

## Streszczenie

### Wpływ głębokiego systemu nawożenia mineralnego na plonowanie i jakość ziemniaków

Niniejsza praca mieści się w szeroko rozumianej problematyce dotyczącej poszukiwania sposobów zwiększenia plonowania roślin przy jednoczesnym utrzymaniu wysokiej efektywności nawożenia mineralnego zwłaszcza azotowego we współczesnym rolnictwie. Przeprowadzone badania odnoszą się do oceny jednego ze sposobów zwiększenia efektywności nawożenia mineralnego - głębokiej aplikacji nawozów, porównując ją do klasycznego nawożenia powierzchniowego. Została ona przygotowana w ramach projektu badawczego NCBR „AZOMAS” PBS1/B8/4/2012 nr. 178675 pt. „Niskonakładowy i bezpieczny dla środowiska system nawożenia i siewu kukurydzy” realizowanego w latach 2012-2016, koordynowanego przez IUNG Puławy i realizowanego także w Zakładzie Chemii Rolnej SGGW. Program badawczy niniejszej pracy doktorskiej dotyczy jednak innej rośliny niż w niniejszym projekcie a mianowicie ziemniaków jadalnych. W pracy dokonano kompleksowej oceny nowej technologii głębokiej aplikacji nawozów poprzez zastosowanie szerokiego spektrum metod badawczych, poczynając od (i) eksperymentu laboratoryjnego nad tempem uwalniania składników nawozowych z różnych granul nawozów, (ii) poprzez 2-letnie doświadczenie wazonowe w rizoboksach i analizę rozwoju systemu korzeniowego metodą skaningu komputerowego oraz (iii) poprzez doświadczenie mikropoletkowe, kończąc cykl badawczy (iv) 3-letnim doświadczeniem polowym wraz z oceną emisji gazowych dotyczących CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> i N<sub>2</sub>O. Zakres podjętych w pracy badań jest więc wystarczająco szeroki pozwalający na wszechstronną ocenę nowej technologii nawozowej. Przeprowadzone badania wykazały korzystny wpływ głębokiej aplikacji nawozów na wzrost i rozwój ziemniaka. Wykazano, że dystrybucja biomasy do bulw i części wegetatywnych w okresie wegetacji ziemniaka jest znacznie korzystniejsza w warunkach głębokiej aplikacji nawozów. Wykazano także, że głębsze umieszczenie nawozów stymuluje rozwój systemu korzeniowego, w szczególności całkowitą powierzchnię korzeni co znacząco zwiększa potencjał korzeni do pobierania składników pokarmowych. W warunkach aplikacji głębokiej w stosunku do powierzchniowej znacząco zwiększyło się pobieranie składników nawozowych a zwłaszcza ich wykorzystanie przez rośliny. W warunkach eksperymentu polowego wykazano szczególnie korzystną przewagę aplikacji głębokiej nad powierzchniową w latach nadmiernie suchych. W tych niekorzystnych warunkach głębsze umieszczenie nawozów pozwoliło zapewnić utrzymanie efektywności wyższych dawek nawozów, które w warunkach aplikacji powierzchniowej okazały się nieefektywne. W badaniach nad emisją gazowych form z układu gleba-roślina wykazano różnice w dynamice emisji CO<sub>2</sub> i gazowych form azotu – NH<sub>3</sub> i N<sub>2</sub>O wskazując, że emisje dwutlenku węgla są niezależne od sposobu nawożenia natomiast emisje form gazowych związane są z głębokością aplikacji nawozów. Na podstawie kompleksowych badań w szczególności 3-letniego doświadczenia polowego wykazano, że w normalnych warunkach pogodowych optymalną w uprawie ziemniaka jest aplikacja nawozów na głębokość 10 cm, natomiast w warunkach ryzyka niekorzystnego przebiegu warunków pogodowych należy rekomendować głębsze umieszczenie nawozów na głębokość 20 cm.

**Słowa kluczowe:** nawożenie głębokie, uwalnianie składników, nawozy spowolnione, rozwój korzeni, emisja gazowa składników

## Summary

### **Influence of deep mineral fertilization system on potato yielding and quality**

This work is focused on within the broadly understood issue of seeking ways to increase crop yields while maintaining high efficiency of mineral fertilization, especially nitrogen fertilization, in modern agriculture. The conducted research refers to the assessment of one way to increase the efficiency of mineral fertilization - in-depth fertilizer application, comparing it to classical surface fertilization. It was prepared as part of the research project of the National Center for Research and Development "AZOMAIS" PBS1 / B8 / 4/2012 No. 178675 titled "Low input and environmentally safe system of fertilizing and sowing maize" implemented in 2012-2016, coordinated by IUNG Puławy and also implemented at the Department of Agricultural Chemistry SGGW. The research program of this doctoral dissertation, however, concerns a different plant than in this project, namely edible potatoes. A comprehensive assessment of the new technology of in-depth fertilizer application was made in the work, using a wide spectrum of research methods, starting with (i) laboratory experiment on the rate of the release rate of fertilizer components from various fertilizer granules, (ii) through 2-year pot experiment in rhizoboxes and root system development analysis by computer scanning and (iii) through micro-field experiment, ending the research cycle (iv) with 3 years of field experience along with an assessment of gaseous emissions for CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, and N<sub>2</sub>O. The scope of research undertaken in the work is therefore wide enough to allow a comprehensive assessment of new fertilization technology. The study showed a beneficial effect of in-depth fertilizer application on potato growth and development. It has also been shown that deeper placement of fertilizers stimulates the development of the root system, in particular the total root surface, which significantly increases the root's potential for nutrient uptake. In the conditions of submerged application to the surface, the uptake of fertilizer components and especially their use by plants increased significantly. In the field experiment conditions, a particularly advantageous advantage of depth application over the surface in excessively dry years was demonstrated. In these unfavorable conditions, a deeper placement of fertilizers allowed to maintain the effectiveness of higher doses of fertilizers, which in surface application proved to be inefficient. Studies on the emission of gaseous forms from the soil system of the plant showed differences in the dynamics of CO<sub>2</sub> emissions and gaseous forms of nitrogen - NH<sub>3</sub> and N<sub>2</sub>O, indicating that carbon dioxide emissions are independent of the fertilization method, while gaseous emissions are associated with the depth of fertilizer application. Based on comprehensive research, in particular 3 years of field experience, it has been shown that in normal weather conditions the application of fertilizers to a depth of 10 cm is optimal in potato cultivation, while in conditions of risk of adverse weather conditions it is recommended to place deeper fertilizers to a depth of 20 cm.

**Keywords:** deep fertilization, the release of ingredients, slow release fertilizers, root development, gaseous emission of nutrients