

MINERALINIO AZOTO POKYČIAI DIRVOŽEMYJE KONTROLIUOJAMO KLIMATO SĄLYGOMIS

Inesa ZARANKAITĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: inesa.zarankaite@vdu.lt

Irena PRANCKIETIENĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: irena.prackietiene@vdu.lt

Santrauka

Azotas yra vienas iš svarbiausių mineralinės mitybos elementų, skatinančių augalų augimą ir produktyvumą. Šis mineralinės mitybos elementas stipriai veikia ne tik augalus, bet ir dirvoje esančius mikroorganizmus bei dirvožemio mikroflorą. Amido (NH_2), amoniako (NH_4^+) ir nitratinio (NO_3^-) azoto kiekio pokyčiams tiesioginę įtaką turi dirvožemio drėgmė, aplinkos temperatūra ir mikroorganizmų veikla. Didinant azoto trąšų naudojimo efektyvumą, sumažinamas azoto kiekis, kuris tiesiogiai veikia dirvožemio ir vandens išteklių užterštumą. Laboratorinis eksperimentas atliktas 2020 metais VDU Žemės ūkio akademijoje Bandymų stotyje, klimatinėje kameroje. Šio darbo tikslas – įvertinti įvairių azoto trąšų formų ir aplinkos temperatūros įtaką amonio (N-NH_4^+), nitrato (N-NO_3^-) ir mineralinio ($\text{N-NH}_4^+ + \text{N-NO}_3^-$) azoto kiekio pokyčiams 0–15 cm dirvožemio sluoksnyje, imituojant 20 mm kritulių kiekį. Amoniakinio (N-NH_4) azoto kiekis 7 dieną po tręšimo buvo žymiai didesnis karbamidu patręštoje dirvoje, palyginti su amonio salietra ir nitratinium azotu amonio salietra tręštoje dirvoje. Aplinkos temperatūra labiau paveikė karbamido transformaciją dirvožemyje. Mineralinis (N_{min}) azoto kiekis 0–15 cm dirvožemio sluoksnyje tiesiogiai priklauso nuo trąšų formų ir dirvožemio temperatūros.

Reikšminiai žodžiai: mineralinis azotas, nitratinis azotas, amoniakinis azotas, azoto trąšos, amonio nitratas, karbamidas.

Įvadas

Azotas yra vienas iš svarbiausių mineralinės mitybos elementų, skatinantis augalų augimą ir produktyvumą. Šis mineralinės mitybos elementas veikia ne tik patį augalą, bet ir dirvožemyje esančius mikroorganizmus bei dirvožemio mikroflorą (Šiuliauskas, 2015). Efektyviausiai augalai pasisavina per šaknis amoniakinės (N-NH_4) ir nitratinės (N-NO_3) formų azotą (Beeckman et al., 2018). Amidinio (N-NH_2), amoniakinio (N-NH_4) bei nitratinio (N-NO_3) azoto kiekio pokyčiams tiesioginės įtakos turi dirvožemio drėgmė, aplinkos temperatūra bei mikroorganizmų aktyvumas (Pan et al., 2016).

Paulyje didėjantis maisto poreikis yra susijęs su ženkliai azoto trąšų didinimu, keliančiu grėsmę aplinkai ir gyviesiems organizmams (Giordano et al., 2021). Skirtingos cheminės sudėties azoto trąšos gali turėti skirtingą poveikį azoto nuostoliams ir aplinkos taršai (Tripolskaja, Verbylienė, 2014). Pasirinkus netinkamą azoto formą augalams tręšti konkrečiu vystymosi tarpsniu, galimi dideli azoto nuostoliai dėl išplovimo esant nitratinio azoto formai ar išgaravimo esant amoniako, azoto oksidų ar laisvojo azoto formoms. Dėl to teršiama atmosfera ir vanduo, keičiasi klimatas ir nyksta biologinė įvairovė (Ladha et al., 2016). Pagerinus azoto trąšų naudojimo efektyvumą, sumažinama neigiama azoto įtaka dirvožemiui ir vandens ištekliams (Treder et al., 2016).

Tyrimo tikslas: įvertinti skirtingų formų azoto trąšų ir aplinkos temperatūros įtaką azoto junginių pokyčiams dirvožemyje, imituojant 20 mm kritulių kiekį.

Uždaviniai

1. Įvertinti skirtingų formų azoto trąšų ir aplinkos temperatūros įtaką amoniakinio (N-NH_4^+), nitratinio (N-NO_3^-) ir mineralinio ($\text{N-NH}_4^+ + \text{N-NO}_3^-$) azoto kiekio pokyčiams 0–15 cm dirvožemio sluoksnyje.

