

DOBÓR SKŁADU MIESZANINY PYŁÓW DO OTOCZKOWANIA NASION RZODKIEWKI ROZTWOREM DEKSTRYNY*

Marek Domoradzki, Wojciech Korpala

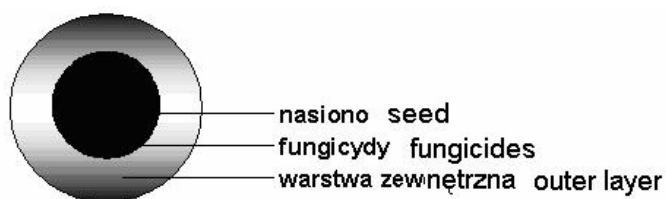
Katedra Technologii i Aparatury Przemysłu Chemicznego i Spożywczego,
Akademia Techniczno Rolnicza
ul. Seminaryjna 3, 35-326 Bydgoszcz
e-mail: Marek.Domoradzki@atr.bydgoszcz.pl

Streszczenie. W pracy wykonano badania otoczkowania nasiona rzodkiewki odmiany Lucynka mieszaniną pyłu drzewnego. Do otoczkowania zastosowano 10% roztwór dekstryny. Zmieniano zawartość pyłu drzewnego w mieszaninie od 0-90% mas. Znalaziono dwa zakresy zawartości pyłu dające nasiona otoczkowane o dobrych parametrach jakościowych. Otoki ciężkie o zawartości pyłu drzewnego 0-20% i otoki lekkie o zawartości pyłu drzewnego 70-90%.

Słowa kluczowe: rzodkiewka, otoczkowane nasion, kleje do otoczkowania

WSTĘP

Celem otoczkowania nasion jest dopasowanie wielkości, kształtu i właściwości balistycznych nasion do wymogów wysiewania. Dodatkową korzyścią jest wprowadzenie do wnętrza otoki pożądanych środków chemicznych i biologicznych.



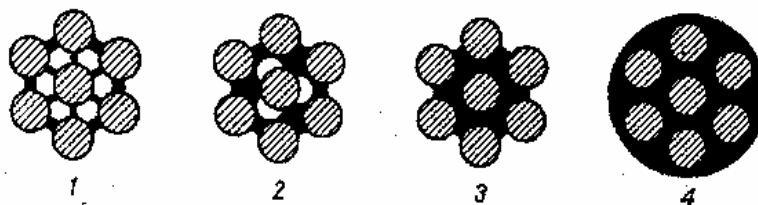
Rys. 1. Budowa nasienia otoczkowanego
Fig. 1. Anatomy of a seed pellet

*Praca prezentowana i opublikowana w ramach aktywności Centrum Doskonałości AGROPHYSICS (Contract No.: QLAM-2001-00428) 5 Programu Ramowego UE.

Typowa granula nasienna przedstawiona schematycznie na rysunku 1 składa się z umieszczonego centralnie nasionka i otoki z materiałów mineralnych lub organicznych takich jak: zmielony wapień, dolomit, kreda, gips, glina, węgiel drzewny, torf, pył drzewny, kompost itp. Otoczkowane jest procesem aglomeracji małych rozdrobnionych cząstek materiałów w większe zespoły [5]. Mechanizm otaczania polega na uformowaniu granulki z pylistego materiału nasienia. Proces polega na ruchu przesypowym materiału zmieszanego z dodatkiem spoiwa i cieczy granulacyjnej [7]. Cieczą granulacyjną jest najczęściej wodny roztwór kleju lub woda. Warunki wzrostu granulek zależą głównie od zawartości wilgoci w granulatorze i czasu granulacji [4]. Otoczkowanie wymaga zastosowania pyłu określonej drobnoziarnistości. Zwiększenie zdolności do granulowania można uzyskać przez zmielenie materiału lub dodatek do pyłu drobnej frakcji tego samego materiału.

Dodatek innych materiałów o dużym rozdrobieniu albo posiadających zdolności wiążące, takich jak: glina, bentonit, kaolin poprawiają zdolność do granulowania. Niezbędnym warunkiem do tworzenia i wzrostu granulek na mokro jest wielkość ziaren pyłu, która powinna być zawarta w granicach od 5 μ m do około 100 μ m [1,2].

