

WYBRANE ASPEKTY ZMECHANIZOWANYCH TECHNIK APLIKACJI NAWOZÓW MINERALNYCH W UPRAWIE ROŚLIN

Streszczenie

W pracy przedstawiono główne czynniki wpływające na jakość pracy maszyn do mineralnego nawożenia. Omówiono rodzaje nawozów mineralnych, sposoby ich dystrybucji i czynniki wpływające na jakość wysiewu nawozów jak i zagrożenia dla środowiska.

Wprowadzenie

Jednym z ważniejszych czynników wpływających na wysokość i jakość plonu roślin uprawnych są zabiegi agrotechniczne. Czynności związane z wykonywaniem tych prac należy wykonać w odpowiednim czasie, we właściwej kolejności i z należytą starannością. Wśród zabiegów agrotechnicznych ważną rolę odgrywa nawożenie nawozami mineralnymi, które zapewniając roślinie dostarczenie substancji odżywczych jest niezbędne dla prawidłowego jej rozwoju i wzrostu, co znajduje bezpośrednie przełożenie w wysokości i jakości plonu [4, 23]. Przyjmuje się, że nawożenie, jako czynnik plonotwórczy, w około 40% stanowi o wysokości plonu. W 2003 roku zużycie nawozów mineralnych w Polsce w przeliczeniu na czysty składnik NPK wynosiło 86 kg/ha użytków rolnych. Dla porównania w krajach Europy Zachodniej, gdzie warunki glebowe produkcji rolniczej są na wyższym poziomie, w tym samym roku zużycie nawozów w przeliczeniu na czysty składnik NPK wynosiło: Niemcy 150 kg/ha, Belgia 186 kg/ha i Holandia 215 kg/ha. Bardzo niskie jest również zużycie nawozów wapniowych, które w 2003 roku wynosiło w Polsce 85 kg czystego składnika na 1 ha użytków rolnych. Obecnie zużycie NPK jest na poziomie 108 kg/ha. Stosowanie nawozów mineralnych w krajach Europy Zachodniej jest coraz bardziej kontrolowane pod kątem potrzeb roślin, możliwości pełnego wykorzystania dawki w coraz bardziej ważnym kontekście minimalizacji zagrożeń zanieczyszczenia środowiska naturalnego.

Dystrybucja nawozów

Nawozy mineralne stosowane w produkcji roślinnej ze względu na formę można podzielić na: granulowane, pyliste, krystaliczne oraz płynne, natomiast ze względu na skład chemiczny na: jedno i wieloskładnikowe. Nawozy jednoskładnikowe zawierają jeden z trzech podstawowych składników pokarmowych N, P lub K, natomiast nawozy mineralne wieloskładnikowe zawierają dwa lub więcej składników pokarmowych.

Dystrybucja stałych nawozów mineralnych odbywa się luzem, w workach 30 i 50 kilogramowych, kontenerach elastycznych o ładowności od 1 do 5 ton lub kontenerach sztywnych z wykorzystaniem transportu najczęściej samochodowego lub kolejowego. Z badań Koraszewskiej [16] nad wysiewem nawozu bezpośrednio z kontenerów elastycznych wynika, że zaletą tej technologii jest mniejsza pracochłonność w porównaniu do technologii z wykorzystaniem nawozów pakowanych w worki 50 kg. Według autorki, warunkiem przydatności tej technologii dla krajowego rolnictwa jest wprowadzenie na skalę ogólnokrajową systemu

transportu nawozów w kontenerach elastycznych. Natomiast Kamiński [11] podaje, że przy pełnej mechanizacji prac, najmniejsze koszty ponosi się stosując technologię wysiewu nawozów będących w obrocie luzem.

Nawozy w postaci płynnej mogą być rozprowadzane w cysternach samochodowych, kolejowych oraz beczkowozach ciągnikowych. Ze względu na stosowane stężenia i zagrożenia dla środowiska, nawozy zawieszinowe NPK wymagają specjalnych urządzeń umożliwiających ich dokładne przelanie do mniejszych zbiorników, np. opryskiwaczy. Opryskiwacze stosowane do oprysku nawozami zawieszinowymi muszą być wyposażone w układy sterowania obiegiem cieczy z zaworem przelewowym skierowanym na mieszanie. W opryskiwaczach do oprysku nawozami płynnymi stosuje się rozpylacze wielootworowe o średnicy otworów 3 lub 5 mm [12]. Badania nad równomiernością rozpylania nawozów zawieszinowych wykazały, że istotny wpływ na równomierność oprysku ma wysokość zamocowania rozpylaczy nad opryskiwaną powierzchnią oraz średnica otworów rozpylaczy [14].

