

# METODYKA BADAŃ NAWOZÓW GRANULOWANYCH ROLNICZYCH I OGRODNICZYCH

Streszczenie

W artykule omówiono zalety zastosowania nawozów o spowolnionym działaniu w uprawie roślin ozdobnych uprawianych w pojemnikach oraz drzew hodowanych w szkółkach i sadach. Zwrócono uwagę na parametry procesu mające wpływ na efektywność przeprowadzanych badań. Przedstawiono proces otoczkowania nawozów rolniczych jako proces bezciśnieniowej granulacji. Opracowano schemat stanowiska badawczego, urządzenia do bezciśnieniowej aglomeracji nawozów rolniczych i ogrodniczych. Zapropozowano metodykę badania nawozów, w warunkach laboratoryjnych, umożliwiającą wstępną ocenę parametrów użytkowych otrzymanyh produktów.

## Wstęp

Rozsiewanie jest najpopularniejszą metodą aplikacji nawozów mineralnych, ponieważ większość z nich jest ciałami stałymi. Mają one postać granulek lub proszku. Rozsiewając nawóz należy zwrócić szczególną uwagę na równomierność rozmieszczenia frakcji na powierzchni gleby lub podłoża.

Nawożenie zlokalizowane to technika, która polega na umieszczeniu nawozu w bezpośrednim zasięgu systemu korzeniowego. W ten sposób stosuje się zazwyczaj nawozy o spowolnionym lub kontrolowanym działaniu, w postaci sypkiej (granulki, proszki). Najczęściej w taki sposób nawozi się rośliny ozdobne uprawiane w pojemnikach lub drzewa w szkółkach i sadach. W praktyce wykonanie zabiegu wiąże się z umieszczeniem kilku lub kilkadziesiątu gramów nawozu pod systemem korzeniowym w trakcie sadzenia roślin. Zaletą tej techniki jest przede wszystkim zmniejszone zużycie nawozu oraz ograniczenie strat składników pokarmowych w efekcie wymywania. Do wad należy zaliczyć większe koszty aplikacji oraz możliwość miejscowego wzrostu zasolenia [1].

## Parametry procesu

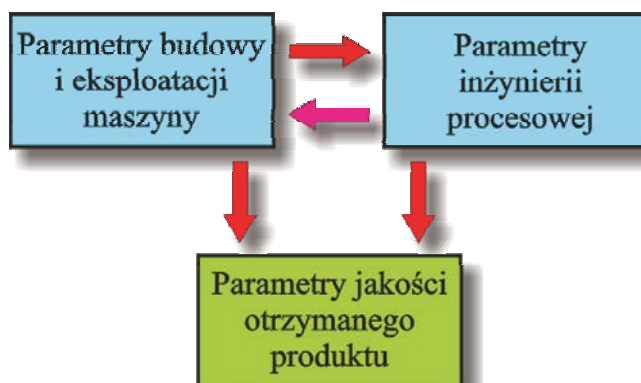
Planując badania potrzebne do realizacji celów pracy, a w szczególności ustalenie zakresów zmienności poszczególnych parametrów, należy przeprowadzić doświadczenia wstępne. Przebieg procesu, jego wydajność i energochłonność oraz jakość otrzymanego produktu są ściśle związane z parametrami aparaturowo-procesowymi (rys. 1).

Analizując literaturę [2, 4, 6] można stwierdzić, że na proces granulowania bezciśnieniowego ma wpływ szereg czynników, które można podzielić na następujące grupy [9]:

