

Wojciech POĆWIADOWSKI, Joanna SZULC, Marak DOMORADZKI

Zakład Technologii i Inżynierii Przemysłu Spożywczego, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy

Granulacja niskociśnieniowa wieloskładnikowa Granulki wielonasienne i wielozarodnikowe

Streszczenie

Zaproponowano i sprawdzono technologię otrzymywania granulki wielonasiennych kwiatów i wielozarodnikowych nasion warzyw. Technologia ta pozwala na wysiew kilku odmian kwiatów do jednej doniczki przy pomocy jednej granulki. Dla inokulacji nasion zarodnikami grzybów lub bakterii, niezbędny jest nadmiar wyliczonej ilości zarodników ze względu na zamieranie ich podczas granulacji i suszenia.

Słowa kluczowe: granulki wielonasienne, granulki wielozarodnikowe, multipile, aglomeracja bezciśnieniowa

The low pressure multicomponent granulation Multiseed and multispores pellets

Summary

A technology of obtaining flower and vegetable multiseed pellets and multispore pellets was proposed and tested. This technology allows the sowing of several varieties of flowers per pot using a single granule. For seed inoculation with spores of the fungi or bacteria, excess of calculated amount of spores due to decay during the granulation and drying is required.

Key words: multi-seed pellets, multi-spore pellets, multipills, non-pressure granulation

Wykaz oznaczeń:

Ω – ilość nasion drobnych lub zarodników przypadająca na granulkę [szt.]

N_d – ilość nasion drobnych [szt.]

M – masa nasion drobnych lub preparatu z zarodnikami [g]

N – liczność nasion drobnych lub zarodników [szt. · g⁻¹]

G – ilość granul w granulatorze [g]

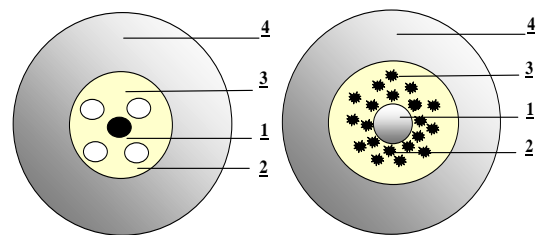
n_g – liczność granul [szt. · g⁻¹]

m_g – masa granul w granulatorze [g]

Wprowadzenie

Technologia granulacji wieloskładnikowych mieszanin ma swój początek w przemyśle farmaceutycznym i przemyśle wieloskładnikowych nawozów mineralnych. Z tych przemysłów wywodzi się metoda granulowania nasion polegająca na powiększeniu ich objętość nakładanym na nasiono materiałem (Belotti, 1973), do którego z czasem dodano: środki grzybobójcze i bakteriobójcze wypełniacze, torf, regulatory wzrostu, nawozy donasienne, mikroorganizmy (Tonkin, 1984), środki ochrony nasion, a na powierzchnię nasion powłoki zmniejszające tarcie i barwniki (Domoradzki, 1999; Domoradzki, 2011). Dalszy rozwój granulacji wieloskładnikowej doprowadził do technologii granulki wielonasiennych i wielozarodnikowych (Pat US 5 623 781). Wadą granulacji aglomeracyjnej jest powstawanie spontanicznie granulki dwu-, a często wielonasiennych w ilości dochodzącej nawet do 5%.

Technologia granulacji wieloskładnikowej ma wiele odmian w zależności od rodzaju zarodników lub nasion i ich przeznaczenia. Efekt połączenia kilku nasion lub zarodników w granulki można osiągnąć kilkoma metodami (Pat US 5623781 A; Pat US. 20110239535 A1):



Rys. 1. Schemat granulki wielonasiennej i wielozarodnikowej (1–nasiono lub zarodek granulki, 2–zarodniki lub drobne nasiona, 3–materiał z zarodnikami lub drobnymi nasionami 4–otoczka)

Fig. 1. A scheme of multi-seed and multi-spore pellets (1–seed or granule nuclei, 2–spores or fine seeds, 3–batch with spores or fine seeds, 4–coating)