Tyrimų metodai ir sąlygos

Tyrimai vykdyti 2020 metais Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Bandymų stotyje. Laboratoriniam eksperimentui atlikti buvo naudojama kontroliuojamo klimato kamera RUMED 1301. Tirtas išplautžemio (*Luvisol*) viršutinis (0–30 cm) dirvožemio sluoksnis. Dirvožemis buvo homogenizuotas, sudrėkintas iki 32 % drėgmės ir supiltas į cilindro formos vegetacinius indus, kurių aukštis 30 cm, skersmuo – 10,5 cm. Skirtingų formų azoto trąšos buvo išbertos ant kiekviename

vegetaciniame inde esančio dirvožemio paviršiaus. Azoto norma – 90 kg ha⁻¹ v. m. Eksperimentas atliktas keturiais pakartojimais.

Eksperimento variantai :

veiksny A – skirtingos trąšų formos: 1. Kontrolė (trąšos nenaudotos); 2. Amonio salietra (NH₄NO₃); 3. Karbamidas (CO(NH₂)₂).

Veiksny B – aplinkos temperatūra: 1. 5 °C; 2. 10 °C; 3. 15 °C; 4. 20 °C.

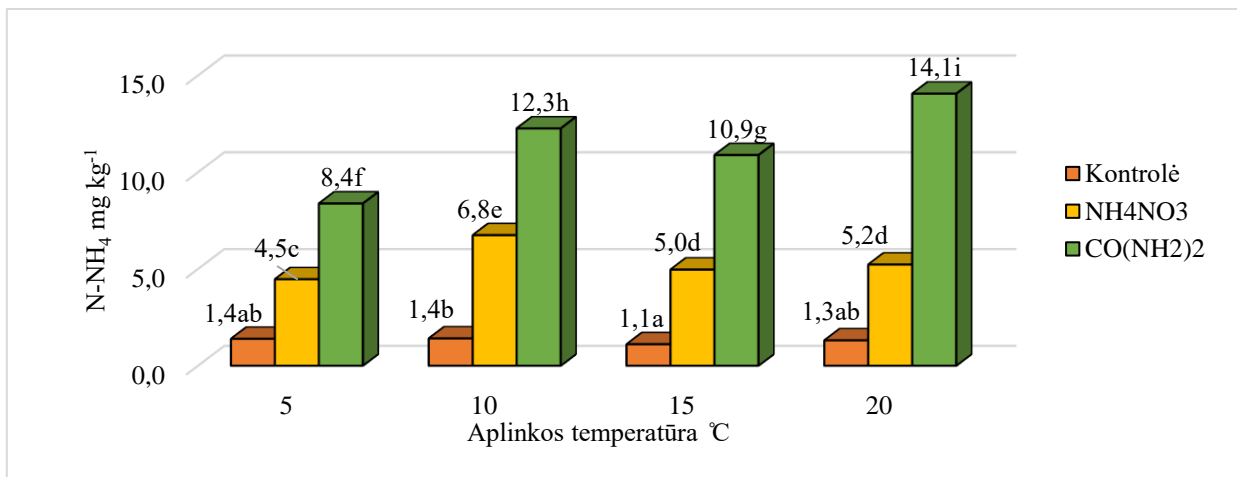
Vegetaciniai indai su trąšomis, išbertomis ant dirvožemio paviršiaus, buvo laikomi 7 dienas esant skirtingoms temperatūroms ir 70 proc. santykinei oro drėgmei. Pirmą ir trečią dieną po trąšų išbėrimo lygiomis dalimis buvo išlaistytas imituojamas 20 mm kiekis (t. y. 20 l m²). Praėjus 7 dienoms nuo eksperimento pradžios iš 0–15 cm dirvožemio sluoksnio paimti dirvožemio ėminiai amoniakinio (N-NH₄), nitratinio (N-NO₃) ir mineralinio (N_{min}) azoto kiekiams nustatyti.

Nitratinio (N-NO₃) ir amoniakinio (N-NH₄) azoto kiekiai dirvožemyje nustatyti pagal LVD D-05:2016 - 7 leidimą. Mineralinio azoto (N_{min}) kiekis pateiktas kaip nitratinio ir amoniakinio azoto suma (LVD D-05:2017 - 9 leidimas).