- czynniki chemiczno-biologiczne: skład chemiczny granulowanego materiału, budowa biologiczna cząstek;
- czynniki materiałowe - związane z przygotowaniem materiału do procesu: skład granulometryczny, struktura materiału, powierzchnia ziarna, porowatość cząstek, wilgotność cząstek, zwilżalność, higroskopijność, gęstość usypowa, spójność ziaren, temperatura ziarna, kąt naturalnego usypu, współczynnik tarcia zewnętrznego, współczynnik tarcia wewnętrznego, plastyczność materiału, czynniki kształtu: współczynnik kształtu, sferyczność cząstek itp.;
- czynniki aparaturowe - konstrukcyjne: rodzaj materiału talerza, ilość wymiennych talerzy granulatora, średnica talerza granulacyjnego, wysokość obrzeża talerza, częstość

obrotów talerza (prędkość obrotowa talerza), kąt pochylenia talerza względem poziomu, rodzaj cieczy granulacyjnej, miejsce dozowania cieczy granulacyjnej, rodzaj napędu granulatora, ustawienie zgarniaków;

- czynniki procesowe - związane z przebiegiem procesu granulacji: natężenie przepływu cieczy granulacyjnej, temperatura cieczy granulacyjnej, temperatura procesu, sposób dozowania cieczy granulacyjnej, sposób dozowania surowców sypkich, miejsce dozowania surowców sypkich, czas przebywania materiału w granulatorze.



Rys. 1. Schemat interdyscyplinarnej zależności parametrów aparaturowo-procesowych [9]

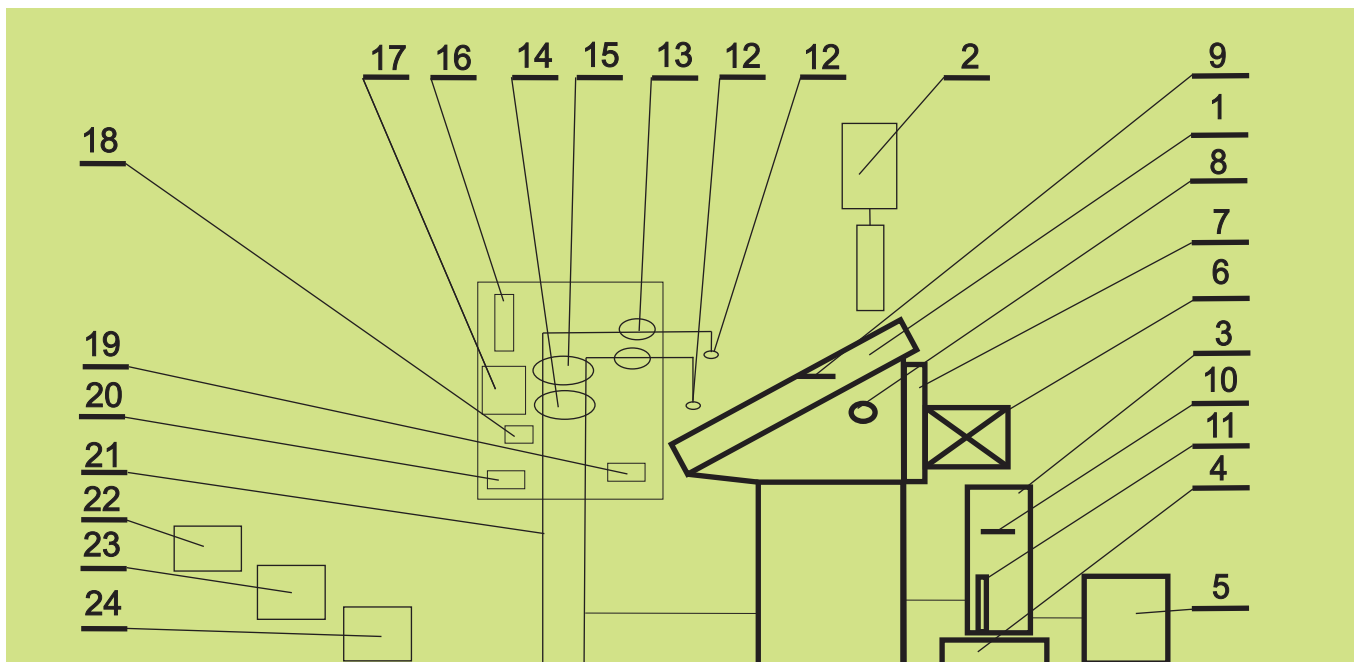
Fig. 1. Diagram based on interdisciplinary apparatus-process parameters [9]

## Założenia projektowe stanowiska badawczego

Stanowisko badawcze umożliwia prowadzenie badań w sposób periodyczny. Schemat stanowiska badawczego przedstawiono na rys. 2.