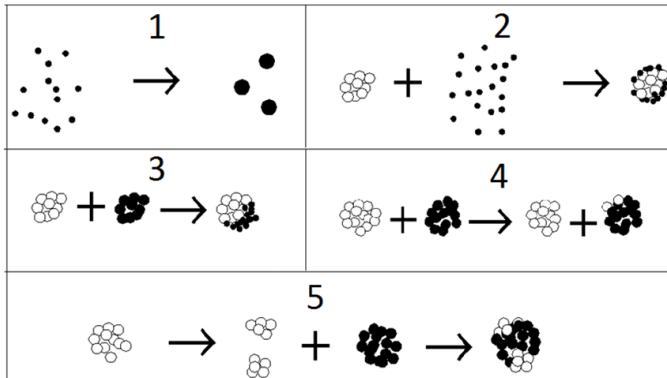
1. Dozowanie kilku nasion do foremki i następnie zalanie jej ciekłym polimerem rozpuszczalnym w wodzie, który po czasie utworzy twarde dobrze chłone wodę granulki. Substancjami do formowania granulki metodą odlewania mogą być: gips, воск, poliakryloamid, alkohol poliwinylowy, PEG-glikol polietylenowy, polietylenu tlenek itp.

2. Sprasowanie wymieszanej z nasionami mieszaniny mineralnej w matrycy ciśnieniowej i uformowanie granulki - tabletki z nasionami.

3. Wytlaczanie przez otwór zwilżonej mieszaniny materiałów mineralnych z nasionami i pocięcie otrzymanego „makaronu” na granulki

4. Połączenie kilku nasion lub granulek w jedną większą granulkę przez sklejenie ich w większą cząstkę, co można wykonać umieszczając kilka nasion zwilżonych klejem w formie lub na płytce z wgłębieniami. Tak przygotowane formy są suszono ciepłym powietrzem

5. Wykorzystanie mechanizmu granulacji aglomeracyjnej (rys. 2): koalescencji i przyłączania małych granulek do wytworzenia dużych aglomeratów kilku nasion lub granulek w urządzeniach do aglomeracji.



Rys. 2. Mechanizmy granulacji aglomeracyjnej: 1 - tworzenie zarodków, 2 - nawarstwianie granulek, 3 - koalescencja, 4 - przenoszenie cząstek przez ocieranie, 5 - przyłączenie okruchów granulek (Domoradzki i Korpala, 2004)

Fig. 2. The mechanisms of agglomeration: 1 - nucleation, 2 - layering granules, 3 - coalescence, 4 - particles transfer by friction, 5 - attachment pieces of pellets (Domoradzki and Korpala, 2004)

Zastosowanie granul wielonasiennych lub wielozarodnikowych (*multi seeds pellets*) ma wiele zalet. Poniżej wymieniono możliwości wykorzystania tych granul (Pat. US 5623781 A, Pat. US 20110239535 A1).

1. Ułatwienie wysiewu w jednej doniczce nasion wielu kolorów kwiatów tej samej lub innej odmiany.
2. Tworzenia kompozycji ozdobnych z różnych odmian roślin z różnych granul wielonasiennych.
3. Poprawienie kiełkowania materiału nasiennego przez złączenie dwu lub trzech nasion w jednej granuli, co daje produkt o kiełkowaniu o wiele wyższym od materiału wyjściowego. Jest to reperacji nasion, które nie spełniają norm jakościowych przez stworzenie pojedynczej granuli zawierającej w sobie kilka nasion.
4. Połączenie granulek z nasionami z materiałem zgranulowanym poprawiającym kiełkowanie, wigor oraz wzrost roślin.
5. Granulowanie nasion bardzo drobnych np. zarodników paproci czy nasion begonii, które wykonuje się na korpusie: z ziarenka piasku, perlitu itp. cząstek stałych, stosując do granulacji materiał obojętny wymieszany z nasionami lub zawiesziną nasion drobnych w roztworze w kleju.
6. Umieszczenie w pobliżu nasion zarodników grzybów lub bakterii w ten sposób, by materiał obojętny otaczał granule a wokół niego były zamocowane zarodniki grzybów lub bakterie.