Ekologiczne aspekty nawożenia mineralnego

Niewłaściwe stosowanie nawozów mineralnych stwarza duże niebezpieczeństwo dla roślin uprawnych i środowiska naturalnego. Dla utrzymania właściwych proporcji w uprawie wprowadzono tzw. zasady zrównoważonego nawożenia, których celem jest utrzymanie wysokiej żyzności gleby, wysokich i dobrej jakości plonów przy odpowiednich proporcjach pomiędzy kosztami a efektywnością nawożenia [12, 22].

Utrzymanie odpowiedniej ilości składników pokarmowych w glebie wymaga stałej kontroli. W przypadku gleb ze zbyt małą ilością składników pokarmowych należy wykonać nawożenie dawką powiększoną o naddatek niezbędny do poprawienia żyzności gleby [8, 15]. Nadmiar wysianego nawozu w ilości przekraczającej zapotrzebowanie roślin i możliwości przyswajania gleby jest wypłukiwany do wód gruntowych, spływa po powierzchni terenu, utlenia się. Na polach z nadmiarem lub niedoborem składników pokarmowych często dochodzi do zanieczyszczenia środowiska naturalnego bądź obserwuje się obniżki plonów [1, 2]. Prowadzone są badania, na podstawie których tworzone są modele opisujące wielkość spływu powierzchniowego nawozów w różnych warunkach polowych. Dobrą zgodność modelu z danymi polowymi uzyskano w amerykańskich ośrodkach naukowych [6].

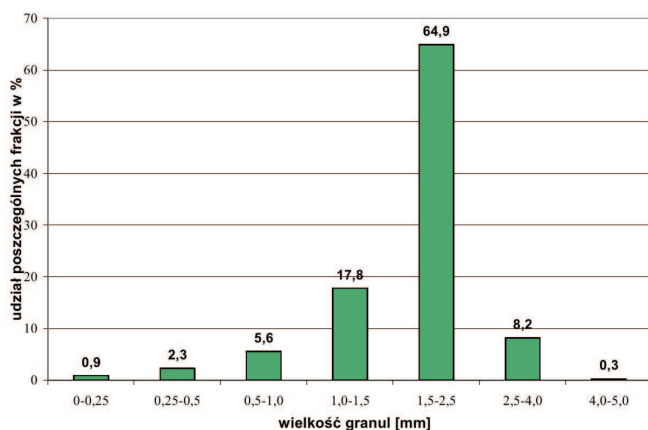
W celu uniknięcia powyższych nieprawidłowości, strat nawozu, zbędnych kosztów, dawka wysiewu dla danej szerokości roboczej maszyny i rodzaju wysiewanego nawozu musi być ustawiana każdorazowo przed rozpoczęciem zabiegu.

Dodatkowo, dawka nawożenia powinna uwzględniać zasobność gleby w składniki pokarmowe i badania w tym zakresie powinny być wykonywane przynajmniej co 4 lata. Zanieczyszczenie środowiska powstaje nie tylko na skutek nierównomiernie wysiewanego nawozu, ale również poprzez jego wysiew poza granice pola do sąsiadujących cieków i zbiorników wodnych. Jednym z istotnych sposobów otrzymania równomiernego rozłożenia nawozu na powierzchni pola jest stosowanie ścieżek przejazdowych. Do zalet nawożenia systemem ścieżek przejazdowych można zaliczyć [14]:

- dokładny wysiew nawozu w czasie wzrostu i w odpowiednim czasie,
- brak strat w plonie spowodowanych zniszczeniem roślin przez koła ciągnika i maszyn podczas nawożenia,
- brak strat nawozów i oprysku spowodowany nakładaniem się pasów nawożenia, oprysku,
- brak powierzchni ominiętych,
- ułatwienie pracy traktorzyście i zwiększenie wydajności prowadzonych zabiegów.