Amoniakinio (N-NH₄), nitratinio (N-NO₃) ir mineralinio azoto (N_{min}) azoto tyrimų duomenys įvertinti naudojant dviejų veiksnų dispersinės analizės metodą pagal programą DISVEG iš programų paketo SELEKCIJA (Tarakanovas, Raudonius, 2003). Skirtumų tarp variantų vidurkių esmingumas įvertintas mažiausia esminio skirtumo riba (R_{0,05}).

Tyrimų rezultatai ir jų analizė

Remiantis laboratorinio eksperimento duomenimis, 0–15 cm dirvožemio sluoksnyje, imitavus 20 mm kritulių kiekį, ženkliai didesni amoniakinio (N-NH₄) azoto kiekiai buvo nustatyti karbamidu tręštame dirvožemyje, palyginus su amonio salietra (1 pav.). Tai, tikėtina, lėmė karbamide esanti amidinė (N-NH₂) azoto forma, kurios tik dalis per 7 eksperimento dienas transformavosi į amoniakinį (N-NH₄) azotą ir maža dalis – į nitratinį (N-NO₃). Mokslinėje literatūroje taip pat nurodoma, kad amoniakinio (N-NH₄) azoto transformacija į nitratinį gali trukti nuo savaitės (aplinkos temperatūra 23 °C) iki 12 savaičių (aplinkos temperatūra 3 °C) (Faber, 2016). Abiem atvejais, didėjant aplinkos temperatūrai, didėjo amoniakinio (N-NH₄) azoto kiekis dirvožemyje, o esant 15 °C temperatūrai jo kiekiai esmingai sumažėjo, tikėtina, dėl intensyvesnio nitrifikacijos proceso, kuriopasekmė – esmingai padidėjęs nitratinio azoto kiekis šiame dirvožemyje. Priežastis, kodėl galėjo suintensyvėti šis procesas, nėra aiški, todėl tikslinga eksperimentą pakartoti ir papildomai atlikti dirvožemio biologinio aktyvumo tyrimus.

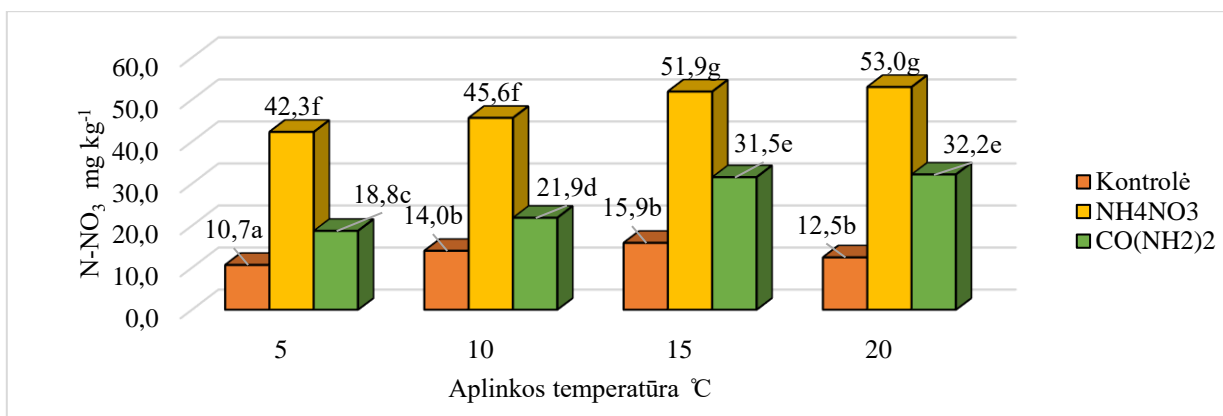


Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų stulpeliuose ne ta pačia raide (a, b, c, d), yra esminiai skirtumai (P ≤ 0,05).

Notes: The differences between the means of treatments marked in the columns with a different letter (a, b, c, ...) are significant (P ≤ 0.05).

1 pav. Azoto trąšų formų įtaka nitratinio (N-NH₄) azoto pokyčiams 0–15 cm dirvožemio sluoksnyje imituojant 20 mm kritulių kiekį
Fig.1. The influence of nitrogen fertilizer form and ambient temperature on the changes of N-NH₄ nitrogen in the 0–15 cm soil layer with a simulated precipitation amount of 20 mm.

Šio tyrimo rezultatai parodė, kad nitratinio (N-NO₃) azoto kiekiai 0–15 cm dirvožemio sluoksnyje esant 5–20 °C temperatūroms, buvo 1,6–2,3 karto mažesni tręšiant karbamidu nei amonio salietra. Didėjant aplinkos temperatūrai, didėjo nitratinio (N-NO₃) azoto kiekiai dirvožemyje tręšiant ir amonio salietra, ir karbamidu.