Bilans wsadu do granulatora dla granulacji wielonasiennej

Ilość nasion przypadającą na granulkę obliczano z zależności: – ilość nasion drobnych przypadająca na korpus granulki:

$$N_g = N \cdot M \quad (1)$$

– ilość granulek w granulatorze:

$$G = m_g \cdot n_g \quad (2)$$

– ilość nasion drobnych przypadająca na granulkę surową wykonaną na korpusie:

$$\Omega = \frac{N_d}{G} = \frac{N \cdot M}{m_g \cdot n_g} \quad (3)$$

Po przekształceniu otrzymamy zależności pozwalającą na obliczenie masy drobnych nasion dodanych do granulatora, aby utworzyć granulkę wielonasienną na korpusie:

$$M = \frac{\Omega \cdot m_g \cdot n_g}{N} \quad (4)$$

Dotychczas wewnątrz jednej granuli znajdowało się pojedyncze nasiono, a granul wielonasiennych nie mogło być więcej niż 5%. Dla poprawienia zdolności kiełkowania zdyskwalifikowanego materiału siewnego w jedną granulkę wdozowuje się kilka nasion.

Bilans wsadu do granulatora dla granulacji wielozarodnikowej

Ilość preparatu z zarodnikami przypadającą na otoczkowane nasiona obliczono z bilansu (jak wyżej). Po przekształceniu równania 4 otrzymamy równanie (5), które jest liniową zależnością (6) pozwalającą na obliczenie masy dodanego preparatu z zarodnikami w zależności od ilości nasion w 1 g.

$$M = \frac{\Omega \cdot m \cdot n}{N} \quad (5)$$

$$y = a \cdot x \quad (6)$$

Dla ochrony nasion warzyw przed patogenami zastosowano inokulację nasion zarodnikami grzyba *Trichoderma viride*.

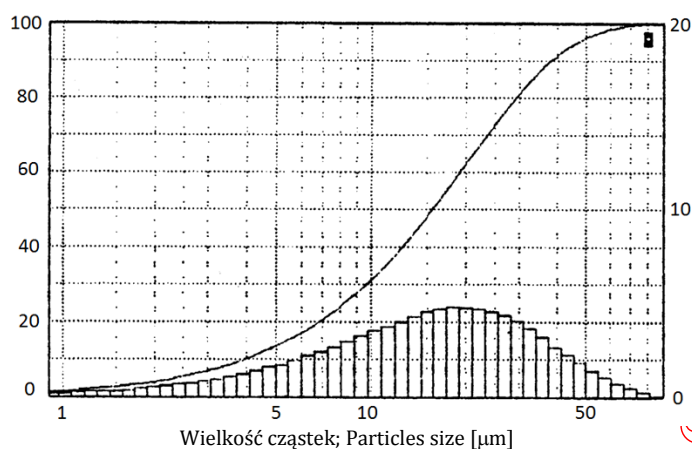
Cel i zakres pracy

Celem pracy było opracowanie niskociśnieniowej granulacji wielonasiennej drobnych nasion lobelii na granulkach uzyskanych z korpusów wykonanych frakcji piasku. Frakcje uzyskano w wyniku przeprowadzenia analizy sitowej piasku. Cieczą granulacyjną był wodny roztwór alkoholu poliwinylowego. Sprawdzono technologię pod kątem ilości nasion w pojedynczej wielonasiennej granuli i wyniki kiełkowania tak pozyskanych nasion.

Drugim celem było sprawdzenie sposobu zamocowania zarodników grzybów *Trichoderma viride* dla ochrony nasion i siewek przed patogenami zawartymi w glebie. Sprawdzono ilość przeżywających proces granulowania kolonii grzybów i wpływ procesu na kiełkowanie nasion.