Równomierność wysiewu nawozu

Duża rozpiętość stosowanych dawek nawozów od 50 do 2000 kg/ha, dla wapna nawozowego nawet do 5000 kg/ha oraz duże zróżnicowanie wielkości granul różnych rodzajów nawozów stwarza trudności w uzyskaniu odpowiedniej równomierności ich poprzecznego rozkładu [3]. Przykładowo, wielkość granul saletrzaku (rys.) zawiera się w przedziale od 0 do 5 mm, przy czym prawie 65% stanowi frakcja wielkości granul o średnicy 1,5-2,5 mm, ok. 18% to granule o średnicy 1,0-1,5 mm, natomiast udział pozostałych wielkości granul nie przekracza kilku procent [13]. Oznacza to, że prawie 35% cząstek nawozu różni się znacząco właściwościami wpływającymi na zasięg ich rozrzutu podczas wysiewu.



Rys. Udział procentowy granul saletrzaku [13]
Fig. Percentage fraction of nitro-chalk pellets [13]

Prowadzone przez Pettersena i innych [25] badania nad wpływem wielkości cząstek nawozu na równomierność poprzecznego rozkładu nawozu pozwoliły wyznaczyć optymalną wielkość granul, przy której ten parametr osiągał najwyższe wartości. W badaniach krajowych [10] wykazano natomiast, że zachowanie proporcji różnych frakcji granul, a zwłaszcza o wielkości poniżej 1,5 mm, jest warunkiem uzyskania niskiej wartości współczynnika nierównomierności wysiewu. W innych badaniach [9], z wykorzystaniem nawozów zróżnicowanych pod względem średnicy granul, określono optymalny skład granulometryczny rozsiewanego nawozu ze względu na jakość wysiewu przy zachowaniu maksymalnej szerokości roboczej maszyny.

Właściwości aerodynamiczne granul decydują o ich lotności. Badania prowadzone na nawozach wykazały, że na prędkości krytyczną granul ma istotny wpływ ich masa [19]. Dlatego utrzymanie odpowiednich proporcji pomiędzy poszczególnymi frakcjami nawozu umożliwi wykonanie wysiewu z dobrą wartością współczynnika nierównomierności [7]. Właściwości aerodynamiczne nawozów są wykorzystywane w urządzeniach do pneumatycznego transportu nawozu i w czasie pracy rozsiewaczy pneumatycznych.

Właściwości fizyczne nawozu a jakość wysiewu

Szczególnie ważną grupą czynników wpływających na równomierność rozsiewu są fizyczne właściwości granul nawozu, takie jak: masa granul, odporność na zgniatanie, porowatość, gęstość usypowa, sypkłość oraz aerodynamika granul. Z badań [18, 24] wynika, że siła potrzebna do zniszczenia pojedynczej granul wzrasta wraz z wielkością granul i zależność ta dotyczy nawozu zarówno suchego jak i wilgotnego. Wytrzymałość na zgniatanie granul nawozu jest istotna szczególnie podczas pracy rozsiewaczami z tarczowym zespołem rozsiewającym, gdzie granule narażone są na szczególnie silne dynamiczne oddziaływanie łopatek tarczy rozsiewającej. Z badań wynikało, że granule o średnicy poniżej 2 mm, jako łatwo kruszące się, powinny zostać eliminowane, gdyż w wyniku zmiany ziarnistości nawozu pogarszała się również jakość wysiewu. Problem kruszenia granul nawozu jest szczególnie ważny w przypadku materiałów otoczkowanych. Otoczkowana granul zawiera składniki pokarmowe i uwalnia je stopniowo wraz z potrzebami roślin. Uwalnianie składników pokarmowych z otoczkowanego nawozu może być kontrolowane tylko w przypadku nawozu wysianego w postaci nienaruszonej, bez mechanicznych uszkodzeń. Nawóz z mechanicznymi uszkodzeniami otoczki ma znacznie gorszą jakość działania. Zniszczona powłoka traci funkcję kontrolowanego uwalniania nawozu i nawóz z łatwością się rozpuszcza. Zwiększone, przyspieszone uwalnianie nawozu prowadzi do spadku plonów i zmniejszenia opłacalności produkcji.

