0 gramów (Kwiatkowski i in. 2005, Wolski i in. 2006). Ważnym składnikiem nasion pszczelnika mołdawskiego są lipidy występujące w oleju tłustym, którego zawartość kształtuje się na poziomie od 18 do 29% (Szklanowska 1966, Budantzev i Shavarda 1986, 1987, Abdel-Reheem i in. 2001). W oleju tym stwierdzono obec-

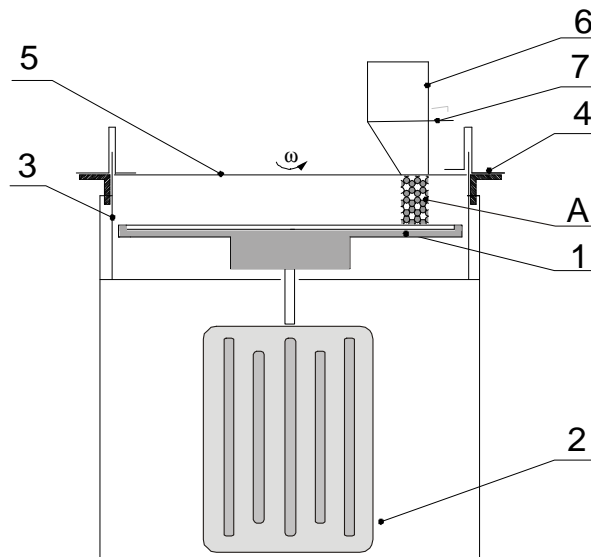
ność kwasów tłuszczowych: palmitynowego (6,5%), stearynowego (5,0%), olejowego (8,5%), linolowego (19,0%), α -linolenowego (61,0%). Jak z tego wynika, olej ten należy do produktów o wysokiej zawartości procentowej niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT). Olej tłusty z nasion pszczelnika mołdawskiego ze względu na wysoką procentową zawartość NNKT, zaliczany jest do tzw. bioolejów, które mają zastosowanie w fitoterapii i kosmetyce (Góra 1997, Brud i Konopacka-Brud 2001). W celu uzyskania czystszeo i o wysokiej jakości oleju można pokusić się o usunięcie okrywy owocowo-nasiennej z nasion. Pozbycie się łuski pozwala na usunięcie również znajdujących się w niej związków chemicznych niepożądanych i szkodliwych. Obłuskiwanie nasion o niewielkich wymiarach jest procesem trudnym i czasochłonnym ale coraz więcej producentów przyznaje, że coraz częściej stosowanym (Szwed i Łukaszuk 2004, Szot i in. 2003). Znajomość cech geometrycznych i fizycznych nasion jest niezbędna do projektowania urządzeń stosowanych podczas separacji, suszenia i przetwórstwa (Anders 2008, Dobrzański jr 2007, Frączek i in. 2003, Frączek i Stokłosa 2005, Panasiewicz i Misiura 2007). Celem tego artykułu było opisanie procesu usuwania okrywy owocowo-nasiennej z nasion pszczelnika mołdawskiego, które należą do nasion drobnych oraz określenie wybranych cech geometrycznych całych nasion i odseparowanych części morfologicznych uzyskanych w trakcie obłuskiwania. W celu określenia cech geometrycznych posłużono się narzędziami analizy obrazu (Anders 2007, Wojnar 2002).

METODYKA BADAŃ

Materiałem do badań były nasiona pszczelnika mołdawskiego, które otrzymano z Katedry i Zakładu Farmakognozji z Pracownią Roślin Leczniczych Uniwersytetu Medycznego w Lublinie. Nasiona przechowywano w pomieszczeniu o stałej temperaturze 22°C oraz wilgotności powietrza około 55% (rys. 1). Wilgotność nasion określana według PN-EN ISO 665:1999 wynosiła około 6%. Obłuskiwanie nasion wykonano na obłuskiwaczu tarczowym o średnicy tarczy $D = 140$ mm (rys. 2).