Podczas badań wykorzystywane surowce dostarczone są w formie sypkiej w postaci gruboziarnistej. W celu uzyskania właściwej podatności do tworzenia granulek metodą bezciśnieniową muszą być one doprowadzone do postaci drobnoziarnistej (poniżej 0,1 mm). Do tego celu stosuje się rozdrabniacz bijakowy. Surowce poddane rozdrobnieniu zostają również wstępnie mieszane na talerzu wspomnianego rozdrabniacza. Daje to pewność, że do dalszych procesów nie dopuści się surowców zbrylonych.

Mieszankę rozdrobnionego surowca doprowadza się do leja zasypowego umieszczonego nad dozownikiem, umożliwiającym regulację strumienia rozdrobnionych składników w odpo-



Rys. 2. Schemat stanowiska badawczego do bezciśnieniowej granulacji: 1 - wymienny talerz granulacyjny, 2 - dozownik rozdrobnionego surowca, 3 - zbiornik podgrzewanej cieczy nawilżającej, 4 - waga, 5 - sprężarka, 6 - silnik elektryczny, 7 - przekładnia pasowa, 8 - mechanizm śrubowy, 9 - zgarniaki, 10 - wskaźnik poziomu cieczy, 11 - element grzewczy, 12 - dysze rozpyłowe, 13 - zawór kulowy, 14 - zawór redukcyjny, 15 - manometr, 16 - rotametr, 17 - falownik, 18 - termostat, 19 - zegar, 20 - obrotomierz z czujnikiem indukcyjnym, 21 - przewody gumowe, 22 - przesiewacz, 23 - suszarka, 24 - rozdrabniacz bijakowy

Fig. 2. The diagram of the test bench for pressureless granulation: 1 - removable granulation plate, 2 - shredded material dispenser, 3 - heated tank of wetting liquid, 4 - weight, 5 - compressor, 6 - electric motor, 7 - belt, 8 - screw mechanism, 9 - scrapers, 10 - liquid level indicator, 11 - heating element, 12 - spray nozzles, 13 - ball valve, 14 - reducing valve, 15 - manometer, 16 - rotameter, 17 - inverter, 18 - thermostat, 19 - switch, 20 - tachometer with inductive sensor, 21 - rubber hoses, 22 - screen, 23 - drier, 24 - chipper shredder

wiednie miejsce talerza granulacyjnego.

Ciecz granulacyjna jest wodnym roztworem dwóch lub więcej faz. Przygotowanie cieczy odbywa się w pojemniku. Następnie jest ona przemieszczana z pojemnika do zbiornika ciśnieniowego wykonanego ze stali nierdzewnej. Na dnie zbiornika cieczy znajduje się element grzewczy, którego praca sterowana jest za pomocą termostatu. Urządzenie to umożliwia sterowanie temperaturą cieczy w zakresie od 15 do 90°C. Na dnie zbiornika umieszczony jest zawór spustowy, umożliwiający opróżnienie.

Ciecz doprowadzana jest do dysz w wyniku nadciśnienia panującego nad lustrem cieczy w zbiorniku. Nadciśnienie wytwarzane jest za pomocą sprężarki umieszczonej obok zbiornika cieczy nawilżającej. Wartość ciśnienia regulowana jest za pomocą zaworu redukcyjnego a jego wartość odczytywana za pomocą manometru. Strumień cieczy regulowany jest wydajnością zastosowanych dwóch dysz rozpyłowych i zaworów kulowych dławiących ich przepływ. Do granulatora doprowadzona jest ona w jednym lub w dwóch punktach. Zakres natężenia przepływu cieczy mieści się w granicach od 0,025 [l/min] do 0,3 [l/min].

Strumień dozowanego surowca z dozownika i strumień rozpylonej cieczy granulacyjnej spotykają się na obrotowym talerzu. Talerz w zależności od przeznaczenia posiada cztery charakterystyczne parametry: średnicę, wysokość obrzeża, prędkość obrotową oraz parametry charakteryzujące materiał, z którego jest wykonany. Wspomnianą prędkość obrotową uzyskuje się podczas sterowania pracą silnika jednofazowego, do którego podłączony jest falownik, a przekazanie napędu odbywa się przez przekładnię pasową. Mechanizm ten pozwala na zmianę częstości obrotów w przedziale od 0,1 do 1,7 [s<sup>-1</sup>].

Podczas kontaktu rozdrobnionego surowca z cieczą nawilżającą oraz ruchu przesypowego materiału powstaje granulka o charakterystycznym kulistym kształcie. Przy ustalonym parametrze pracy granulatora: kącie pochylenia talerza, regulowanym za pomocą mechanizmu śrubowego, granulki o oczekiwanej średnicy opuszczają talerz granulacyjny. Zakres wartości pochylenia talerzy granulacyjnych można osiągać w przedziale od 0 do 90°.

Przez zestaw kilku sit, granulaty podawany jest przesiewaniu na frakcję właściwą oraz produkt uboczny i zanieczyszczenia.



Rys. 3. Talerz granulacyjny z dozownikiem ciała stałego  
Fig. 3. Granulation plate with dispenser of solids

Do oczyszczenia materiału, który znajduje się na ściankach talerza służą zgarniaki. W celu hermetyzacji urządzenie może być wyposażone w osłonę chroniącą przed pyleniem. Poziom

cieczy w zbiorniku wodnym regulowany jest za pomocą czujnika sterowanego elektrycznie. Ilość pobranej cieczy granulacyjnej podczas doświadczenia odczytuje się z wyświetlacza wagi, na której umieszczony jest na stałe zbiornik cieczy nawilżającej. Natężenie cieczy nawilżającej odczytywane jest ze skali manometru umieszczonego na pulpicie sterującym. Prędkość obrotowa talerza granulacyjnego mierzona jest za pomocą czujnika indukcyjnego i odczytywana na wyświetlaczu obrotomierza. Transport sprężonego powietrza oraz cieczy nawilżającej dokonuje się w przewodach gumowych (rys. 3).

### Metodyka badań

Z uwagi na złożoność zagadnień związanych z wpływem poszczególnych parametrów na proces granulacji, poszerzenie wiedzy dotyczącej tego tematu wymaga dalszych badań kinetyki granulacji surowców różniących się własnościami fizycznymi, przy różnych warunkach nawilżania, a następnie poszukiwania pewnych uogólnień [8].

Zasadniczym celem badań przeprowadzanych na granulatorze będzie znalezienie zależności między parametrami określającymi właściwości otrzymanego produktu a parametrami procesowo-aparaturowymi, jak również określenie optymalnych parametrów procesu wpływających na jego czas trwania i wydajność.

Ocena jakościowa i ilościowa wytworzonego granulatu podczas beciśnieniowej aglomeracji będzie opierała się na:

- określeniu kształtu granул,
- określeniu ilości i wielkości poszczególnych frakcji,
- określeniu porowatości złoża,
- pomiarze gęstości usypowej: luźnej i utrzęsionej,
- pomiarze statycznego kąta zsypania naturalnego,
- obliczeniu współczynnika sypaności granул,
- wyznaczeniu wytrzymałości kinetycznej granул,
- wyznaczeniu wytrzymałości na uderzenia lub wytrzymałości na zgniatanie (ściskanie),
- oznaczeniu zawartości wilgoci,
- oszacowaniu trwałości granул podczas długotrwałego przechowywania w różnych warunkach.