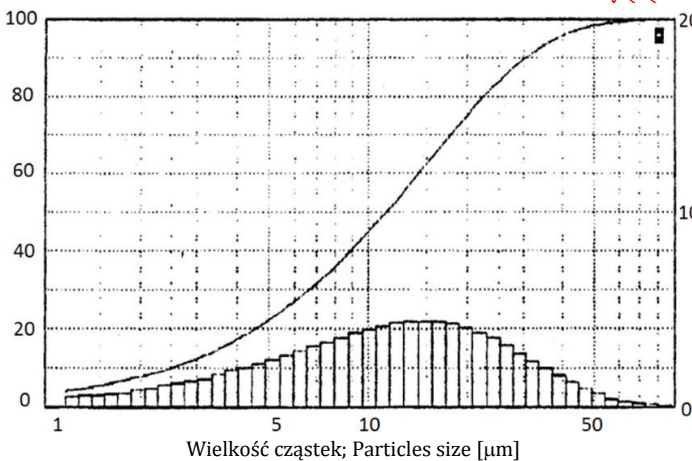
Materiał i metody

Do badań wybrano: frakcję piasku uzyskana w wyniku analizy sitowej pomiędzy sitami 1,2-1,4mm, zmielony dolomit, zmielony kaolin, torf i pył drzewny. Jako ciecz granulacyjną zastosowano wodny roztwór dekstryny i alkoholu poliwinylowego o masie cząsteczkowej 70000. Rozkłady granulometryczne stosowanych do otoczkowania pyłów przedstawiono na rysunkach 3-6. Rozkład ziarnowy pyłów stosowanych do granulacji zmierzono laserowym licznikiem ziaren Analysette 22 firmy Fritsch.



Rys. 3. Rozkład granulometryczny dolomitu

Fig. 3. The size distribution of dolomite

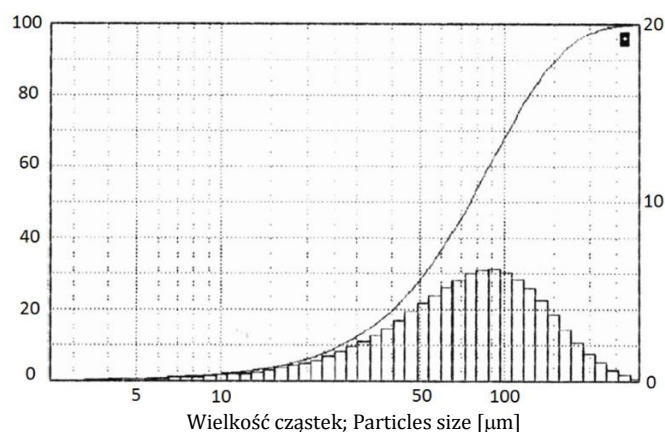


Rys. 4. Rozkład granulometryczny kaolinu

Fig. 4. The size distribution of kaolin

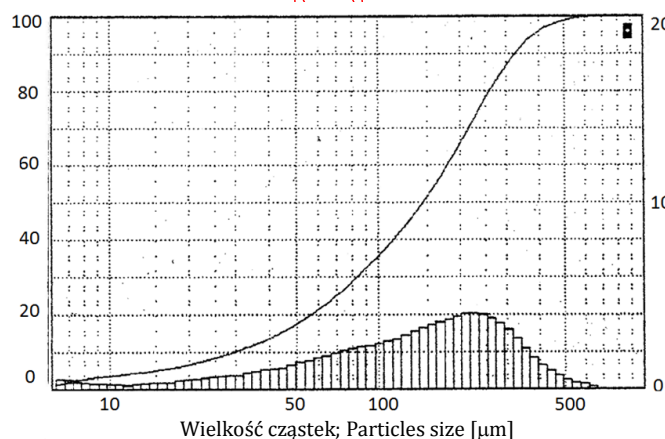
Zmielony dolomit posiadał średnią średnicę ok. 30 µm, dla kaolinu średnia średnica wynosiła ok. 15 µm. Średnia średnica pyłu drzewnego wynosiła ok. 100 µm, średnia średnica torfu mielonego wynosiła ok. 200 µm.

Ważnym parametrem w procesie granulacji niskociśnieniowej jest duża gęstość pyłu i mała chłonność wody. Zawartość pyłu drzewnego w mieszaninie do otoczkowania powinna się więc kształtować w zakresie od 0 do 20% (rys. 7).