Rys. 1. Obraz całych nasion pszczelnika mołdawskiego
Fig. 1. Images of whole seeds of *Dracocephalum moldavica*



Rys. 2. Schemat obłuskiwacza tarczowego: 1 – tarcza, 2 – silnik elektryczny, 3 – obudowa, 4 – uchwyt, 5 – pokrywa, 6 – zasyp, 7 – zasuwa, A – obszar opadania nasion na tarczę

Fig. 2. Disk huller schematic: 1 – disk, 2 – electric motor, 3 – casing, 4 – holder, 5 – cover, 6 – feed hopper, 7 – bolt, A – area of seeds falling onto the disk

Nasiona były grawitacyjnie doprowadzone do przestrzeni roboczej poprzez otwór zasypowy umieszczony w górnej pokrywie. Prędkość kątowna tarczy obłuskiwającej była stała i wynosiła $\omega_l = 780 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$. Na rysunku 2 zaznaczono teoretyczny obszar opadania nasion do przestrzeni roboczej obłuskiwacza. Próbkę nasion pszczeniaka mołdawskiego o masie 100 g były wsypywane do przestrzeni roboczej. Tarcza obłuskiwająca w przestrzeni roboczej obłuskiwacza wirowała w trakcie obłuskiwania nasion z ustaloną wcześniej prędkością, aż do całkowitego obłuskania każdej próbki. Prędkość liniowa łopatek tarczy obłuskiwającej w miejscu opadania na nią nasion wynosiła około $24 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Uzyskaną po obłuskiwaniu mieszaninę części morfologicznych nasion przesiewano na sitach o wymiarach oczek 0,6 mm w celu oddzielenia frakcji pylistej powstałej z nasion. Następnie pozostałe części nasion oddzielano w pionowym strumieniu powietrza na separatorze pneumatycznym PETKUS K-293. Nasiona całe, które nie zostały obłuskane, nasiona częściowo uszkodzone oraz uwolnione liścienie oddzielano z mieszaniny gdy prędkość strumienia powietrza w kanale aspiracyjnym wynosiła $2,44 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Uwolnione liścienie były odsiewane z mieszaniny na sicie o wymiarach oczek 1,0 mm. Pozostała po separacji pneumatycznej frakcja łusek była następnie odsiewana na sicie o wymiarach oczek 1,0 mm w celu uzyskania czystej łuski bez udziału połamanych części uwolnionych

liścieni. Nieobłuskane za pierwszym razem oraz uszkodzone częściowo nasiona pszczelnika mołdawskiego były następnie poddawane powtórnemu obłuskiwaniu. Wilgotność nasion oraz prędkość wirowania tarczy była taka sama jak podczas pierwszego obłuskiwania. Uzyskaną mieszaninę części morfologicznych nasion separowano również w ten sam sposób jak poprzednio. Uzyskane po separacji sitowej i pneumatycznej frakcje nasion ważono na wadze z dokładnością 0,01 g. Próbę obłuskiwania oraz separacji obłuskanych nasion wykonano dla pięciu próbek nasion. Całe nasiona, uwolnione liścienie oraz łuskę skanowano przy pomocy skanera płaskiego typu Plustek Optic Pro ST 24 w rozdzielczości 1200 dpi. Na podstawie uzyskanych obrazów wykonano analizę obrazu uszkodzonych nasion oraz rozdrobionych części morfologicznych wykorzystując program ImageJ. Do badanych cech geometrycznych należały: powierzchnia rzutu, obwód, współczynnik kolistości i średnica Fereta. Obliczenia podstawowych statystyk na podstawie otrzymanych wyników wykonano w programie Statistica 5.5.

WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

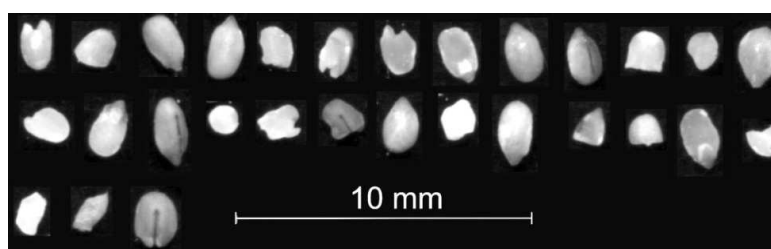
Proces obłuskiwania nasion pszczelnika mołdawskiego odbywał się dwuetapowo. W trakcie obłuskiwania nasion a potem separacji i sortowania uzyskanej mieszaniny uzyskano następujące frakcje: frakcję liścieni, frakcję czystej łuski o wymiarach większych od 1,0 mm, frakcję łuski i zawartej w niej niewielkiej ilości połamanych liścieni, frakcję pyłu tj. cząsteczek o wymiarach poniżej 0,6 mm oraz frakcję całych i częściowo uszkodzonych nasion. Udział wagowy poszczególnych frakcji uzyskanych w pierwszym i drugim etapie obłuskiwania przedstawia tabela 1. Obłuskowane nasiona posiadały dość niską wilgotność wynoszącą około 6%, a mimo to w trakcie pierwszego etapu obłuskiwania pozostała dość znaczna ilość nasion nieobłuskanych i z częściowo oderwaną okrywą owocowo-nasienną. Obłuskując nasiona po raz drugi można zauważyć występowanie nieznacznie większej ilości łuski, łuski z połamanymi liścieniami oraz pyłu. Może być spowodowane to tym iż struktura wewnętrzna nasion i okrywy owocowo-nasiennej mogła zostać częściowo naruszona w wyniku uderzeń z łopatkami tarczy obłuskującej podczas pierwszego etapu obłuskiwania. Obłuskując nasiona pszczelnika mołdawskiego zauważa się dość silne przyleganie okrywy owocowo-nasiennej do liścieni.

Frakcje całych nasion, uwolnionych liścieni oraz okrywy owocowo-nasiennej zostały skanowane, a następnie na podstawie uzyskanych obrazów przeprowadzono pomiar właściwości geometrycznych cząsteczek (tab. 2 i 3). Rysunek 3 ukazuje uwolnione z łuski liścienie uzyskane w procesie obłuskiwania. Na podstawie uzyskanych obrazów liścieni zauważyć można występowanie całych liścieni oraz liścieni połamanych i o nieregularnym kształcie. Połamane liścienie w wyniku uderzeń

o tarczę mają poszarpane i ostre krawędzie a w niektórych przypadkach widoczne jest również spękanie ich powierzchni. Na powierzchni liścieni o większych wymiarach występują wgłębienia i liczne pęknięcia. Obliczona średnia powierzchnia rzutu liścienia uzyskana w pierwszym etapie obłuskiwania wynosiła $1,49 \pm 0,32 \text{ mm}^2$, a uzyskana po drugim etapie obłuskiwania wynosiła $1,42 \pm 0,35 \text{ mm}^2$.

Tabela 1. Udział frakcji nasion po obłuskiwaniu
Table 1. Share of fractions of seeds as a result seed hulling

| Parametr statystyczny Statistical parameter | Liścienie Cotyledons (g) | Łuska Seed coat (g) | Łuska i połamane liścienie Seed coat and cotyledon particles (g) | Pył Dust particles (g) | Nasiona Non-hulled seeds (g) | |
|---|--------------------------------|---------------------------|---|---------------------------------|---------------------------------------|-------|
| Pierwszy etap obłuskiwania – First phase of dehulling | | | | | | |
| Średnia – Mean | | 10,01 | 5,59 | 5,46 | 6,67 | 73,44 |
| Odchylenie stand. – Standard deviation | | 1,67 | 0,50 | 0,75 | 0,97 | 3,09 |
| Minimum | | 8,04 | 4,71 | 4,53 | 5,54 | 70,89 |
| Maksimum | | 12,55 | 5,92 | 6,57 | 7,91 | 78,46 |
| Drugi etap obłuskiwania – Second phase of dehulling | | | | | | |
| Średnia – Mean | | 10,91 | 7,16 | 8,50 | 8,17 | 38,69 |
| Odchylenie stand. – Standard deviation | | 0,86 | 1,22 | 1,11 | 0,58 | 2,56 |
| Minimum | | 9,68 | 5,28 | 7,64 | 7,21 | 34,95 |
| Maksimum | | 11,67 | 8,20 | 10,13 | 8,68 | 41,56 |