Mechanizm tworzenia się granulki w procesie otaczania polega na łączeniu się cząstek przy pomocy mostków cieczy. Wilgotne granule mogą być scharakteryzowane za pomocą stopnia nasycenia cieczą. W zależności od ilości cieczy zawartej w przestrzeni międzyziarnowej Neweitt i Convay-Jones [6] wyodrębnili następujące stany: 1 – zawieszony, 2 – liniowy, 3 – kapilarny i 4 – kropelkowy.



Rys. 2. Stany nasycenia granulki cieczą

Fig. 2. Different stages of pellet saturation with water

Rysunek 2 pozwala na zrozumienie mechanizmów powstawania i narastania granulek, ich suszenia, warunków nawilżania i kiełkowania w glebie. W wilgotnej glebie nasiona otoczkowane, ponownie chłoną wodę i przyjmują jeden z czterech opisanych stanów napełnienia wodą. W stanie 3 i 4 nasiona są otoczone wodą, zablokowany jest dostęp powietrza do zarodka i nasiona nie kiełkują. Można temu zaradzić przez dobór składu materiału do otaczania nasion.

Badania optymalnych warunków testowania nasion otoczkoanych na bibule filtracyjnej przeprowadził Domoradzki [3]. W zależności od ilości wody dodanej do kasety z nasionami zmienne są wyniki testów dla tej samej partii nasion. Dla pełnego nasycenia bibuły wodą i tym samym nasion, następuje zablokowanie aparatu oddechowego nasion i one nie kiełkują. W zaleceniach testowania nasion otoczkoanych przyjęto pojemność wodną bibuły $\phi = 0,7$.

W literaturze brak danych o składzie i wielkości cząstek, dla procesu otoczkoania nasion i ich wpływie na jakość nasion otoczkoanych.

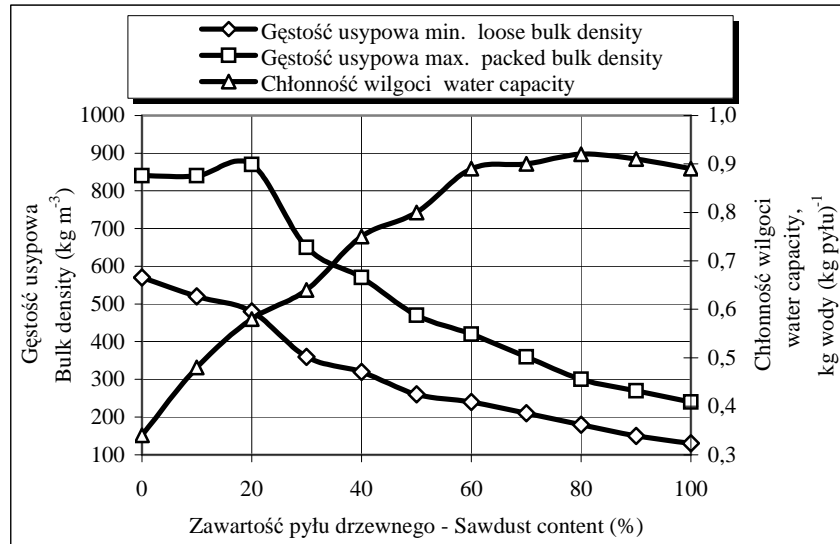
MATERIAŁY

Do badań otoczkoania wybrano nasiona rzodkiewki odmiany Lucynka, o średnicy 2,6-2,8 mm o zdolności kiełkowania 99%. Ciecżą granulacyjną był wodny roztwór dekstryny żółtej o stężeniu 10% mas. Do badań wytypowano: pył drzewny z drzew liściastych, dolomit, kaolin. Rozmiar cząstek pyłów oznaczono aparatem Analysette 22 firmy Fritsch i przedstawiono na rysunkach 4-6. Sporządzono mieszaninę 70% dolomitu i 30% kaolinu. Tak otrzymany pył mineralny mieszano z pyłem drzewnym od 0 do 90% mas pyłu drzewnego w mieszaninie.