Parish [20] badając kilka typów rozsiewaczy pod kątem uszkodzenia granul nawozu podczas pracy stwierdził, że najmniejsze zniszczenia granul powstają przy użyciu maszyn z pneumatycznym systemem wysiewu i rurami rozprowadzającymi, większe w przypadku wykorzystania dysz wahliwych, natomiast największe uszkodzenia nawozu występowały w rozsiewaczach z tarczowym układem rozsiewającym. Badany był również ruch granul po tarczy rozsiewającej [5]. W wyniku przeprowadzonych symulacji udowodniono, że istnieje szereg czynników wpływających na długość lotu granul. Czynniki te są związane m.in. z parametrami ustawienia zespołu rozsiewającego, np. wysokość ustawienia tarczy rozsiewającej nad powierzchnią ziemi oraz jej kąt ustawienia względem płaszczyzny poziomej, a także warunkami zewnętrznymi jak współczynnik oporu powietrza [13]. Z kolei badania wpływu średnicy tarczy rozsiewającej na zasięg lotu cząstek nawozu w rozsiewaczach wykazały, że wraz ze wzrostem średnicy tarczy zwiększa się możliwość obsiewu szerszego pasa powierzchni pola w jednym przejeździe. W praktyce jednak nie stosuje się tarcz o średnicy powyżej 70 cm.

Ważną cechą nawozów granulowanych, wykorzystywaną między innymi przy projektowaniu zbiorników na nawóz w rozsiewaczach i innych pojazdach transportowych jest sypkłość nawozu. Właściwość ta charakteryzuje zdolność nawozu do swobodnego przemieszczania się pod działaniem siły grawitacji, zależy między innymi od kształtu i powierzchni granul i w dużym stopniu decyduje o jakości pracy zespołów dozujących oraz rozsiewających. Ze względu na higroskopijne właściwości większości nawozów, ich sypkłość może ulegać

dużym zmianom pod wpływem wilgotności, prowadząc do sklejania się granul i zapychania otworów dozujących [17].

Podsumowanie

Nawożenie mineralne jest podstawowym zabiegiem w technologii uprawy roślin. Wraz z rozwojem technicznych środków produkcji, rosnącymi wymaganiami w zakresie ochrony środowiska a także ekonomicznymi przesłankami działalności rolniczej, wysiew nawozów musi być czynnością o wysokich parametrach jakościowych wykonania. W warunkach polowych, przy wieloczynnikowym i dynamicznym układzie zależności warunkujących efektywność nawożenia, szczególnie ważne jest uwzględnienie wszystkich wymagań umożliwiających dostarczenie roślinom substancji odżywczych w odpowiedniej formie, miejscu, czasie i ilości.