Rys. 3. Obraz uwolnionych liścieni pszczelnika mołdawskiego
Fig. 3. Shapes of cotyledons of *Dracocephalum moldavica* seeds

Tabela 2. Wyniki pomiarów cech geometrycznych całych nasion
Table 2. Statistical parameters of geometric features of seeds

| Cecha geometryczna Geometric feature | Liczba nasion Number of seeds <i>n</i> | Średnia Mean | Min | Max | Odch. std Standard deviation |
|--|--|-----------------|------|------|------------------------------------|
| Powierzchnia rzutu nasiona Projection area of seed (mm ²) | 127 | 2,59 | 2,00 | 3,49 | 0,40 |
| Obwód nasiona Perimeter of seed (mm) | 127 | 7,45 | 5,73 | 9,41 | 0,66 |
| Współczynnik kolistości Circularity | 127 | 0,60 | 0,30 | 0,83 | 0,13 |
| Średnica Fereta Feret's diameter (mm) | 127 | 2,61 | 2,09 | 3,03 | 0,13 |

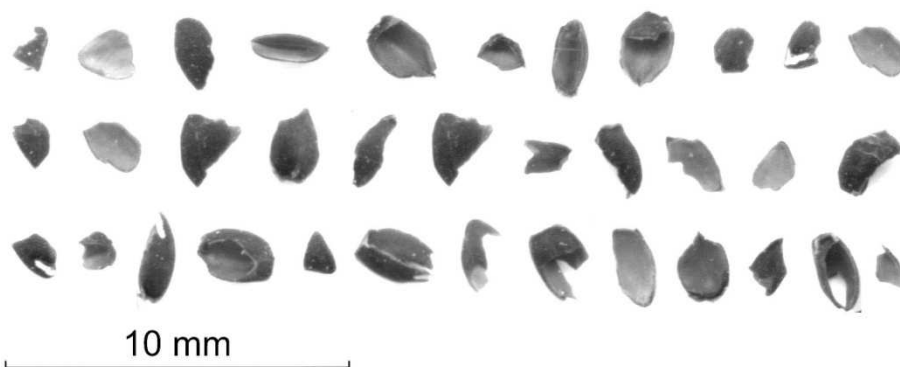
Tabela 3. Wyniki pomiarów cech geometrycznych uwolnionych liścieni
Table 3. Statistical parameters of geometric features of cotyledons

| Cecha geometryczna Geometric feature | Liczba liścieni Number of cotyledons <i>n</i> | Średnia Mean | Min | Max | Odch. std Standard deviation |
|---|--|-----------------|------------|-------------|------------------------------------|
| Powierzchnia rzutu liścienia Projection area of cotyledon (mm ²) | 368/367* | 1,49/1,42* | 0,76/0,79* | 2,23/2,46* | 0,32/0,35* |
| Obwód liścienia Perimeter of cotyledon (mm) | 368/367* | 5,08/5,10* | 3,39/3,51* | 6,99/10,11* | 0,61/0,95* |
| Współczynnik kolistości Circularity | 368/367* | 0,72/0,70* | 0,28/0,21* | 0,90/0,89* | 0,11/0,14* |
| Średnica Fereta Feret's diameter (mm) | 368/367* | 1,80/1,76* | 1,09/1,17* | 2,29/3,32* | 0,26/0,31* |

* – drugi etap obłuskiwania – second phase of dehulling.

Kształt oderwanej łuski jest znacznie zróżnicowany i nieregularny w porównaniu do kształtu uwolnionych liścieni oraz całych nasion (rys. 4). Oderwana od nasiona łuska ulega łatwemu uszkodzeniu i dodatkowemu rozdrobieniu. Wielkość cząstek oderwanej i połamanej łuski różni się znacznie. Obliczona średnia powierzchnia rzutu łuski uzyskanej w pierwszym etapie obłuskiwania wynosiła $1,64 \pm 0,54 \text{ mm}^2$, a uzyskana po drugim etapie obłuskiwania wynosiła $2,10 \pm 0,45 \text{ mm}^2$. Obwód łuski

wynosił odpowiednio $5,59 \pm 1,15$ mm i $6,08 \pm 0,66$ mm. Współczynnik kolistości opisujący w jakim stopniu badana cząsteczka lub nasiono jest zbliżone w swym kształcie do koła dla badanych próbek łusek wynosił $0,66 \pm 0,13$ i $0,71 \pm 0,08$ (tab. 4).