### Podsumowanie

Na podstawie analizy literaturowej dotyczącej procesu beciśnieniowej aglomeracji opracowano koncepcję i założenia projektowe do budowy stanowiska badawczego, przewidzianego do granulacji nawozów rolniczych i ogrodniczych. Przedstawiono wstępną metodykę badań oraz sposób pomiaru parametrów otrzymanego granulowanego nawozu, mających decydujący wpływ na jego praktyczne wykorzystanie.

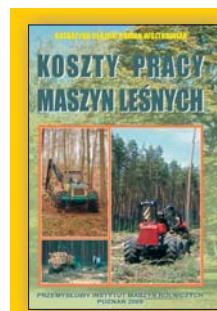
### Literatura

- [1] Chohura P., Stępkowska A.: Nawozy i środki wspomagające do uprawy w polu. Kraków: Wydawnictwo Plantpress Sp. z o.o., 2010.
- [2] Domoradzki M.: Kinetyka granulacji pyłów w granulatorze talerzowym. Rozprawa doktorska. Bydgoszcz: Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy, 1978.
- [3] Domoradzki M., Holcman J.: Zastosowanie i charakterystyka nasion otoczkowanych, [w:] B. Michalik, W. Weiner (red.) Wybrane zagadnienia z nasiennictwa roślin ogrodniczych, praca zbiorowa. Kraków: Drukrol, 2004. str. 176-180.
- [4] Kaźmierczak R.: Nakłady energetyczne w procesie granulacji talerzowej. Rozprawa doktorska. Łódź: Politechnika Łódzka, 2005.
- [5] Kłassien P. W., Griszajew I. G.: Podstawy techniki granulacji. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1989.
- [6] Korpala W.: Granulowanie materiałów rolno spożywczych metodą beciśnieniową. Rozprawy naukowe Akademii Rolniczej w Lublinie. Lublin: Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Lublinie, 2005.
- [7] Kołaczkowski A., Sorich B.: Granulacja nawozów - teoria i praktyka. Przemysł Chemiczny, 2003, nr 82/8-9, str. 1212-1213.
- [8] Nastaj S.: Granulacja w cieczy - zalety i wady. Chemik, 2008, nr 9, str. 391-392.
- [9] Obidziński S., Hejft R.: Granulacja ciśnieniowa - parametry aparaturowo-procesowe. VII Ogólnopolskie Sympozjum Granulacja 2005, Puławy, str. 28-32.

## RESEARCH METHODOLOGY OF AGRICULTURAL AND HORTICULTURAL GRANULATED FERTILIZERS

### Summary

*The article describes the advantages of slow-release fertilizers in the cultivation of ornamental plants grown in containers and trees grown in nurseries and orchards. Attention was paid to the process parameters affecting the efficiency of tests. The encapsulation process of agricultural fertilizer is presented as a pressureless process of granulation. Diagram of test bench and equipment for pressureless agglomeration of agricultural and horticultural fertilizer is developed. Fertilizer research methodology is proposed, in laboratory conditions, allowing a preliminary assessment of functional parameters of obtained products.*



### KOSZTY PRACY MASZYN LEŚNYCH

ISBN 978-83-927505-2-9

Książka adresowana jest przede wszystkim do prywatnych przedsiębiorców leśnych, Służb Leśnych i pracowników technicznych w Nadleśnictwach, Dyrekcjach Regionalnych oraz Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych i ma na celu przedstawienie sposobu wyliczenia kosztów usług maszynowych wykonywanych w lasach.

Wydawca: Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych

60-963 Poznań, ul. Starołęcka 31

tel. 061 87-12-200; fax 061 879-32-62; e-mail: office@pimr.poznan.pl; Internet: http://www.pimr.poznan.pl