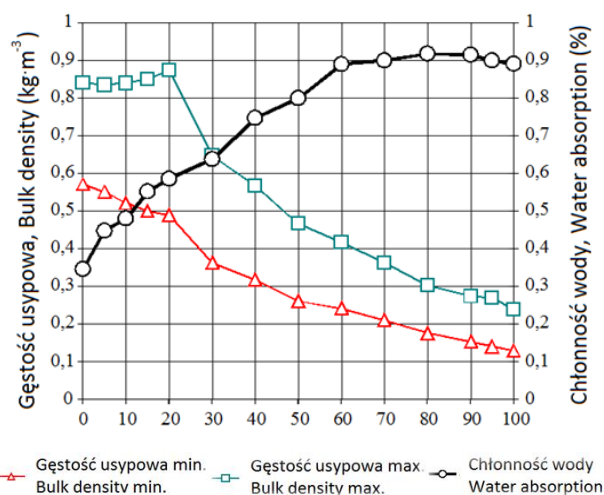
Rys. 5. Rozkład granulometryczny pyłu drzewnego

Fig. 5. The size distribution of wood dust



Rys. 6. Rozkład granulometryczny torfu

Fig. 6. The size distribution of peat



Rys. 7. Zależność gęstości usypowej i chłonności wody dla mieszanek dolomitu i kaolinu z pyłem drzewnym

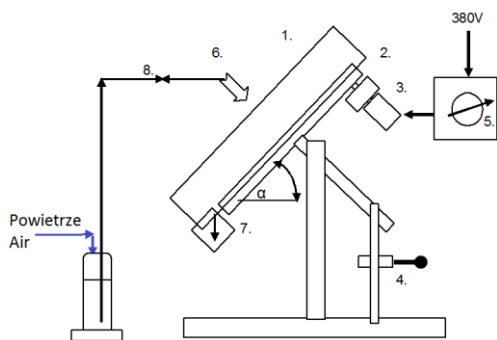
Fig. 7. The dependence of bulk density and water absorption for the mixtures of dolomite and kaolin with wood dust

Aparatura

Schemat aparatury przedstawiono na rysunku 8. Do granulacji wielonasiennej i wielozarodnikowej zastosowano granulator talerzowy (1) z regulowanym kątem pochylenia osi talerza i z talerzem granulacyjnym o średnicy 0,3m. Podnośnikiem śrubowym (4) ustawiono kąta pochylenia talerza (7) względem poziomu lub pionu równy 45°. Napęd stanowił

silnik trójfazowy (3) z przekładnią (4) o mocy 0,36 kW sterowany falownikiem (5) umożliwiającym płynną regulację obrotów talerza. Do podawania cieczy granulacyjnej zastosowano rozpylacz ciśnieniowy hydrauliczny (6) z zaworem (8) zapewniający odpowiednie rozpylenie dozowanie cieczy granulacyjnej.

Kąt pochylenia talerza (7) względem poziomu, ustawiono podnośnikiem śrubowym (4) przeważnie, jako równy 45°. Napęd stanowił silnik trójfazowy (3) z przekładnią (4) o mocy 0,36 kW sterowany falownikiem (5) umożliwiającym płynną regulację obrotów talerza. Do podawania cieczy granulacyjnej zastosowano ciśnieniowy rozpylacz hydrauliczny (6) z zaworem (8) zapewniający bardzo drobne rozpylenie cieczy granulacyjnej.



Rys. 8. Schemat stanowiska do granulacji talerzowej (1-talerz granulacyjny, 2-podstawa talerza, 3-silnik z przekładnią, 4-podnośnik śrubowy, 5-falownik, 6-rozpylacz ciśnieniowy, 7-kątomierz, 8-zawór cieczy)

Fig. 8. The scheme of the granulation disc (1-granulating plate, 2-plate base, 3-gear motor, 4-jack screw, 5-inverter 6-spray, 7-protractor, 8-valve for liquids)

Granulacja wielonasienna

Granulowanie nasion wykonano w granulatorze talerzowym, proces rozbito na dwa etapy: granulowanie wstępne w celu wytworzenia korpusów granул na ziarnach piasku i granulowanie drobnych nasion na tak wytworzonych korpusach.

Założono następujące wartości:

- $\Omega = 4$ szt.;
 - $m_g = 100g$;
 - $n_g = 15$ szt. $\cdot g^{-1}$
 - $G = 1500$ szt.
 - $N = 30000$ szt. $\cdot g^{-1}$
 - $N_g = 6000$ szt.
- stąd:

$$M = \frac{4 \cdot 100 \cdot 15}{30000} = 0,2g \quad (7)$$

Granulowanie wstępne

Na 100g wyselekcjonowanego piasku (frakcja 1,2 do 1,4mm) nałożono warstwę 400g pyłu o składzie: 40% kaolinu i 60% zmielonego dolomitu. Ciecz granulacyjną stanowił 2,5% roztwór wodny alkoholu poliwinylowego. Granulat wysuszono w suszarce ciepłym powietrzem w 45°C. Wytworzone korpusy szczelnie zapakowano.

