

Streszczenie

Nawożenie azotem jest kluczowym czynnikiem mającym wpływ zarówno na wydajność prowadzonej produkcji rolnej oraz jakość uzyskanego plonu. Nawozy mineralne są głównym źródłem azotu, a ich aplikacja na grunty orne przyczynia się do wzbogacenia gleb w składniki pokarmowe, które są niezbędne do prawidłowego wzrostu uprawianych roślin. Mocznik jest nawozem mineralnym, który zawiera azot w najwyższym stężeniu – 46%. Szacuje się, że udział nawozów mocznikowych w całkowitym, światowym zużyciu nawozów mineralnych przekracza 50%. Wykorzystanie nawozów mocznikowych do nawożenia pól uprawnych związane jest z niekorzystnym zjawiskiem emisji amoniaku z nawożonej gleby, która skutkuje nieefektywnym wykorzystaniem dostarczonej roślinom dawki azotu, a co za tym idzie zmniejszeniem efektywności ekonomicznej prowadzonych upraw. Dane szacunkowe dotyczące emisji amoniaku do atmosfery mówią o 60% poziomie strat N, który zależy od wielu czynników glebowych i klimatycznych.

Rozporządzenie NEC – Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej 2016/2284 z dnia 14 grudnia 2016 r. w sprawie redukcji krajowych emisji niektórych rodzajów zanieczyszczeń atmosferycznych zmieniło dyrektywę 2003/35/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 26 maja 2003 r. i jednocześnie uchyliło dyrektywę 2001/81/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2001 r., co doprowadziło do ograniczenia możliwości stosowania na terenie Unii Europejskiej zarówno mocznika, jak i nawozów na nim opartych, w związku z poziomem emisji towarzyszących stosowaniu wspomnianych nawozów.

Grupa Azoty Zakłady Azotowe „Puławy” S.A., jako główny producent mocznika, musiała więc podjąć działania mające na celu ograniczenie emisji amoniaku do poziomu akceptowalnego w Rozporządzeniu NEC. Jednym ze sposobów wprowadzenia w życie wspomnianych wyżej zmian jest zastosowanie inhibitorów ureazy, które w połączeniu z nawozem dałyby gotowy produkt możliwy do zastosowania w rolnictwie. W związku z faktem, iż dotychczas nie poznano potencjalnie negatywnych konsekwencji wynikających z długotrwałego stosowania komercyjnie dostępnych inhibitorów ureazy, Grupa Azoty Zakłady Azotowe „Puławy” S.A. rozpoczęła prace nad poszukiwaniami substancji naturalnych, nieszkodliwych dla środowiska, których aplikacja razem z wytwarzanymi w Grupie Azoty produktami nawozowymi umożliwiłaby redukcję emisji amoniaku.

Pierwszy etap prac realizowanych w ramach niniejszej rozprawy doktorskiej obejmował selekcję surowców roślinnych, które zawierałyby w sobie substancje powodujące zahamowanie aktywności ureazy. Następnie, przeprowadzono 2 etapy badań laboratoryjnych, tj. badania

inkubacyjne oraz badania wazonowe. W obu wspomnianych doświadczeniach wykorzystano dwa typy gleby o zróżnicowanych właściwościach – glebę płąwą o składzie granulometrycznym gliny piaszczystej (pH 5,4) oraz glebę biellicową o składzie granulometrycznym piasku gliniastego (pH 7,4). W trakcie trwania obu eksperymentów utrzymywano stałą wilgotność podłoża odpowiadającą wartości siły ssącej gleby (pF) 1,9.

W 14-dniowym doświadczeniu inkubacyjnym zweryfikowano wpływ 6 ekstraktów roślinnych (otrzymanych z owoców trzech gatunków roślin: borówki, maliny oraz morwy czarnej w dwóch stężeniach, tj. 10% i 25%) na emisję amoniaku. Pomiar emisji amoniaku przeprowadzono z wykorzystaniem analizatora GASMET DX 4040 działającego w oparciu o metodę spektroskopii absorpcyjnej w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR). Dawka nawozu mocznikowego (granulowany mocznik) zaaplikowana w doświadczeniu łącznie z badanymi ekstraktami roślinnymi wynosiła 240 kg N ha⁻¹. Niemalże wszystkie badane ekstrakty roślinne spowodowały istotne obniżenie emisji NH₃. Ponadto, eksperyment inkubacyjny dostarczył informacji na temat wpływu wspomnianych ekstraktów roślinnych na aktywność enzymu ureazy oraz zawartość różnych form azotu (ogólnego, azotanowego i amonowego) w glebie. Aktywność ureazy była zależna zarówno od typu gleby wykorzystanej do przeprowadzenia doświadczenia, rodzaju aplikowanego ekstraktu, jak i terminu poboru próbek. Zaobserwowano również wpływ badanych ekstraktów na zawartość azotu azotanowego i amonowego w glebie. Na podstawie uzyskanych wyników wytypowano najbardziej skuteczne ekstrakty roślinne, tj. 25% ekstrakt z borówki (redukcja skumulowanej emisji NH₃ w zakresie 49-90% w porównaniu do kontroli, w zależności od typu gleby użytej w badaniach) oraz 10% ekstrakt z morwy czarnej (78-87%), których skuteczność sprawdzono następnie w badaniach wazonowych.

Doświadczenie wazonowe, w którym wykorzystano pszenicę jarą odmiany Rusalka prowadzono do fazy kłoszenia pszenicy, przez okres 67 dni. Ilość azotu zaaplikowana do gleby w eksperymencie wynosiła łącznie 140 kg N ha⁻¹ i zgodnie z zaleceniami Kodeksu Dobrej Praktyki Rolniczej opracowanego przez Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa PIB została podzielona na dwie dawki (aplikowane łącznie z badanymi ekstraktami roślinnymi). Pierwsza dawka wynosząca 90 kg N ha⁻¹ została zastosowana przedsięwzię, natomiast drugą dawkę wynoszącą 50 kg N ha⁻¹ zaaplikowano w fazie strzelania w źdźbło. W doświadczeniu wazonowym przeprowadzono 13-dniowy pomiar emisji amoniaku z gleby, co więcej, określono wpływ badanych ekstraktów na: aktywność ureazy i zawartość różnych form azotu w próbkach gleby, zawartość makroelementów i chlorofilu w częściach nadziemnych rośliny oraz natężenie procesu fotosyntezy. Dodatkowo przeprowadzono sekwencjonowanie nowej

generacji, które dostarczyło informacji nt. wpływu ekstraktów z borówki i morwy czarnej na mikroorganizmy glebowe (bakterie i grzyby). Wpływ ekstraktów na emisję amoniaku z gleby w doświadczeniu wazonowym uzależniony był od typu gleby. Wyniki badań przedstawionych w niniejszej pracy potwierdziły skuteczność badanych ekstraktów roślinnych w redukcji emisji NH_3 do środowiska (zmniejszenie skumulowanej emisji amoniaku o 31% i 40% w stosunku do kontroli przy aplikacji odpowiednio 25% ekstraktu z borówki oraz 10% ekstraktu z morwy czarnej) w przypadku gleby biellicowej. Zaobserwowano wpływ ekstraktów roślinnych na zawartość azotu amonowego w glebie oraz makroskładników w roślinach. Uzyskane wyniki sekwencjonowania nowej generacji wskazują na możliwość modyfikacji struktury i liczebności mikroorganizmów w glebie za pomocą ekstraktów roślinnych stosowanych łącznie z mocznikiem.

Dominika Matczak