Literatura

- [1] Bogun G.: Wpływ dokładności rozsiewu nawozów na efektywność ich wykorzystania. Estoński Instytut Mechanizacji Rolnictwa w Tallinie, 2000.
- [2] Bogun G.: Metoda oceny jakości pracy rozsiewaczy nawozowych. Problemy Inżynierii Rolniczej, 2000, nr 1.
- [3] Cernikov B.P.: Effektivnoe ispol'zovanie masin dlia vnesenija udobrenij. Traktory i Sel'chozmas, 1998, nr 5.
- [4] Czuba R., Mazur T.: Wpływ nawożenia na jakość plonów. PWN, Warszawa. 1988.
- [5] Dintwa E., Liederkerke P., Olieslagers R., Tijskens E., Ramon H.: Model for simulation of particle flow on a centrifugal fertilizer spreader. Biosystems Engineering, 2004, vol. 87.
- [6] Edwards D.R., Benson V.W., Williams J.R., Daniel R.C., Lemunyon J., Gilbert R.G.: Use of the EPIC model to predict runoff transport of surface-applied inorganic fertilizer and poultry manure constituents. Transaction of the ASAE, 2004, vol. 37, nr 2.
- [7] Grift T.E., Walker J.T., Hofstee J.W.: Aerodynamic properties of individual fertilizer particles. Transaction of the ASAE, 1997, vol. 40, nr 1.
- [8] Jadoszczyn T.: Ustalenie dawek nawozów. Wieś Jutra, 2005, nr 6.
- [9] Kamiński E., Witek A.: Ocena jakości rozsiewu nawozów granulowanych. Problemy Inżynierii Rolniczej, 1996, nr 6.
- [10] Kamiński E.: Technika i technologia nawożenia mineralnego. Rozprawa habilitacyjna. IBMER, Warszawa 1992.
- [11] Kamiński E.: Kontenery elastyczne w zastosowaniu do nawożenia mineralnego. Problemy Inżynierii Rolniczej, 1995, nr 1.
- [12] Kamiński E.: Technologie nawożenia mineralnego ograniczające zużycie nawozów i zanieczyszczenie środowiska naturalnego. IBMER, Warszawa 2001.
- [13] Kamiński J.: Metody oceny wpływu parametrów tarcz rozsiewających nawozy na efektywność nawożenia. Prace naukowo badawcze IBMER, Warszawa 1999.
- [14] Kamionka J.: Wpływ wskaźników nierównomierności poprzecznej na wybór zespołów aplikacyjnych maszyn do nawożenia pogłównego. Praca doktorska. IBMER, Warszawa 1995.
- [15] Kocoń A.: Jesienne nawożenie fosforem i potasem. Wieś Jutra, 2005, nr 7.
- [16] Koraszewska A.: Rozsiewacz kontenerowy na bazie ładowarki ŁKZ i rozsiewacza zawieszanego RNZ. Prace IBMER XII/244, Warszawa 1982.
- [17] Kotapska M.: Sypkość nawozów mineralnych i sposoby jej oceny. Mechanizacja Rolnictwa, 1985, nr 1.
- [18] Kram B.: Siła niszcząca pojedyncze granule nawozów mineralnych w funkcji wilgotności i masy granul. Zeszyty Naukowe AR Wrocław, Mechanizacja Rolnictwa, nr 183. Wrocław 1990.
- [19] Kram B.: Właściwości aerodynamiczne granul polifoski. V Międzynarodowe Sympozjum. Ekologiczne aspekty mechanizacji nawożenia, ochrona roślin: uprawy gleby. IBMER, Warszawa 1998.
- [20] Parish R.: Spreader damage to encapsulated controlled release fertilizer granules. Applied Engineering in Agriculture, 2001, vol. 17 (4).
- [21] Pettersen J.M., Svendsen J.A., Qvland S.: A method of studying the influence of fertilizer particle size on the distribution from a twin-disc spreader. Journal Agricultural Engineering Researches, 1991, vol. 50.
- [22] Podleśna A.: Zasady zrównoważonego nawożenia. Wieś Jutra, 2006, nr 7.
- [23] Stępień W.: Wpływ nawożenia na jakość plonu na przykładzie wybranych gatunków roślin produkcji polowej. Wieś Jutra, 2001, nr 11.
- [24] Walker J.T., Grift T.E., Hofstee J.W.: Determining effects of fertilizer particle shape on aerodynamic properties. Transaction ASAE, 1997, vol. 40.

SELECTED ASPECTS OF MECHANIZED TECHNIQUE FOR MINERAL FERTILIZER APPLICATION ON PLANT CULTIVATION

Summary

The paper presents the main factors influencing operational quality of machines for mineral fertilizing. There are discussed types of mineral fertilizers, the ways of their distribution and factors influencing spreading quality, as well as the environmental hazards.



Podręcznik pt. **MASZYNY ROLNICZE** adresowany jest do szerokiego grona pracowników dydaktycznych i słuchaczy uczelni przyrodniczych oraz użytkowników maszyn rolniczych. Zawarto w nim podstawowe informacje z przedmiotu „Technika rolnicza i eksploatacja maszyn rolniczych” wykładanego na ww. uczelniach. Problematyka wykładów tego przedmiotu obejmuje charakterystykę szerokiego i niezwykle różnorodnego asortymentu maszyn i urządzeń technicznych. Wyczerpujące omówienie czy opisanie całości materiału jest niemożliwe. Z tych też względów w podręczniku przedstawiono ściśle wyselekcjonowane partie materiału – informacje podstawowe oraz te, które są dziełem autorów lub powstały przy znaczącym ich udziale. Stąd też, pomimo że podręcznik ma charakter pozycji dydaktycznej, nosi znamiona pracy monograficznej. Materiał uzupełniający stanowi literatura zamieszczona na końcu każdego z rozdziałów.

Wydawca: Branżowy Ośrodek Informacji Naukowej, Ekonomicznej i Normalizacyjnej
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>