Granulowanie z drobnymi nasionami

Drobne nasiona w ilości 0,2 g, zmieszano z 99g torfu i dodawano do granulatora na wysuszone korpusy wykonane na piasku, w ilości w 100g. Powłokę zewnętrzną stanowiła mie-

szanina granulacyjna 40% kaolinu i 60% dolomitu z 20% zawartością pyłu drzewnego w ilości 400g. Cieczą granulacyjną był 2,5% roztwór wodny alkoholu poliwinylowego. Granulat wysuszono ciepłym powietrzem w temperaturze 45°C.

Testowanie nasion granulowanych

Z nasion po granulacji i wysuszeniu pobierano pięciokrotnie średnią próbkę w ilości 5 granул i odmywano je pojedynczo wodą na sitku. Obliczano ilość nasion lobelii w każdej granule.

Tab. 1. Liczba nasion lobelii w granulkach przygotowanych do wysiewu

Tab. 1. The number of lobelia seeds in granules prepared for seeding

Lp.	Liczba nasion lobelii w granuli; Number of lobelia seeds in granules		Współczynnik pokrycia granул; The coverage factor of the granules (%)
	Założona; Founded	Oznaczona; Determined	
1	4	4,2	+5,0
2	4	4,1	+2,5
3	4	3,8	-5,0
4	4	3,9	-2,5
5	4	4,1	+2,5

Granulacja wielozarodnikowa

Drugim zadaniem było zamocowanie w pobliżu powierzchni nasion rzodkiewki zarodników grzybów. Założono, że na każde nasiono powinno być nałożone ok. 25 i że ilość zarodników w 1g *Trichoderma viride* wynosi 10⁵ szt. $\cdot g^{-1}$.

Tab. 2. Kiełkowanie nasion granulowanych lobelii na korpusach z piasku

Tab. 2. Sprouting of granulated on sand nuclei lobelia seeds

Kiełkowanie; Germination	Dni; Days									
	0	2	4	6	8	10	12	14	EK	ZK
Kontrola, Control	0	4	7	8	12	14	18	20	14	35
Granulki wielonasienne; Multiseed granules	0	9	20	40	60	75	85	95	75	98

Dla 200g nasion rzodkiewki i licznosci 100 szt. $\cdot g^{-1}$ masa zarodników:

$$M = \frac{25 \cdot 200 \cdot 100}{10^5} = 5,0g \quad (9)$$

Proces granulacji nasion pozwala na zapewnienie zarodnikom odpowiednich warunków do równomiernego ich rozmieszczenia w nasionach. Badano 4 rodzaje granул, na które nanoszono jedną lub dwie warstwy mieszaniny granulacyjnej (40% kaolinu i 60% dolomitu z pyłem drzewnym), a także stosowano różne spoiwa w postaci roztworów dekstryny lub alkoholu poliwinylowego w stężeniu 2,5 oraz 5%.

Do inokulacji i granulacji wybrano nasiona rzodkiewki odmiany Lucynka frakcja 2,6-2,8 mm o zdolności kiełkowania 99%. Materiałem do granulacji był: zmielony torf, pył drzewny, zmielony kaolin i dolomit, dekstryna (roztwór wodny 5%) i alkohol poliwinylowy (roztwór wodny 2,5%). Ilość zarodników *Trichoderma viride* w jednym gramie preparatu wynosiła N=10⁵ szt. $\cdot g^{-1}$.

Dla granул jednowarstwowych wytypowano mieszaninę kaolinu 40% i dolomitu 60% z dodatkiem 15% pyłu drzewnego. Dla granул dwuwarstwowych wytypowano: na 1. warstwę

zmielony torf, na 2. warstwę mieszaninę kaolinu 40% i dolomitu 60%.

