



**KUKURYDZA,
ZIARNEM
PRZYSZŁOŚCI.**

Nawożenie zlokalizowane kukurydzy

Kukurydza jest rośliną o wysokim potencjale plonowania. Aby go uzyskać, należy prawidłowo zaplanować strategię nawożenia, nie tylko w odniesieniu do azotu, ale także fosforu.

W uprawie kukurydzy, zwłaszcza na ziarno, znaczenie fosforu jest szczególnie duże, ponieważ wywiera on bezpośredni wpływ nie tylko na dojrzewanie ziarna, ale i na stopień jego wykształcenia. Kukurydza odznacza się specyficzną dynamiką jego pobierania. Niewielkie ilości fosforu pobiera w początkowych fazach rozwojowych. W miarę upływu okresu wegetacji pobieranie wzrasta i trwa aż do momentu dojrzałości pełnej ziarna (nalewanie ziarna). Stąd też krytyczne fazy zapotrzebowania kukurydzy na fosfor przypadają na okres początkowego rozwoju, czyli od kiełkowania do fazy BBCH 16/18 oraz w okresie dojrzewania.

Pobieranie fosforu ogranicza niska temperatura

Wielu autorów zwraca szczególną uwagę na wpływ niskich temperatur gleby (poniżej 6–8°C), które ograniczają pobieranie fosforu przez siewki kukurydzy. Kukurydza jako gatunek ciepłolubny, charakteryzuje się dużą wrażliwością na niskie temperatury, co przejawia się zmniejszonym pobieraniem fosforu w okresie wczesnej wiosny. Na skutek bardzo powolnego przemieszczania fosforu w glebie, strefa jego pobierania ogranicza się do bezpośredniego sąsiedztwa korzenia.

Aplikacja nawozu razem z wysiewem nasion

Jedyną i zarazem racjonalną metodą chroniącą młode rośliny kukurydzy przed

głodem względem tego składnika jest zlokalizowana (rzędowa) metoda wysiewu nawozu. Aplikowanie nawozu fosforowego jednocześnie z siewem nasion ma na celu użyczenie gleby w tym miejscu, gdzie rozwijają się korzenie młodych roślin. Zwiększona koncentracja fosforu dzięki takiej metodzie wysiewu ułatwia pobieranie oraz wykorzystanie tego składnika z nawozu mineralnego. Sprzyja to obniżce kosztów i ochronie środowiska, a także skutkuje przyspieszonym dojrzewaniem kukurydzy, zwłaszcza w mniej korzystnych warunkach siedliskowych.

Stosując nawożenie (rzędowe) startowe w uprawie kukurydzy należy przestrzegać jednak kilku zasad. Nawóz nie powinien być zlokalizowany zbyt blisko nasion, aby nie doszło do zatrucia amoniakiem w przypadku, gdy zawiera on azot lub stężenie soli mogące doprowadzić do uszkodzenia kiełkujące nasiona lub rozwoju systemu korzeniowego. Nie powinien być też umiejscowiony w zbyt dużej odległości od nasion, aby dostarczone składniki mineralne były dla roślin dostępne jak najszybciej.

Nawożenie zlokalizowane

Idéalnym rozwiązaniem, stosowanym w praktyce jest usytuowanie nawozu w odległości 5 cm poniżej i 5 cm obok nasion kukurydzy. Nawożenie zlokalizowane jest szczególnie zalecane przy siewach bezpośrednich, ponieważ w tej technologii nie ma innej możliwości dostarczania nawozu w głąb gleby. Prawidłowe zlokalizowanie nawozu wiąże się



z jego równomiernym rozmieszczeniem w rzędach pod nasionami. Brak takiego wyrównania oznacza nierównomierne wschody i wcześniejszy rozwój roślin, a co za tym idzie konkurencję między roślinami, która negatywnie odbija się na wynikach produkcji. Największą wrażliwość na zasolenie gleby wykazują rośliny w fazie kiełkowania i początkowych stadiach rozwojowych. Ocenę wpływu nawozów na stężenie roztworu glebowego dokonuje się poprzez tzw. indeks solny (IS), porównując go do saletry sodowej (100). Najmniejszym (IS) odznaczają się superfosfaty (8-10), a największym kainit i sól potasowa (106, 120), oraz saletra amonowa (105). Jeśli przyjmijemy superfosfat potrójny jako punkt odniesienia (1), fosforan amonu uzyskuje wartość (2), saletra amonowa (10,5) a sól potasowa (12), co wskazuje że dwa ostatnie nawozy są ponad 10 razy bardziej zasalające niż superfosfat. Stąd też do nawożenia startowego należy używać najlepiej nawozów dwuskładnikowych, zawierających azot i fosfor np. fosforan amonu (IS=2). Kombinacja tych dwóch składników zwiększa pobieranie fosforu przez kukurydzę w początkowych fazach rozwojowych. Przy niedoborze fosforu w środowisku odżywczym