W cylindrze miarowym zmierzono: gęstość usypową minimalną i gęstość usypową maksymalną – uderzając 10 razy cylindrem w płytę gumową. Chłonność wody określano dozując do cylindra z ubitym pyłem wodę z biurety. Właściwości mieszaniny – pyłu mineralnego i pyłu drzewnego przedstawiono w tabeli 1 i na rysunku 3.

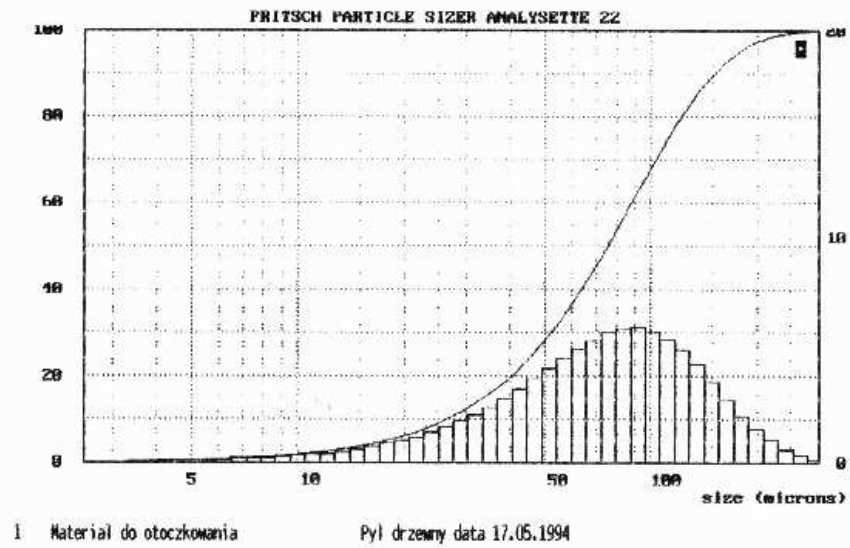
Tabela 1. Właściwości: pyłu drzewnego i mieszaniny dolomitu i kaolinu (70-30%)
Table 1. Properties of sawdust and dolomite-kaolin (70-30%) powder mixtures

Pył drzewny Sawdust (%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Gęstość usyp. min ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$) Loose bulk density	570	520	480	360	320	260	240	210	180	150	130
Gęstość usyp. max ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$) Packed bulk density	840	840	870	650	570	470	420	360	300	270	240
Chłonność wody ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$) Water capacity	0,34	0,48	0,58	0,64	0,75	0,80	0,89	0,90	0,92	0,91	0,89



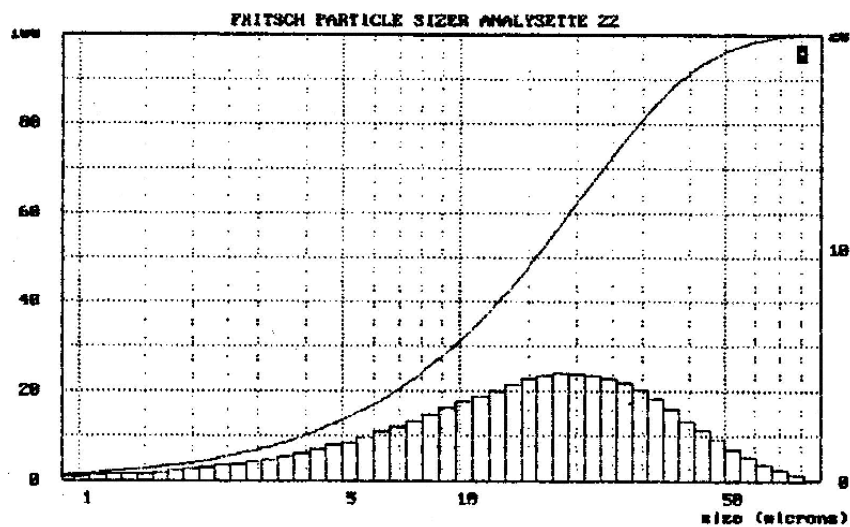
Rys. 3. Zależność gęstości usypowej i chłonności wody od zawartości pyłu drzewnego mieszaninie z dolomitem i kaolinem (70%-30%)

Fig. 3. Dependence of loose bulk density, packed bulk density and water capacity of the sawdust and dolomite-kaolin (70%-30%) powder mixture on its sawdust content



Rys. 4. Rozkład ziarnowy pyłu drzewnego

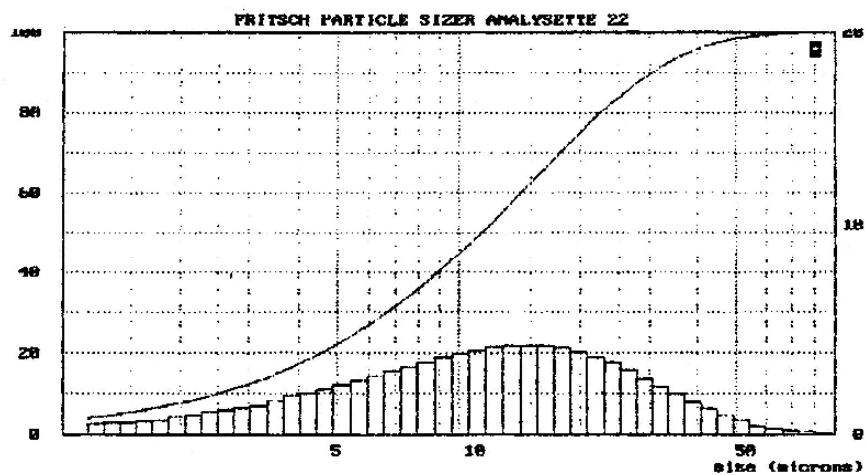
Fig. 4. Particle size distribution of sawdust



1 Materiał do otoczkowania

Rys. 5. Rozkład ziarnowy zmielonego dolomitu

Fig. 5. Particle size distribution of ground dolomite



1 Materiał do otoczkowania

Rys. 6. Rozkład ziarnowy kaolinu

Fig. 6. Particle size distribution of kaolin powder

METODYKA

Badania otoczkowania prowadzono w granulatorze talerzowym o średnicy 0,6 m. Nasiona rzodkiewki odmiany Lucynka w ilości 200 g natryskiwano w granulatorze roztworem dekstryny żółtej o stężeniu 10% mas dodając mieszaninę: kaolinu z dolomitem i pyłem drzewnym. Granulacje przerywano po dodaniu 300 g pyłu na 200 g nasion (1,5:1). Na powierzchnię otoki dodawano 100 g talku dla poprawienia właściwości balistycznych nasion otoczkowanych. Zmieniało zawartość pyłu drzewnego w mieszaninie do otoczkowania od 0 do 90% mas. Nasiona po otoczkowaniu suszono w suszarce przepływowej ciepłym powietrzem o temperaturze 36°C w suszarce przepływowej.

Kielkowanie nasion otoczkowanych

Nasiona otoczkowane testowano w temperaturze 20°C na harmoniach z bibuły olejowej przy stopniach nasycenie bibuły wodą: 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1,0 zgodnie z metodyką opisaną w pracy [7].

Obliczano ilość nasion kiełkujących każdego dnia. Wyniki kiełkowania po 3, 4 i po 6 dniach zebrano w tabeli 2, 3 i 4 oraz na rysunkach 7, 8, 9.

Tabela 2. Procent wykiełkowanych nasion otoczkowanych po 3 dniach**Table 2.** Percentage of germinated pelleted seeds after 3 days

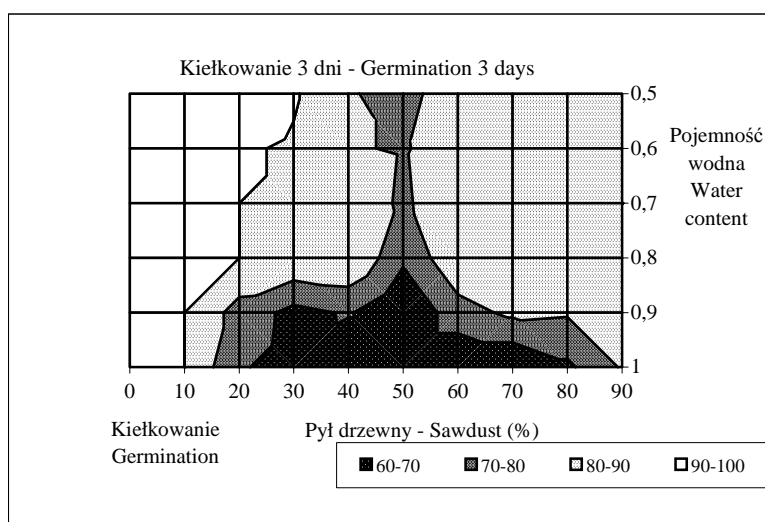
Pojemność wodna Water content	Pył drzewny – Sawdust (%)									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0,5	95	90	95	91	81	76	87	85	83	80
0,6	96	95	91	89	81	79	86	89	83	87
0,7	96	96	90	89	88	78	89	89	85	90
0,8	96	92	90	89	90	72	88	89	87	89
0,9	98	90	76	67	71	59	76	82	81	83
1,0	93	90	71	66	51	40	53	60	68	81