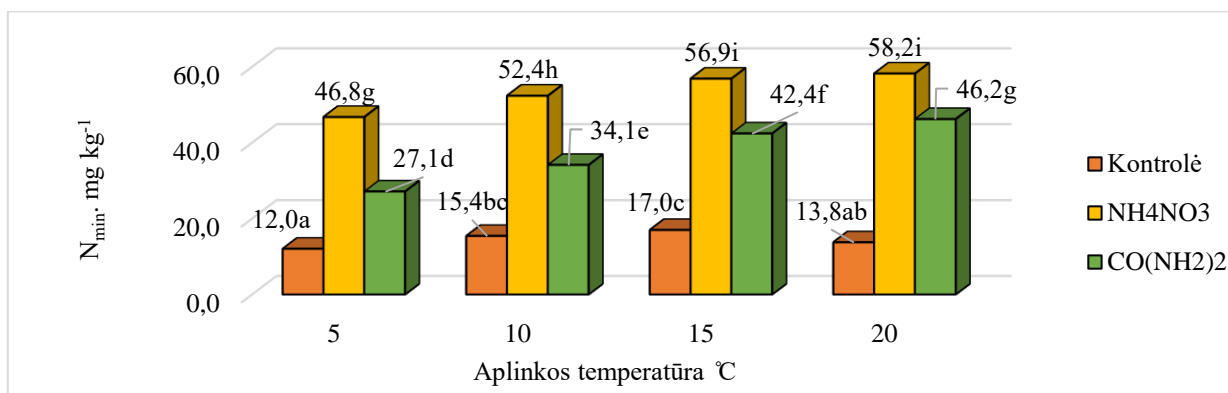


Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b, c, d), yra esminiai skirtumai ($P \leq 0,05$).

Notes: The differences between the means of treatments marked with a different letter (a, b, c, ...) are significant ($P \leq 0.05$).

2 pav. Azoto trąšų formų įtaka nitratinio (N-NO₃) azoto pokyčiams 0–15 cm dirvožemio sluoksnyje imituojant 20 mm kritulių kiekį
Fig.2. The influence of nitrogen fertilizer form and ambient temperature on the changes of N-NO₃ nitrogen in the 0–15 cm soil layer with a simulated precipitation amount of 20 mm.

Mineralinio (N_{min.}) azoto kiekiai 0–15 dirvožemio sluoksnyje tiesiogiai priklausė nuo trąšų formų, jų cheminės sudėties ir aplinkos temperatūros. Amonio salietra tręštuose dirvožemiuose 7 d. po tręšimo mineralinio (N_{min.}) azoto buvo 1,3–1,7 karto daugiau nei tręšiant karbamidu (3 pav.). Mažiausi šio junginio kiekių skirtumai dėl skirtingų trąšų formų nustatyti esant 15 ir 20 °C temperatūroms. Mažiausi mineralinio (N_{min.}) azoto kiekiai dirvožemyje buvo esant 5 °C temperatūrai. Kandeler su bendraautoriais (1994) ir kt. tyrėjai tai sieja su transformacijos ir organinės medžiagos mineralizacijos procesuose dalyvaujančių bakterijų aktyvumu esant skirtingai temperatūrai (Tripolskaja et al., 2014; Liu et al., 2019).



Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b, c, d), yra esminiai skirtumai ($P \leq 0,05$).

Notes: The differences between the means of treatments marked with a different letter (a, b, c, ...) are significant ($P \leq 0.05$).

3 pav. Azoto trąšų formų įtaka mineralinio (N_{min.}) azoto pokyčiams 0–15 cm dirvožemio sluoksnyje imituojant 20 mm kritulių kiekį
Fig.3. The influence of nitrogen fertilizer form and ambient temperature on the changes of N_{min} nitrogen in the 0–15 cm soil layer with a simulated precipitation amount of 20 mm.

Išvados

1. Amoniakinio (N-NH₄) azoto kiekiai 7 dieną po tręšimo buvo ženkliai didesni karbamidu tręstame dirvožemyje, palyginus su amonio salietra, o nitratinio azoto – amonio salietra tręstame dirvožemyje.
2. Aplinkos temperatūra didesnę įtaką turėjo karbamido transformacijai dirvožemyje.
3. Mineralinio (N_{min.}) azoto kiekiai 0–15 cm dirvožemio sluoksnyje tiesiogiai priklausė nuo trąšų formų ir dirvožemio temperatūros.

