

Jan GIEROBA, Edmund KAMIŃSKI

Dobór parametrów jednotarczowego rozsiewacza do pogłównego nawożenia zbóż

Selection of the Parameters of Single Disc Fertilizer Spreader for Top Dressing of Cereals

Stosowane powszechnie rozsiewacze jednotarczowe do nawożenia mineralnego nie spełniają wymagań stawianych maszynom do nawożenia pogłównego stałymi nawozami azotowymi (5, 8). Również stosowane maszyny do dokładnego nawożenia nawozami granulowanymi (np. rozsiewacze pneumatyczne) nie spełniają w pełni wymagań agrotechnicznych (1, 7, 10), a ponadto są maszynami ciężkimi i drogimi, wymagającymi do współpracy ciągników wyższych klas (głównie z uwagi na sterowność). Dlatego podjęto próbę zbadania możliwości przystosowania rozsiewacza jednotarczowego do nawożenia pogłównego spełniającego wszystkie wymagania agrotechniczne (10), a przede wszystkim: nawożenia na plantacjach zbóż ze ścieżkami technologicznymi o rozstawie 12 i 18 m, o wysokości roślin do 1,1 m, z nierównomiernością poprzeczną rozsiewu $d \leq 15\%$.

Zbudowany wzorzec rozsiewacza posiadał możliwość montowania tarcz rozsiewających o średnicach od 0,5 do 0,72 m, regulacji kąta ustawienia łopatek, punktu dozowania nawozu na tarczę oraz regulacji obrotów tarczy rozsiewającej.

PRZEDMIOT BADAŃ

Przedmiotem badań były trzy tarcze rozsiewające, a mianowicie: o średnicy 0,5 m i połowie kąta wierzchołkowego stożka tworzącego tarczę $\beta = 1,50$ rad, o średnicy 0,6 m i kącie $\beta = 1,40$ rad, o średnicy 0,72 m i kącie $\beta = 1,58$ rad. Tarcze posiadały po sześć łopatek i możliwość regulacji kąta ustawienia względem promienia tarczy.

KRYTERIUM OCENY I METODYKA BADAŃ

Kryterium oceny jakości pracy tarczy rozsiewającej nawóz było względne odchylenie standardowe poprzecznego rozsiewu nawozu. Badania prowadzono na stanowisku pomiarowym z chwytakami nawozu ustawionymi w kanale poprzecznie do kierunku jazdy. Do chwytania nawozu użyto chwytaków w kształcie ostrosłupa,

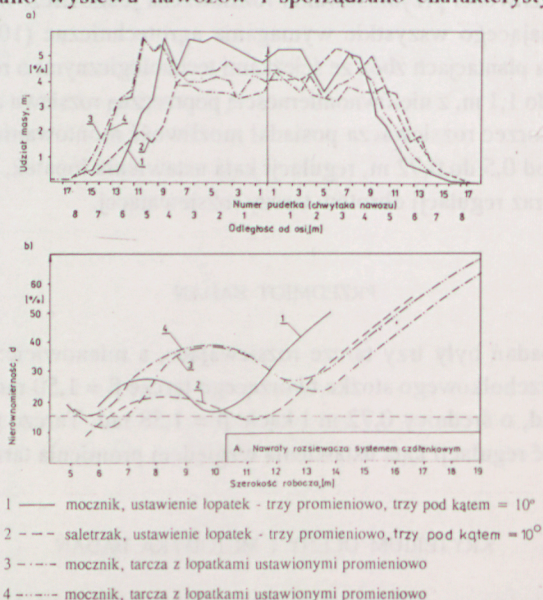
odwróconego podstawą do góry, z umieszczonymi na wierzchu przegrodami zapobiegającymi wyskakiwaniu granul nawozu z chwytaka. Z przebadanych różnych typów (chwytaki płaskie 0,5x0,5x0,05 m, 0,5x0,5x0,15 m i kształt ostrosłupa 0,5x0,5x0,5 m) chwytaki te oceniono jako najdokładniejsze w sensie chwytania nawozu. Podczas badań rozsiewu nawozów starano się uzyskać dużą szerokość roboczą, znaleźć najwłaściwsze położenie otworu dozującego i uzyskać dobrą jakość pracy. Do badań użyto granulowanych nawozów azotowych o składzie granulometrycznym zgodnym z obowiązującą normą. Badania prowadzono zgodnie z normą PN-91/R-55029: Maszyny rolnicze. Metody badań rozsiewaczy i siewników do rzutowego rozsiewu stałych nawozów mineralnych (9).