Rys.4. Obraz oderwanej łuski
Fig. 4. Detached seed coat shape

Tabela 4. Wyniki pomiarów cech geometrycznych łuski
Table 4. Statistical parameters of geometric features of seed coat

| Cecha geometryczna Geometric feature | Liczba łusek Number of seed coat <i>n</i> | Średnia Mean | Min | Max | Odch. std Standard deviation |
|--|---|-----------------|------------|------------|------------------------------------|
| Powierzchnia rzutu łuski Projection area of seed coat (mm ²) | 457/273* | 1,64/2,10* | 0,63/0,65* | 2,69/2,99* | 0,54/0,45* |
| Obwód łuski Perimeter of seed coat (mm) | 457/273* | 5,59/6,08* | 3,32/3,77* | 9,92/7,52* | 1,15/0,66* |
| Współczynnik kolistości Circularity | 457/273* | 0,66/0,71* | 0,12/0,41* | 0,85/0,84* | 0,13/0,08* |
| Średnica Fereta Feret's diameter (mm) | 457/273* | 1,95/2,16* | 1,10/1,36* | 3,37/2,80* | 0,38/0,25* |

* – drugi etap obłuskiwania – second phase of dehulling

Podsumowując uzyskane wyniki cech geometrycznych badanych cząsteczek nasion można zauważyć, że średnie obliczone pole powierzchni rzutów całych nasion o wilgotności 6% jest większe o $1,1 \div 1,17$ mm² od pola powierzchni rzutów uwolnionych liścieni i o $0,49 \div 0,95$ mm² od pola powierzchni rzutów oderwanej z nasion łuski.

ski. Obwód rzutów całych nasion był o $2,35 \div 2,37$ mm większy od obwodu rzutów liścieni oraz o $1,37 \div 1,86$ mm większy od obwodu rzutu oderwanej łuski.

WNIOSKI

1. Przeprowadzone badania ukazują, że obłuskiwanie nasion pszczelnika mołdawskiego musi odbywać się wieloetapowo. Podczas przeprowadzonego doświadczenia dla wilgotności nasion wynoszącej 6% po pierwszym etapie obłuskiwania pozostało około 73% nasion nieobłuskanych.

2. Obłuskując nieobłuskane nasiona po raz drugi pozostaje ponownie frakcja nasion nieobłuskanych i było ich około 52%. Przyczyną niskiej efektywności obłuskiwania mogą być niewielkie wymiary nasion oraz duża siła przylegania łuski do liścieni.

3. Obliczony dla rzutów uwolnionych liścieni współczynnik kolistości był największy i wynosił $0,70 \div 0,72$. Dla rzutów całych nasion pszczelnika mołdawskiego współczynnik ten wynosił $0,6$ a dla rzutów oderwanej łuski wynosił $0,66 \div 0,71$.