Tabela 3. Procent wykiełkowanych nasion otoczkowanych po 4 dniach**Table 3.** Percentage of germinated pelleted seeds after 4 days

Pojemność wodna Water content	Pył drzewny – Sawdust (%)									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0,5	95	92	96	91	90	82	90	90	90	90
0,6	97	96	91	92	88	85	91	95	91	91
0,7	96	96	90	94	89	79	94	94	92	95
0,8	96	94	91	91	90	78	91	93	91	96
0,9	99	93	80	67	53	42	81	95	94	92
1,0	94	92	75	66	46	27	45	61	79	90

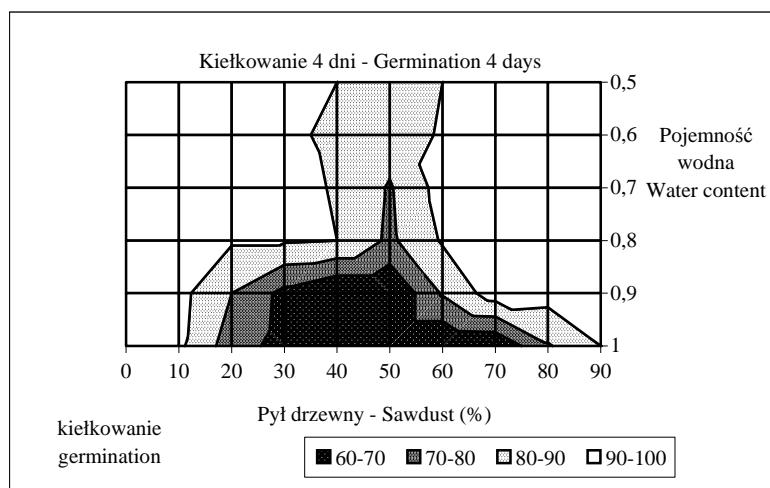
Tabela 4. Procent wykiełkowanych nasion otoczkowanych po 6 dniach
Table 4. Percentage of germinated pelleted seeds after 6 days

Pojemność wodna Water content	Pył drzewny – Sawdust (%)									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0,5	98	92	96	98	88	88	95	97	90	92
0,6	97	96	93	94	88	88	91	96	91	91
0,7	96	96	93	94	90	81	95	94	94	95
0,8	96	96	92	95	92	80	93	95	96	96
0,9	99	96	83	73	74	44	92	95	95	92
1,0	94	95	82	71	55	29	67	65	86	90



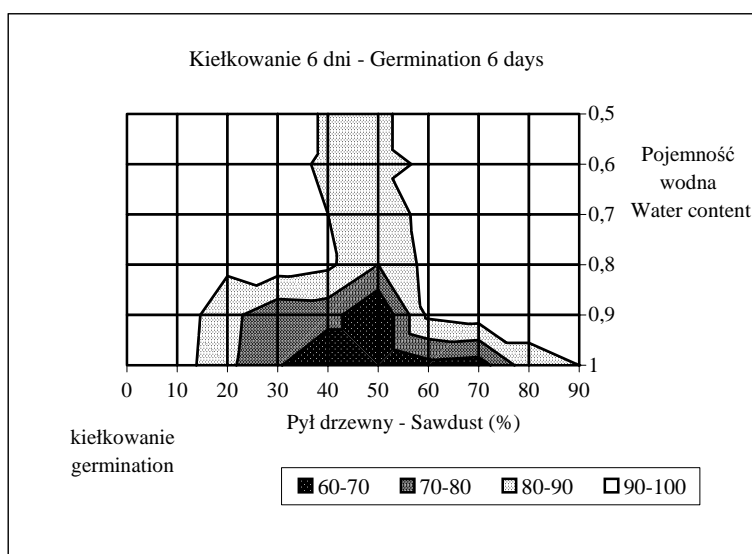
Rys. 7. Kielkowanie nasion otoczkowanych po 3 dniach w zależności od pojemności wodnej bibuły i zawartości pyłu drzewnego w otoczce
Fig. 7. Germination of pelleted seeds after 3 days as a function of the blotting paper water content and the sawdust content of the pellet