PRZEBIEG I WYNIKI BADAŃ

Tarcie granul o tarczę rozsiewającą ma mały wpływ na uzyskaną prędkość schodzenia granul na tarczy, jednak tarcie ogranicza zakres możliwego do stosowania ustawienia łopatek na tarczy (3, 4, 7). W przypadku obecnie stosowanych nawozów granulowanych za maksymalnie dodatni kąt ustawienia łopatek uznać należy $+15^\circ$ (0,26 rad).

Regulacja wielkości kąta ustawienia łopatek na tarczy rozsiewającej ma na celu przede wszystkim uzyskanie odpowiedniej szerokości roboczej i symetrii wysiewu (7, 8). Za najodpowiedniejsze należy uznać dwa sposoby ustawienia łopatek w zależności od rodzaju nawozu i przyjętej szerokości roboczej maszyny: 1) wszystkie łopatki ustawione promieniowo, 2) łopatki ustawione przemiennie – jedna promieniowo, następna pod kątem $= 0,17$ rad, tj. 10° .

Symetrię rozsiewu nawozu starano się uzyskać głównie przez ustawienie otworu dozującego, natomiast ustawienie łopatek na tarczy dobrać w ten sposób, aby uzyskać dużą szerokość roboczą maszyny. Dla ustalonych wartości parametrów geometryczno-kinematycznych dokonywano wysiewu nawozów i sporządzano charakterystyki rozmieszczenia

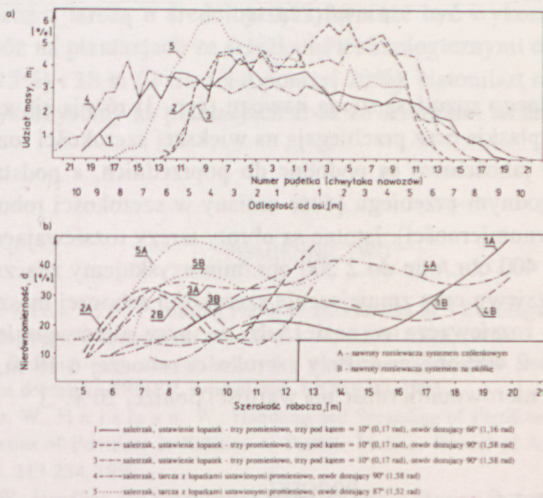


Ryc. 1. Wykresy poprzecznego rozmieszczenia nawozów rozsianych rozsiewaczem z tarczą rozsiewającą o średnicy 0,5 m i kącie $\beta = 86^\circ$ (1,50 rad)
 Diagrams of nonuniformity of spread of fertilizers by means of single disc master sprayer with the disc diameter of 0.5 m and angle $\beta = 86^\circ$ (1.50 rad)

nawozu na szerokości rozrzutu i względnego odchylenia standardowego (nazwanego nierównomiernością) w funkcji szerokości roboczej maszyny.

Badania tarczy o średnicy 0,5 m wykazały, że wykresy poprzecznego rozmieszczenia nawozów dla stosowanych dawek mocznika i saletrazaku, przy pogłównym nawożeniu azotem, mają zbliżoną postać jakościową, przy występujących znacznych różnicach ilościowych. Zespół rozsiewający odznacza się wrażliwością na ustawienie punktu zasilania tarczy nawozem i kątem ustawienia łopatek, przy czym istnieje silne sprzężenie między tymi parametrami. Minimalne wartości nierównomierności występują dla wąskiego zakresu szerokości roboczej maszyny. Tarcza rozsiewająca o podanych parametrach gwarantuje w zasadzie poprawny rozsiew przy szerokości roboczej 6-7 m (ryc. 1), natomiast przy szerokości roboczej 10-13 m minima wykresów są powyżej dopuszczalnej wartości nierównomierności rozsiewu, $d=15\%$.

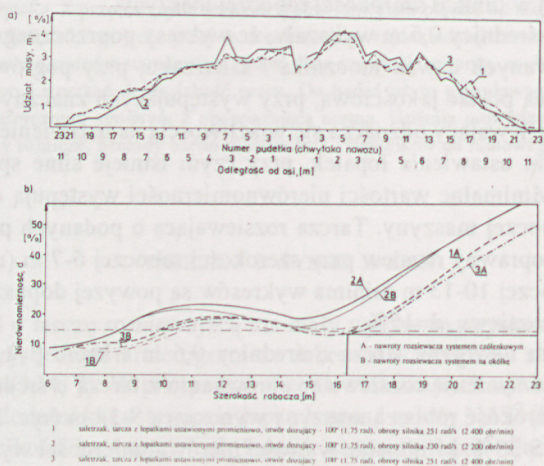
Podczas rozsiewu nawozów tarczą o średnicy 0,6 m i kącie $\beta=1,40$ rad znacznie trudniej było uzyskać symetrię rozsiewu w porównaniu z tarczą o średnicy 0,5 m. Użytkowano wprawdzie szerokość roboczą maszyny wynoszącą 9-14 m (ryc. 2), ale nierównomierność wynosiła 15-33%. Minimalne wartości nierównomierności występowały w wąskim zakresie szerokości rozsiewu. Zarówno tarcza o średnicy 0,5 m, jak i tarcza o średnicy 0,6 m odznaczają się bardzo dużą wrażliwością na regulację (małe zmiany w ustawieniu powodują duże zmiany w jakości pracy zespołu rozsiewającego).



Ryc. 2. Wykresy poprzecznego rozmieszczenia nawozów rozsianych tarczą rozsiewającą o średnicy 0,6 m i kącie $\beta = 80^\circ$ (1,40 rad)

Diagrams of nonuniformity of spread of fertilizers by means of a disc with the diameter of 0.6 m and angle $\beta = 90^\circ$ (1.40 rad)

Podczas badań tarczy o średnicy 0,72 m i kącie $\beta=1,58$ rad stwierdzono, że otwór dozujący w stosunku do tarcz poprzednich powinien być znacznie przesunięty w lewo, tzn. nawóz powinien być podawany znacznie wcześniej, a kąt, jaki tworzy prosta przechodząca przez środek otworu dozującego umieszczonego w dnie zbiornika nawozowego i środek obrotu zasuw regulacyjnych z kierunkiem jazdy maszyny, powinien wynosić ok. 100° .



Ryc. 3. Wykresy poprzecznego rozmieszczenia nawozów rozsianych tarczą rozsiewającą o średnicy 0,72 m i kącie $\beta = 90^\circ$ (1,58 rad)

Diagrams of nonuniformity of spread of fertilizers by means of a disc with the diameter of 0.72 and angle $\beta = 90^\circ$ (1.58 rad)

Wykresy poprzecznego rozmieszczenia nawozu (ryc. 3) różnią się znacznie od poprzednich, są bardziej płaskie oraz przebiegają na większej szerokości rozsiewu. Wykresy nierównomierności jakościowo są podobne do poprzednich, a podstawowa różnica polega na bardziej łagodnym przebiegu (duże zmiany w szerokości roboczej powodują małe zmiany w nierównomierności). Istotne są obroty tarczy rozsiewającej – zmniejszając obroty silnika z 2 400 obr./min do 2 200 obr./min uzyskujemy znaczne zwiększenie nierównomierności rozsiewu oraz zmniejszenie szerokości roboczej maszyny. Optymalna szerokość robocza rozsiewacza wynosi 15-16 m, przy nierównomierności poniżej 15% i obrotach silnika 2 400 obr./min. Przy szerokości roboczej 6-18 m, przy obrotach silnika 2 400 obr./min, nierównomierność ma wartości poniżej 20%.

WNIOSKI

1. Szerokość robocza rozsiewacza zależna jest głównie od prędkości schodzenia granул nawozu z tarczy rozsiewającej, ze zwiększeniem tej prędkości uzyskuje się zwiększenie szerokości roboczej maszyny. Na uzyskaną prędkość granул mają wpływ: prędkość kątowa tarczy, średnica tarczy, kąt ustawienia łopatek i kąt β stanowiący połowę kąta wierzchołkowego stożka tworzącego tarczę.

2. Prędkość kątowa tarczy rozsiewającej w najczęściej spotykanych rozsiewaczach tarczowych wynosi około 56,5 rad/s, tj. 540 obr./min. Wyniki badań wskazują na celowość jej zwiększenia do 84,5 rad/s, tj. 720 obr./min i uzależnienia od średnicy tarczy. Dla tarczy płaskiej o średnicy 0,72 m za optymalną uznać można np. prędkość kątową około 62,8 rad/s, tj. 600 obr./min.

3. Na uzyskaną szerokość roboczą rozsiewacza i nierównomierność poprzeczną rozsiewu decydujący wpływ ma średnica tarczy. Stosowane dotychczas tarcze rozsiewające o średnicy 0,5 m należy uznać za zbyt małe. Zwiększenie obrotów tych tarcz powyżej 64,75 rad/s nie daje pozytywnych wyników. Za optymalną średnicę tarczy rozsiewającej można uznać około 0,7 m.

4. Wielkość kąta β wpływa wyraźnie na charakter przebiegu wykresów rozmieszczenia poprzecznego nawozów. Ze wzrostem wartości kąta β przebieg krzywych jest bardziej łagodny, minimalne wartości nierównomierności występują dla szerszego zakresu szerokości rozsiewu (szerokości roboczej maszyny). Na skutek zmniejszania wartości kąta β otrzymujemy tarczę rozsiewającą bardziej wrażliwą na niedokładności ustawienia otworu dozującego nawóz.

5. Kąt, jaki tworzy prosta przechodząca przez środek otworu dozującego nawóz i środek obrotu zasuw regulacyjnych z kierunkiem jazdy maszyny, powinien przyjmować większą wartość dla tarcz o większej średnicy. Dla tarczy o średnicy 0,72 m wartość tego kąta wynosi około 1,75 rad, tj. 100° , natomiast dla tarczy o średnicy 0,6 m około 1,40 rad, tj. 80° .

6. Porównując tarcze o średnicach 0,5 m, 0,6 m i 0,72 m, najlepszą jakość rozsiewu uzyskano w przypadku tarczy o średnicy 0,72 m. Wskaźnik nierównomierności poprzecznej rozsiewu nawozu wynosił poniżej 15%, przy szerokości roboczej 15-16 m.

7. Rozsiewacz z tarczą o średnicy 0,72 m może być wykorzystany do nawożenia pogłównego zbóż na plantacjach ze ścieżkami technologicznymi o rozstawie 12 m (wartość d poniżej 15%) i 18 m (wartość d poniżej 20%). Natomiast rozsiewacz z tarczą 0,6 m może być wykorzystany na plantacjach zbóż ze ścieżkami technologicznymi o rozstawie 12 m.

PIŚMIENNICTWO

1. Davis J. B., Rice C. E.: Predistributing Fertilizer Distribution by a Centrifugal Distributor Using, CSMP, a Simulation Language. Transaction of the ASAE 17/6, s. 1091-1093, 1974.
2. Gołęb J.: Badania ruchu cząstek kulistych i płaskich na wirujących stożkach w aspekcie separacji i wysiewu. Praca doktorska, IBMER, symbol dok. XXXIII/99, 1973.
3. Hofstee J. W., Huismann W.: Handling and Spreading of Fertilizer. Part 1: A Review of the Physical Properties of Fertilizer in Relation to Particle Motion. Journal of Agricultural Engineering Research, 47 (4), s. 213-234, 1990.
4. Hofstee J. W.: Handling and Spreading of Fertilizer. Part 2: Physical Properties of Fertilizer. Measuring Methods and Data. Journal of Agricultural Engineering Research, 53, s. 141-162, 1962.
5. Jedwabński Z.: Wpływ niektórych czynników na jakość rozsiewu nawozów mineralnych aparatem odśrodkowym. Praca doktorska, IBMER, symbol dok. XII/111, 1972.
6. Jensen J., Pasek J.: Inefficiency of Fertilizer Use Resulting from Nonuniform Spatial Distribution: I. Theory, II Yield Losses Under Selected Distribution Patterns, III Fractional Segregation in Fertilizer Materials. Soil Science Society Proceedings, 1962.
7. Kamiński E.: Analiza ruchu granул nawozu po tarczy rozsiewającej. IBMER, Prace Naukowo-Badawcze, 1986-1987.
8. Łobos W.: Parametry techniczne rozsiewacza tarczowego w warunkach nawożenia pogłównego zbóż. Praca doktorska, IBMER, Warszawa 1987.
9. Polska Norma PN-91/R-55029. Maszyny rolnicze. Metody badań rozsiewaczy i siewników do rzutowego rozsiewu stałych nawozów mineralnych.
10. System Maszyn Rolniczych. Cz. 5 – Chemizacja rolnictwa. IBMER, Warszawa 1988.

SUMMARY

Width nonuniformity of top dressing of nitrogen fertilizers has a decisive influence on fertilizer utilization by plants, plant yield losses and environment contamination. Especially important is top dressing of cereals on plantations with a technological path used for fertilizer and pesticide machinery driving, which sets a working width of spray, for example: 12 m and 18 m. Disc sprayers do not have constant working width and adaptation of sprayers for work on technological plantations needs providing certain tests. Testing was provided using single disc master sprayer with the disc diameters from 0.5 to 0.72 m. Experiments were done for three spreading discs: 0.5 m and angle $\beta=1.50$ rad (half of top disc vertical angle), 0.6 m and $\beta=1.40$ rad, 0.72 m and $\beta=1.58$ rad. The best quality of spread was obtained using spreading disc of diameter 0.72 m. Coefficient of nonuniformity of spread was below 15% at working width 15-16 m. At the range of working width between 6 m and 18 m nonuniformity of spread was below 20%.

Spreader with a single disc at diameter of 0.72 can be used to top dressing of cereals on plantations with technological paths of 12 m (nonuniformity of spray below 20%).