PIŚMIENNICTWO

- Abdel-Reheem M. A., Bhella R., Rhao S. S., Hildebrand D., 2001. Linolenic acid accumulation in several high linolenic acid containing seeds. <http://abstracts.aspb.org/aspp2001/public/P38/0725.html>
- Anders A., 2007. Analiza obrazu jako metoda oceny skuteczności obłuskiwania okrywy nasion gorczycy białej. *Acta Agrophysica*, 10(2), 263-271.
- Anders A. 2008. Właściwości geometryczne części morfologicznych nasion lnu poddanych usuwaniu okrywy owocowo-nasiennej. *Acta Agrophysica*, 12(1), 7-17.
- Brud W. S., Konopacka-Brud I., 2001. Pachnąca apteka-Tajemnice aromaterapii. *PAGINA*, Warszawa, 138-145.
- Budantzev A. L., Shavarda A. L., 1986. Khimicheskij sostav i poleznyje svoistva vidov roda *Dracocephalum* L. flory USSR. *Rastitel'n'ye Resursy*, 22, (4), 550-559.
- Budantzev A. L., Shavarda A. L., 1987: Khimicheskij sostav i poleznyje svoistva vidov roda *Dracocephalum* L. flory USSR. *Rastitel'n'ye Resursy*, 23, (2), 287-293.
- Dobrzański B. jr, 2007. Właściwości geometryczne i mechaniczne nasion podczas deformacji i powstawania uszkodzeń. Właściwości Geometryczne mechaniczne i strukturalne surowców i produktów spożywczych, Wydawnictwo Naukowe FRNA, 41-65.
- Frączek J., Kaczorowski J., Ślipek Z., Horabik J., Molenda M., 2003. Standaryzacja metod pomiaru właściwości fizyczno-mechanicznych roślinnych materiałów ziarnistych. *Rozprawy i monografie. Acta Agrophysica*, 92.
- Frączek J., Stokłosa R., 2005. Uszkodzenia nasion fasoli w warunkach obciążeń dynamicznych i statycznych. *Acta Agrophysica*, 5(3), 613-623.
- Góra J., 1997. Oleje roślinne stosowane w kosmetykach. *Aromaterapia*, 3 (9), 13-18.
- Kwiatkowski S., Wolski T., Najda A., 2005. Wpływ terminu siewu i sposobu uprawy dwu form pszczelnika mołdawskiego (*Dracocephalum moldavica* L.) na plon nasion. *Materiały XLII Naukowej Konferencji Pszczelarskiej*, Puławy, 08-09.03.2005, 108-109.

- Panasiewicz M., Misiura A., 2007. Ocena podatności płatków owsianych na kruszenie. *Acta Agrophysica*, 10(2), 425-435.
- Szklanowska K., 1966. Wpływ terminów siewu na wartość użytkową nasion pszczeniaka mołdawskiego (*Dracocephalum moldavica* L.). *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska sect. E*, 21(6), 131-138.
- Szot B., Horabik J., Rusinek R., 2003. Physical properties characteristic of Polish and Canadian lentil seeds. *Int. Agrophysics*, 17, 123-129.
- Szwed G., Łukaszuk J., 2004. Uszkodzenia nasion rzepaku jarego w warunkach działania sił udarowych. *Acta Agrophysica*, 4(3), 815-822.
- Wojnar L., 2002. *Praktyka analizy obrazu*. PTS Kraków.
- Wolski T., Kwiatkowski S., Dyduch J., Najda A., 2006. Wpływ terminu siewu i sposobu uprawy na masę kwiatostanów i nasion dwu form pszczeniaka mołdawskiego (*Dracocephalum moldavica* L.). *Acta Agrobotanica*, 59(1), 497-506.

GEOMETRIC FEATURES OF *DRACOCEPHALUM MOLDAVICUM* L. SEEDS AFTER DEHULLING

Andrzej Anders

Department of Agricultural Engineering and Natural Resources, University of Warmia and Mazury
ul. M. Oczapowskiego 11, 10-736 Olsztyn
e-mail: anders@uwm.edu.pl

Abstract. The conducted research indicates that dehulling of *Dracocephalum moldavicum* L. seeds must be a multistage process. During the experiment which was carried out with seeds of 6% moisture content, after the first stage of dehulling there remained approximately 73% of non-hulled seeds. When the seeds were dehulled for the second time, there again remained a fraction of non-hulled seeds, amounting to 52%. The low efficiency of dehulling may have resulted from the small size of the seeds and the adhesive force between the husk and the cotyledon. The average surface area calculated for the projections of whole seeds of 6% moisture content was larger by $1.1 \pm 1.17 \text{ mm}^2$ in comparison with the surface area of separated cotyledons, and by $0.49 \pm 0.95 \text{ mm}^2$ in comparison with the surface area of the projection of the husk separated from the seed. The calculated circularity coefficient was the biggest as refers the projections of separated cotyledons and amounted to 0.72 ± 0.70 . The calculated geometric parameters may be employed in further analysis of the seeds shape and their morphological components (determining shape coefficients, substitute diameters, etc.).

Keywords: dehulling, *Dracocephalum moldavicum*, seed coat, cotyledon, seed, geometric features