W zakresie od 0 do 20% pyłu nasiona otoczkowane kiełkują powyżej 90%, a w zakresie od 70 do 90 % zawartości pyłu w mieszaninie otoczkującej zdolność kiełkowania wynosi powyżej 90%, dla wszystkich pojemności wodnych podłoża z wyjątkiem $\phi = 1$. Dla pojemności wodnej od $\phi = 0,8$ do $\phi = 1$ następuje obniżenie kiełkowania nasion w zakresie zawartości pyłu drzewnego w mieszaninie otoczkującej od 30% do 70%. Istnieją dwa zakresy zawartości pyłu w mieszaninie do otoczkowania, dla których otrzymujemy nasiona otoczkowane o wysokiej zdolności kiełkowania niezależnie od wilgotności bez względu na wilgotność podłoża.



Rys. 8. Kiełkowanie nasion otoczkowanych po 4 dniach w zależności od pojemności wodnej bibuły i zawartości pyłu drzewnego w otoczce

Fig. 8. Germination of pelleted seeds after 4 days as a function of the blotting paper water content and the sawdust content of the pellet



Rys. 9. Kiełkowanie nasion otoczkowanych po 6 dniach w zależności od pojemności wodnej bibuły i zawartości pyłu drzewnego w otoczce

Fig. 9. Germination of pelleted seeds after 6 days as a function of the blotting paper water content and the sawdust content of the pellet

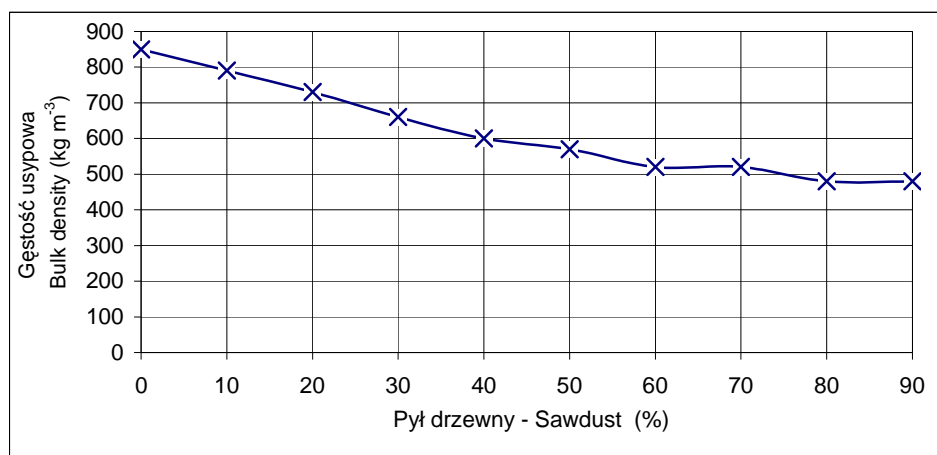
Właściwości nasion otoczkowanych

Uzyskane nasiona otoczkowane poddano analizie sitowej mierząc dodatkowo gęstość usypową i licznosc (liczba sztuk w 1 g nasion). Wyniki zestawiono w tabeli 5.