Literatūra

1. Beeckman, F., Motte, H., Beeckman, T. 2018. Nitrification in agricultural soils: Impact, actors and mitigation. *Current Opinion in Biotechnology*, No. 50, p. 166–173. [žiūrėta 2022 m. sausio 17 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2018.01.014>

2. Faber, B. 2016. Nitrogen changes in the soil, and it changes fast. University of California, Science-Based Solutions for Ventura County's Communities, Farms and Environment. [interaktyvus], [žiūrėta 2022 m. sausio 17 d.]. Prieiga per internetą: <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=21818>
3. Giordano, M.; Petropoulos, S.A.; Roupheal, Y. 2021 The Fate of Nitrogen from Soil to Plants: Influence of Agricultural Practices in Modern Agriculture. *Agriculture*, vol. 11, p. 944. <https://doi.org/10.3390/agriculture11100944>
4. Kandeler, E.; Eder, G.; Sobotik M. 1994. Microbial biomass, N mineralization, and the activities of various enzymes in relation to nitrate leaching and root distribution in a slurry-amended grassland. *Biol Fertil Soils*. Vol. 18, p.7–12.
5. Ladha, J.K.; Tirol-Padre, A.; Reddy, C. K.; Cassman, K. G.; Verma, S.; Powlson, D. S.; Van Kessel, C.; Richter, D. De B.; Chakraborty, D.; Pathak, H. 2016. Global nitrogen budgets in cereals: A 50-year assessment for maize, rice and wheat production systems. *Journal Scientific Report*, Vol. 6, No. 19355. <https://doi.org/10.1038/srep19355>
6. Liu, Z. W.; Yang, X. Y.; Hu, F. J.; Xu, C. Y.; Zhang J.; Lin, Y. Q. 2018. Adsorption properties of rare earth soils on Ammonium Nitrogen. In *Proceeding of the 4th International Conference on Water Resource and Environment*, Vol. 191, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/191/1/012096>
7. Pan, B.; Lam, S.K.; Mosier, A.; Luo, Y.; Chen, D. 2016. Ammonia volatilization from synthetic fertilizers and its mitigation strategies: a global synthesis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 232, p.283–289.
8. Tarakanovas, P., Raudonius, S. 2003. Biologinių bandymų duomenų transformavimas taikant kompiuterinę programą “ANOVA”. *Žemdirbystė*, t. 77, p. 170–180.
9. Treder, W.; Klamkowski, K.; Kowalczyk, W.; Sas, D.; Wójcik, K. 2016. Possibilities of using image analysis to estimate the nitrogen nutrition status of apple trees. *Zemdirbyste-Agriculture*, Vol. 103, No. 3, p. 319–326.
10. Tripolskaja, L.; Verbylienė, I. 2014. The effect of different forms of nitrogen fertilizers on nitrogen leaching. *Zemdirbyste-Agriculture*, Vol. 101, No. 3, p. 243–248 <https://doi.org/10.13080/z-a.2014.101.03>
11. Šiuliauskas, A. 2015. *Praktinė augalininkystė: javai ir rapsai*. Vilnius, p. 632.

CHANGES OF MINERAL NITROGEN IN SOIL UNDER CONTROLLED CLIMATE CONDITIONS

Summary

Nitrogen is one of the most important elements in the mineral nutrition, promoting plant growth and productivity. This element of mineral nutrition strongly affects not only the plant, but also the microorganisms in the soil and the soil microflora. Changes in the content of amide (NH_2), ammonia (NH_4^+) and nitrate (NO_3^-) nitrogen are directly influenced by soil moisture, ambient temperature and the activity of microorganisms. Improving the efficiency of nitrogen fertilizer use reduces the amount of nitrogen that directly affects the contamination of soil and water resources. Vegetative research conducted in 2020 Vytautas Magnus University Agricultural Academy at the experimental station, climatic chamber. The aim of this study was to evaluate different forms of nitrogen fertilizers and environments temperature impact on ammonium (N-NH_4^+), nitrate (N-NO_3^-) and mineral ($\text{N-NH}_4^+ + \text{N-NO}_3^-$) nitrogen content changes in soil 0-15 cm by simulating 20 mm of precipitation.

Ammonia (N-NH_4) nitrogen content on day 7 after fertilization was significantly higher in urea fertilized soil compared to ammonium nitrate and nitrate nitrogen in ammonium nitrate fertilized soil. Ambient temperature has more affected the transformation of urea in the soil. Mineral (N_{min}) Nitrogen content in the 0–15 cm soil layer depends directly on the fertilizer forms and soil temperature.

Keywords: mineral nitrogen, nitrate nitrogen, ammoniacal nitrogen, nitrogen fertilizers, ammonium nitrate, urea.