Granule jednowarstwowe

Nasiona rzodkiewki w ilości 200g inokulowano zarodnikami *Trichoderma viride* biorąc 20ml wody i 5g preparatu z zarodnikami i intensywnie mieszając w granulatorze. Następnie nasiona natryskiwano roztworem alkoholu poliwinylowego o stężeniu 2,5% lub dekstryny o stężeniu 5% i dodawano mieszaninę 15% pyłu drzewnego z mieszaniną kaolinu i dolomitu 2:3. Granulację przerywano po dodaniu 300g materiału pylistego (1,5:1). Na powierzchnię nasion dodawano 100g talku. Czas granulowania 6 godz.

Granule dwuwarstwowe

Nasiona rzodkiewki w ilości 200g inokulowano grzybem *Trichoderma viride* biorąc 20ml wody i 5g preparatu z zarodnikami i intensywnie mieszając w granulatorze. Cieczą granulacyjną był wodny roztwór alkoholu poliwinylowego o stężeniu 2,5% lub wodny roztwór dekstryny o stężeniu 5%. Na powierzchnię nasion dodawano zmielony torf w ilości 100g. Na warstwę torfu nakładano mieszaninę kaolinu i dolomitu 2:3 w ilości 200g. Na granule dodano 100g talku. Czas granulowania 6 h. Zarodniki *Trichoderma viride* ulegają redukcji w procesie granulowania na mokro i w czasie dalszego suszenia. Największą redukcję zarodników *T. viride* zaobserwowano dla nasion granulowanych z torfem.

Tabela 3. Skład i ilości materiałów do granulowania nasion rzodkiewki odmiany Lucynka

Table 3. The composition and quantity of materials for coating radish seed variety Lucynka

Lp.	Substancja użyta do aglomeracji; The substance used to agglomerate	Stężenie roztworu; Solution concentration (%)	Masa nasion; Seed mass (g)	Masa preparatu <i>T. viride</i> ; Mass of <i>T. viride</i> (g)	Masa torfu; Mass of peat (g)	Masa mieszanki z pyłem; Mass of mixture with wood dust (g)	Masa talku; Mass of talk (g)
1	Dekstryna; Dextrin	5,0	200	5,0	100	200	50
2	Alkohol poliwinylowy; Polyvinyl alcohol	2,5	200	5,0	100	200	50
3	Dekstryna; Dextrin	5,0	200	5,0	-	300	50
4	Alkohol poliwinylowy; Polyvinyl alcohol	2,5	200	5,0	-	300	50

Tabela 4. Ilość zarodników *Trichoderma viride* oznaczonych na nasionach otoczkowanych

Table 4. The amount of spores of *Trichoderma viride* identified on coated seeds

Skład granul wg tab. 3; Composition according to tab. 3	Kolejne próby; Samples										Średnio zarodników; Average spores	Zarodniki wg obliczeń; Spores calculated	Wydajność i przeżywalność; Yield and survival (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	8	9	11	4	6	8	11	12	10	0	7,9	25	32
2	18	24	6	9	9	13	15	10	24	11	13,9	25	56
3	23	28	15	26	22	24	18	33	41	17	24,7	25	99
4	24	27	26	28	29	29	21	20	27	29	26	25	100

Oznaczenie zdolności kiełkowania nasion granulowanych z zarodnikami

Nasiona testowano w kasetach na bibułach olejowych wysiewając po 100 nasion na każdej z dwóch kaset. Do kiełkowania użyto bibuły o pojemności wodnej 0,5; 0,7 i 1,0. Wyniki zestawiono w tabeli 5.

Tab. 5. Właściwości nasion granulowanych zarodnikami rzodkiewki odmiany Lucynka

Tab. 5. Properties of radish seed variety Lucynka granulated with spores

Skład granul wg tab. 3; Composition according to tab. 3	Zdolność kiełkowania nasion przy różnej pojemności wodnej; Seed germination due to different water capacity			Liczność; Cardinality (szt·g ⁻¹)	Gęstość usypowa; Bulk density (g·cm ⁻³)
	0,5	0,7	1,0		
1	80	83	76	29,5	0,608
2	75	87	81	26,0	0,630
3	77	90	80	31,6	0,744
4	83	92	89	31,0	0,747

Podsumowanie i wnioski

Granulacja wielonasienna

1. Wytworzenie korpusów do granulacji wielonasiennej na ziarnach piasku nie stanowi w naszym przypadku większego problemu technologicznego.
2. Pokrycie granul drobnymi nasionami jest w miarę równomierne, pod warunkiem bardzo dobrego wymieszania nasion z torfem
3. Utworzone granule testowano przy stopniu nasycenia wodą podkładu do kiełkowania równym 0,7 i oceniano energię kiełkowania nasion kontrolnych 24% i multi-granul 35%
· zdolność kiełkowania nasion kontrolnych 75% i multi-granul 98%.
4. Zdolność kiełkowania wynosi ok. 100% i jest zgodna z bilansem dla ok.3 nasion w granuli.