Tabela 5. Gęstość usypowa, ilość szt. w 1 g, średnica nasion otoczkowanych
Table 5. Bulk density, number of pellets in 1g, pellet diameter

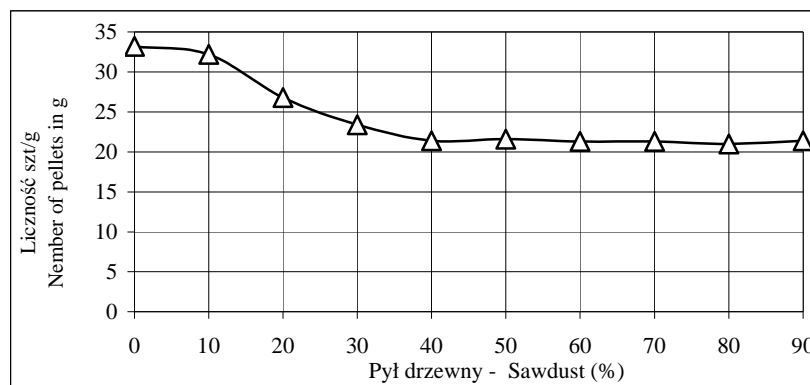
Pył drzewny – Sawdust (%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Gęstość usypowa Bulk density (kg m^{-3})	850	790	730	660	600	570	520	520	480	480
Masa 100 szt Weight of 100 pellets (g)	3,01	3,11	3,73	4,27	4,67	4,63	4,69	4,69	4,76	4,67
Liczność (szt g^{-1}) Number of pellets in 1g	33,2	32,2	26,8	23,4	21,4	21,6	21,3	21,3	21,0	21,4
Średnia średnica masowa Pellet diameter (mm)	3,72	3,72	3,73	3,75	4,09	4,23	4,22	4,29	4,38	4,36

Nasiona otoczkowane rzodkiewki wraz ze wzrostem zawartości pyłu drzewnego w materiale do otoczkowania stają się coraz lżejsze i ich gęstość usypowa maleje (rys. 10).



Rys. 10. Zależność gęstości usypowej nasion otoczkowanych od zawartości pyłu drzewnego w otocce
Fig. 10. Bulk density of pelleted seeds as a function of saw dust content

Gęstość usypowa kulistych nasion otoczkowanych zależy od wypełnienia objętości otoki ciężkim materiałem mineralnym (rys. 2) i maleje wraz ze wzrostem zawartości pyłu w otoczce (rys.11).



Rys. 11. Zależność liczby nasion w 1 g nasion otoczkowanych od zawartości pyłu w mieszaninie otoczkującej

Fig. 11. Number of pelleted seeds in 1 g as a function of saw dust content

Masa 100 szt nasion otoczkowanych rośnie w zakresie 0-40% zawartości pyłu w otoczce i potem jest praktycznie stała (tab. 5). Liczność, czyli zawartość nasion otoczkowanych w 1 gramie maleje w zakresie 0-40% zawartości pyłu i dalej jest stała. Efekt ten zależy w praktyce od ilości kleju potrzebnego do sklejenia otoki, Ilość kleju (pustej przestrzeni w otoczce) rośnie wraz z zawartością pyłu drzewnego w otoczce.

Nasiona otoczkowane rzodkiewki odmiany Lucynka poddano analizie sitowej na sitach okrągłych od 3,5 do 5,5 mm, co 0,5 mm.

$$\text{Średnią średnicę masową obliczono z zależności: } d_{sr} = \frac{\sum X_i \cdot d_i}{100\%}$$

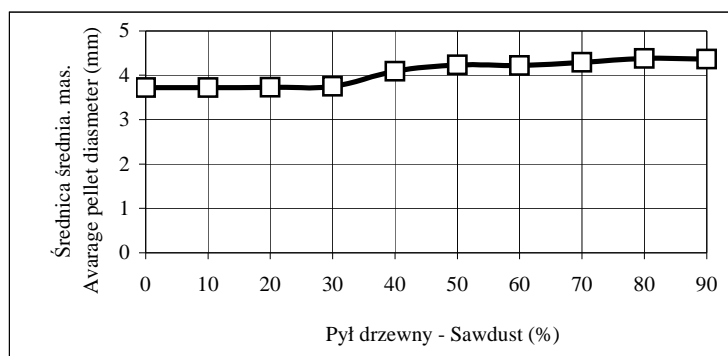
gdzie: X_i – % masowy frakcji o średnicy d_i ,

$$d_i = \sqrt{a_{i-1} \cdot a_i} \text{ – średnica frakcji sitowej.}$$

a_i – wymiar liniowy oczka sita.