rośliny pobierają mało azotu, natomiast przy zbyt wysokiej dawce fosforu pobieranie azotu jest ograniczone. Dlatego wyłącznie odpowiedni dla danej rośliny stosunek N:P zapewnia prawidłowy jej wzrost i rozwój. Stosowanie fosforu w ilości podobnej do poziomu azotu (np. stosunek N:P = 1:0,8) korzystnie wpływa na plon, natomiast ilość fosforu na poziomie znacznie wyższym od azotu (np. stosunek N:P = 1:1,6) powoduje depresję plonowania. Najlepszy stosunek N:P występuje w fosforanie amonu.

Co daje roślinom nawożenie zlokalizowane?

Dotychczasowe wyniki dotyczące takiej metody aplikacji składnika wskazują jednoznacznie na korzystny wpływ zlokalizowanego nawożenia fosforem na wzrost, rozwój i plonowanie kukurydzy. Wpływ ten jest szczególnie duży w początkowym okresie rozwoju, w którym warunki pogodowe panujące w Polsce są często dla kukurydzy stresogenne (zimno, sucho). Niekorzystny przebieg pogody w tym okresie utrudnia pobieranie przez kukurydzę składników pokarmowych, głównie fosforu, co



Fot. 1. Efektywność metody aplikacji nawozu NP w badaniach własnych w 2017 r. Po lewej stronie kukurydza nawożona rzędowo, po prawej rzutowo (fot. P. Szule)

prowadzi do zahamowania wzrostu. Pozytywny wpływ startowego stosowania nawożenia na kukurydzę w początkowym okresie wegetacji znajduje również odzwierciedlenie w jej plonowaniu. Plony ziarna są istotnie wyższe przy zlokalizowanym wysiewie nawozów łącznie z siewem nasion, aniżeli przy tradycyjnym nawożeniu rzutowym na całą powierzchnię gleby. Bardzo ważną cechą decydującą o opłacalności uprawy kukurydzy jest również wilgotność ziarna podczas zbioru. We wszystkich badaniach wykonanych w Katedrze Agronomii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu rzędowa aplikacja nawozów, w porównaniu do tradycyjnej (rzutowej) obniżała zawartość wody w ziarnie. Rzędowy sposób wysiewu nawozów pozwolił ponadto obniżyć poziom nawożenia mineralnego oraz rozszerzyć

okres siewów kukurydzy, zwłaszcza poprzez możliwość ich przyspieszenia, co ma istotne znaczenie w okresowych niedoborach wilgoci wczesną wiosną w glebie. Uzyskane wyniki mają zatem duże znaczenie aplikacyjne, co może poprawić ekonomię i organizację uprawy kukurydzy w warunkach Polski.

Teoria poparta badaniami

Wprowadzonych badaniach efektywność nawożenia startowego (rzędowego) oceniano umieszczając nawóz w odległości 5 cm w bok i poniżej nasion. Stwierdzono, że w latach suchych skuteczność tego sposobu nawożenia była niższa, w stosunku do lat o większej sumie opadów atmosferycznych w sezonie wegetacyjnym. Przejawiało się

Tabela 1. Wpływ głębokości aplikacji nawozu NP na gromadzenie suchej masy przez kukurydzę (Szulc i in. 2021)

Głębokość aplikacji nawozu NP	Faza BBCH 17/18 (kg/ha)	Faza BBCH 18/19 (kg/ha)	Zbiór na kisonkę (kg/ha)
0 cm (nawożenie rzutowe)	136,4	508,4	18875,4
5 cm	188,4	631,6	21245,6
10 cm	183,7	634,3	20823,7
15 cm	174,4	595,9	20074,6