Granulacja wielozarodnikowa

1. Oznaczona ilość zarodników jest wartością średnią ilości kolonii wykiełkowanych z elucji 10 nasion i zaobserwowano niejednorodność pokrycia nasion zarodnikami.

- Zarodniki *Trichoderma viride* ulegają redukcji w procesie otoczkowania na mokro, w wyniku nawilżenia następuje kiełkowanie zarodników, a w czasie dalszego suszenia ich redukcja i stąd wynika ich nadmiar w trakcie inokulacji.
- Operacja wytworzenia granulatów wielozarodnikowych ma na celu ochronę nasion przed atakiem patogenów, w tym glebowych.
- Testy kiełkowania wykazują nieznaczną poprawę zdolności kiełkowania nasion inokulowanych.
- Rodzaj kleju nie ma wpływu na jakość granulek wielozarodnikowych.

Bibliografia

- Belotti, J. (1973). Wskazania metodyczne oceny nasion otoczkowanych. *Biuletyn IHAR*, 5-6, 103-109.
- Domoradzki, M., Korpala, W. (2004). *Badania nad podniesieniem jakości nasion otoczkowanych w: Wybrane zagadnienia z nasiennictwa roślin ogrodniczych*. Wydawnictwo Sekcji Hodowli Roślin i Nasiennictwa PTNO, Kraków, 181-198, ISBN 83-905196-3-1.
- Domoradzki, M. (2004). *Oznaczanie zdolności kiełkowania nasion otoczkowanych w: Wybrane zagadnienia z nasiennictwa roślin ogrodniczych*. Wydawnictwo Sekcji Hodowli Roślin i Nasiennictwa PTNO, Kraków, 199-201, ISBN 83-905196-3-1.
- Domoradzki, M. (2011). *Doskonalenie technologii pozbiorowej obróbki nasion ekologicznych na przykładzie roślin baldaszkwatych*. WU UTP, Bydgoszcz, ISSN 0209-0597.
- Domoradzki, M. (1999). Determination of germination capability of coated seeds. *International Agrophysics*, 13, 431-433.
- Holcman, J., Domoradzki, M. (2004). *Zastosowanie i charakterystyka nasion otoczkowanych w: Wybrane zagadnienia z nasiennictwa roślin ogrodniczych*. Wydawnictwo Sekcji Hodowli Roślin i Nasiennictwa PTNO, Kraków, 176-180, ISBN 83-905196-3-1.
- Korpala, W., Domoradzki, M. (2004). *Zastosowanie granulacji aglomeracyjnej do otoczkowania nasion w: Wybrane zagadnienia z nasiennictwa roślin ogrodniczych*. Wydawnictwo Sekcji Hodowli Roślin i Nasiennictwa PTNO, Kraków, 171-175, ISBN 83-905196-3-1.
- Tonkin, J.H.B. (1984). Pelleting and other presowing treatments. *Advances in Research and Technology of Seeds*, 9, 94-127.
- Patent US 20110239535 A1 (2011) *Cast pellets for planting seeds*.
- Patent US 5623781 A (1997) *Pills or pellets containing seeds and inert carrier material and method for their preparation*
- Witek, Z., Domoradzki, M. (2004). *Magazynowanie i przechowywanie nasion w: Wybrane zagadnienia z nasiennictwa roślin ogrodniczych*. Wydawnictwo Sekcji Hodowli Roślin i Nasiennictwa PTNO, Kraków, 202-206, ISBN 83-905196-3-1.

dr hab. inż. Marek Domoradzki

Zakład Technologii Żywności. Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej
Uniwersytet Technologiczno – Przyrodniczy w Bydgoszczy
ul Seminaryjna 3, 85-326 Bydgoszcz