Średnia średnica masowa nasion otoczkowanych wynosi około 3,7 mm (w zakresie zawartości pyłu w otoczce 1-40%) i rośnie dla wysokich zawartości pyłu. Dla zawartości pyłu 90% średnica ta wynosi około 4,1 mm (rys. 12).

Porównując średnią średnicę masową i gęstość usypową nasion otoczkowanych uzyskujemy dwa rodzaje nasion: ciężkie zawierające 0-20% pyłu o gęstości usypowej około $800 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ i lekkie o zawartości od 70-90% pyłu o gęstości usypowej około $500 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.



Rys. 12. Zależność średniej średnicy mas. nasion otoczkowanych od zawartości pyłu drzewnego
Fig. 12. Average weight diameter of pelleted seeds as a function of saw dust content

WNIOSKI

Analizując otrzymane wyniki otoczkowania nasion rzodkiewki odmiany Lucynka mieszaniną: pyłu drzewnego z drzew liściastych, dolomitu i kaolinu przy pomocy 10% roztworu dekstryny żółtej można sformułować następujące wnioski:

1. Pył drzewny powiększa granule, czyniąc je puste w środku w to miejsce wchodzi woda z klejem: maleje gęstość usypowa i liczność, rośnie masa 100 sztuk i średnia średnica masowa nasion otoczkowanych.

2. Do prowadzenia granulacji rzodkiewki należy przyjąć zawartości pyłu drzewnego w otoczce:

- dla nasion ciężkich, gęstość usypowa około $800 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ 0-20% mas,
- dla nasion lekkich, gęstość usypowa około $500 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ 70-90% mas.

3. Dobre wyniki zdolności kiełkowania dla 3, 4 i 6 dnia uzyskujemy przy zawartości pyłu drzewnego 0-20% i 70-90% w mieszaninie otoczkującej.

4. Dla pojemności wodnej podłoża powyżej 0,7 w zakresie zawartości pyłu 30-70% następuje gwałtowny spadek kiełkowania nasion spowodowany blokowaniem aparatu oddechowego nasion przez wodę.

PIŚMIENNICTWO

1. **Capes C.E., Danckwerts G.C.:** Granule Formation by the Agglomeration of Damp Powders. Part 1: The Mechanism of Granule Growth. Trans. Inst. Chem. Engrs., 43, 116-124, 1965.
2. **Capes C.E., Danckwerts G.C.:** Granule formation by the agglomeration of damp powders. The Distribution of granule sizes. Trans. Inst. Chem. Engrs., 43, 125-130, 1965.
3. **Domoradzki M.:** Determination of germination capability of coated seeds. Int. Agrophysics, 13, 431-433, 1999.

4. **Domoradzki M.:** Kinetyka granulacji pyłów w granulatorze talerzowym, Praca doktorska. Politechnika Łódzka, 1978.
5. **Klassien P.W., Griszajew I.W.:** Podstawy techniki granulacji, WNT Warszawa, 1989.
6. **Newitt D.M., Conway Jones I.M.:** A Contribution to the Theory and Practice of Granulation. Trans. Inst. Chem. Engrs., 36, 422-442, 1958
7. **Sastry K.V.S., Fuerstenau D.W.:** Mechanisms of Agglomerate Growth in Green Pelletization. Powder Technology, 7, 97, 1973

SELECTION OF POWDER MIXTURE CONTENT FOR DEXTRIN SOLUTION PELLETTING OF RADISH SEEDS

Marek Domoradzki, Wojciech Korpala

Department of Technology and Apparatuses of Chemical and Food Industry
University of Technology and Agriculture
ul. Seminaryjna 3, 85-326 Bydgoszcz
e-mail: Marek.Domoradzki@atr.bydgoszcz.pl

Abstract. Radish seeds var. Lucynka were pelleted with a mixture of sawdust and dolomite-kaolin (70-30%) powders. The pelleting liquid was 10% w/w aqueous dextrin solution. Sawdust content was varied in the 0-90% w/w range. Good quality pelleted seeds were obtained in two ranges of the sawdust content: 0-20% for heavy pellets and 70-90% for light pellets.

Key words: seed pelleting, pelleting adhesives, radish