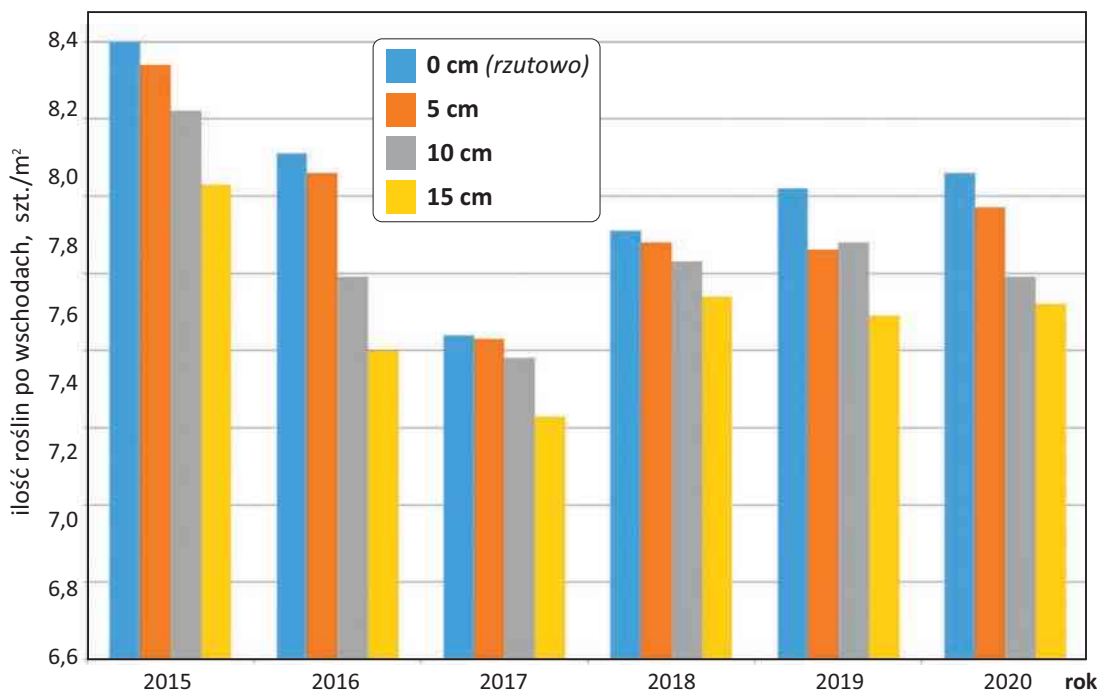
Tabela 2. Wpływ głębokości aplikacji nawozu NP na plonowanie oraz wskaźniki efektywności stosowania fosforu (Szulc i in. 2020)

Głębokość aplikacji nawozu NP	Plon ziarna (t/ha)	Wykorzystanie P z dawki nawozu (%)	Efektywność rolnicza (kg ziarna/kg P z nawozu)
0 cm (nawożenie rzutowe)	8,61	6,76	19,01
5 cm	9,57	10,56	30,71
10 cm	9,45	11,52	29,24
15 cm	9,20	10,36	26,16

Tabela 3. Efekty ekonomiczne stosowania nawożenia startowego w zł/ha

Efekt stosowania	Wielkość zmiany	Cena jednostkowa	Efekt finansowy
Wzrost plonu	+ 8 dt/ha	140 zł	+ 1120 zł/ha
Wilgotność ziarna	- 1%	10 zł/t/% x 10 t = 100 zł	+ 100 zł/ha

Wielkopolska Izba Rolnicza (2021) – kalkulacja uprawy kukurydzy na ziarno 140 zł/dt



Rys. 1. Wpływ głębokości aplikacji nawozu na stan ilościowy roślin po wschodach (szt./m²) (Szulc i in. 2020)

to brakiem wpływu nawożenia startowego (rzędowego) na niektóre cechy morfologiczne kukurydzy. Porównanie zatem różnych głębokości umieszczenia nawozów, w stosunku do ziarniaka i powierzchni gleby może wskazywać na celowość głębszego umiejscowienia nawozu w warunkach suszy, z którą prawie każdego roku mamy do czynienia. W związku z powyższym, w Katedrze Agronomii UP w Poznaniu założono doświadczenie polowe, w którym badano efektywność dawki fosforu (80 kg P₂O₅/ha) w zależności od głębokości jej usytuowania w glebie. Dawka fosforu była wysiewana w sposób tradycyjny (rzutowo), 5 cm od powierzchni gleby (ta sama głębokość co siew nasion), 10 cm od powierzchni gleby (5 cm poniżej nasion) i 15 cm od powierzchni gleby

(10 cm poniżej nasion). Wykazano jednoznacznie, że największą dynamiką początkowego wzrostu charakteryzowała się kukurydza, w której fosfor wysiano na głębokości siewu nasion oraz 5 cm poniżej nasion (tab. 1). Ze względu na to, że dynamika początkowego wzrostu oraz odżywienie roślin w fazie młodocianej decyduje o wielkości plonu ziarna, stąd też identyczny wpływ głębokości wysiewu fosforu odnotowano w przypadku plonu ziarna (tab. 2). Ponadto w badaniach w każdym z lat badań liczba roślin po wschodach kukurydzy wraz ze wzrostem głębokości wysiewu nawozu NP ulegała istotnemu zmniejszeniu (rys. 1).

*prof. dr hab. Piotr Szulc
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu*