

¹ Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa, ul. Poczтова 54, 22-100 Chełm, Polska

² Katedra Łąkarstwa i Kształtowania Krajobrazu, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin, Polska

³ Krajowa Stacja Chemiczno-Rolnicza, ul. Żółkiewskiego 17, 05-075 Warszawa, Polska
e-mail: wlipinski@schr.gov.pl

⁴ Instytut Nowych Syntez Chemicznych, al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 13A, 24-110 Puławy,
Polska

WOJCIECH LIPIŃSKI^{1,3}, HALINA LIPIŃSKA² , RAFAŁ KORNAS³,
ANNA WATROS⁴

Wybrane parametry agrochemiczne gleb użytków zielonych w Polsce

Selected agrochemical parameters of grassland soils in Poland

Streszczenie. W 1026 obiektach położonych na glebach organicznych (187) i mineralnych (839) dokonano oceny niektórych parametrów agrochemicznych gleby, w tym pH, zawartości przyswajalnych form P, K i Mg oraz N_{\min} (N-NH₄ i N-NO₃). W wodach pobranych na głębokości 90 cm pod powierzchnią gruntu określono ilość fosforu oraz azotu azotanowego. Uzyskane wyniki badań pozwoliły na stwierdzenie, że sposób użytkowania miał związek z wybranymi właściwościami fizykochemicznymi i chemicznymi gleby oraz ze składem chemicznym wód pobranych z głębokości 90 cm pod powierzchnią gruntu. Zaobserwowano również pewne prawidłowości w kształtowaniu parametrów fizykochemicznych i chemicznych gleby przez zwierzęta gospodarskie, wyrażone wskaźnikiem obsady w $DJP \cdot ha^{-1}$, w tym wpływu na pH oraz zawartość fosforu przyswajalnego. Stwierdzane ilości składników biogennych w wodach nie przekraczały $1,6 \text{ mg P} \cdot \text{dm}^{-3}$ w obiektach z glebami organicznymi użytkowanymi pastwiskowo i $8,7 \text{ mg N-NO}_3$ w glebach mineralnych o użytkowaniu kośno-pastwiskowym.

Słowa kluczowe: użytki zielone, pH, makroelementy, DJP

WSTĘP

W Polsce, według danych statystycznych GUS, notuje się systematycznie ubytek powierzchni użytków rolnych, w tym użytków zielonych. Dane te wskazują, że w ostatnich latach areał UZ zmniejszył się prawie o 1 mln ha. Aktualnie zajmują one 3176 tys. ha, co

stanowi 21,9% powierzchni UR, z czego 85% to łąki (2698 tys. ha), a 15% pastwiska (478 tys. ha). Dla przykładu, w krajach Unii Europejskiej UZ zajmują 39,5% w strukturze UR, co stanowi blisko dwukrotnie większy obszar w porównaniu z ich areałem w Polsce. W ujęciu regionalnym zróżnicowanie powierzchni UZ kształtuje się od poniżej 100 tys. ha w województwach opolskim, śląskim, kujawsko-pomorskim i lubuskim do ponad 540 tys. ha w mazowieckim, podlaskim i warmińsko-mazurskim [GUS 2019].

Użytki zielone stanowią cenne źródło paszy dla zwierząt gospodarskich, a z racji bogatej flory i fauny są również ciekawym elementem krajobrazu. Nie bez znaczenia pozostaje także ich rola w ochronie gleb i wód przed wpływami antropogenicznymi i czynnikami naturalnymi [Burczyk i in. 2018].

Badania agrochemiczne prowadzone w Polsce pozwalają na łatwą ocenę gleb gruntów ornych, w większości mineralnych, pod kątem stanu zakwaszenia oraz zasobności w składniki pokarmowe roślin. W przypadku gruntów pod użytkami zielonymi wycena nie jest już tak łatwa, z uwagi na odmienne podejście w odniesieniu do gleb mineralnych oraz organicznych [IUNG 1990].

Nie bez znaczenia pozostaje sposób ich użytkowania, a także możliwość wprowadzania składników mineralnych do gleby w okresie wypasu przeżuwaczy. Mając powyższe na uwadze, podjęto badania, których celem była ocena aktualnego stanu agrochemicznego gleb użytków zielonych w Polsce.

MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęto 1026 obiektów – rozmieszczonych we wszystkich województwach kraju – położonych na glebach organicznych (187) i mineralnych (839), co stanowiło odpowiednio 18 i 82% ocenianej liczby obiektów. W ich obrębie uwzględnione zostały różne sposoby użytkowania: kośny, pastwiskowy i kośno-pastwiskowy. Informacje o sposobie użytkowania, a także o obsadzie zwierząt pozyskiwano w formie ankiet przeprowadzanych w gospodarstwach rolnych. Uzyskane wyniki pochodziły z lat 2014–2018. W celu wydzielenia gleb organicznych i mineralnych identyfikowano w nich ilość materii organicznej. Wykonano badania podstawowych właściwości agrochemicznych materiału glebowego: pH, zawartości przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu oraz azotu mineralnego ($N-NH_4$ i $N-NO_3$). Uzyskane wyniki powiązano z danymi o obsadzie zwierząt gospodarskich ($DJP \cdot ha^{-1}$). Zawartość materii organicznej w glebach organicznych określono na podstawie strat podczas żarzenia, natomiast w glebach mineralnych – metodą Tiurina, a kategorię agronomiczną ustalono na podstawie pomiaru wielkości uziarnienia metodą dyfrakcji laserowej (według procedur analitycznych obowiązujących w akredytowanych laboratoriach stacji chemiczno-rolniczych). Pozostałe parametry – pH, P, K, Mg, $N-NH_4$, $N-NO_3$ i ich sumę – N_{min} – wyznaczono zgodnie z polskimi normami [PN-ISO 10390:1997P, PN-R-04020:1994/ Az1:2004P, PN-R-04022:1996/ Az1:2002P, PN-R-04023:1996P, PN-R-04024:1997P, PN-R-04028:1997P]. Ilość N_{min} określano każdego roku wiosną oraz jesienią (przed zastosowaniem nawozów i po zakończeniu użytkowania). Zawartość azotanów i fosforu w wodach pobranych z pól poddanych analizom agrochemicznym oznaczono również według polskich norm [PN-EN ISO 13395:2001, PN-EN ISO 6878:2006].

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej metodą jedno- i wieloczynnikowej analizy wariancji z powtarzanymi pomiarami, z zastosowaniem wielokrotnych przedziałów ufności Tukeya (przyjęto poziom istotności $\alpha = 0,05$). Jednakowy wskaźnik literowy przy średnich (co najmniej jeden) oznacza brak istotnej statystycznie różnicy pomiędzy nimi. Analizy statystyczne wykonano w programie Dell Statistica w wersji 13.1.

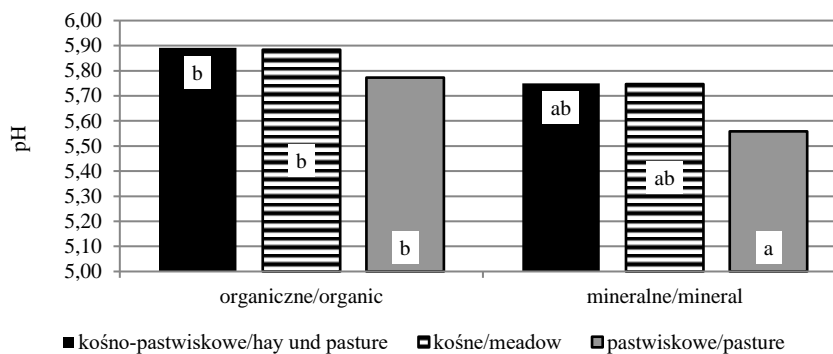
WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Odczyn gleb objętych badaniami przyjmował najczęściej wartości typowe dla klasy gleb lekko kwaśnych, niezależnie od udziału materii organicznej (gleby mineralne i organiczne) – rys. 1. Najwyższe wartości pH stwierdzano w użytkowaniu kośno-pastwiskowym, zaś najniższe – w pastwiskowym. Różnice w wartościach pH użytków kośno-pastwiskowych i kośnych były znikome. Niemniej jednak, niezależnie od sposobu użytkowania, gleby mineralne charakteryzowały się niższym pH w porównaniu z glebami organicznymi. Odczyn gleb użytków zielonych podlega takim samym mechanizmom zakwaszania jak gleb gruntów ornych. Według Kozłowskiego i Golińskiego [2004] w plonie 8 t siana pobranie wapnia kształtuje się na poziomie ok. 45 kg z ha. Znacznie większe ubytki notuje się jednak w wyniku wymywania tego składnika, sięgające 200 kg Ca · ha⁻¹ [Opitz von Boberfeld 1994]. Według Golińskiego [2002] szczególnie wyraźne niedostatki wapnia występują w glebach wykształconych z torfów wysokich. Jednak to również sposób gospodarowania na użytkach zielonych wywiera wpływ na zmiany zakwaszenia, zwłaszcza przy intensywnym nawożeniu azotem [Kennedy 1992]. Według Sapek [1997] w latach 90. XX w. ok. 50% powierzchni użytków zielonych w Polsce charakteryzowało się odczynem bardzo kwaśnym i kwaśnym (pH poniżej 5,5), potwierdził to także Goliński [2006]. Przez wiele lat wskaźnik ten kształtował się zgodnie z ogólnymi tendencjami panującymi w zakwaszeniu gleb użytków rolnych [Lipiński 2019]. Według Pietrzaka [2012] udział gleb w klasach zakwaszenia jest wyraźnie zróżnicowany w obrębie utworów mineralnych i organicznych, z korzyścią dla tych pierwszych. Zdaniem tego autora, zważywszy na relatywnie niskie wymagania roślin łąkowych względem odczynu gleby (brak potrzeby wapnowania gleb organicznych o pH > 4,5 i mineralnych o pH > 5,5), warunki optymalne pod względem zakwaszenia panują na 29% gleb mineralnych i 49% gleb organicznych.

Zawartości fosforu, potasu i magnezu w glebie mineralnej różniły się znacznie w zależności od sposobu użytkowania (rys. 2). Najwięcej fosforu stwierdzano w utworach użytkowanych kośnie, najmniej w użytkowanych kośno-pastwiskowo. W ocenianej grupie przeważały gleby o zasobności średniej i wysokiej. Z kolei zawartości przyswajalnego potasu kształtowały się na podobnym poziomie w każdym z ocenianych sposobów użytkowania. Nieco odmienne zawartości stwierdzono w przypadku magnezu. Zawartość tego składnika była istotnie najniższa w glebach pastwisk, natomiast najwyższa na użytkowanych kośno-pastwiskowo. Różnice te potwierdzono statystycznie. Ilość tych składników mieściła się najczęściej w przedziałach zasobności średniej, wysokiej i bardzo wysokiej (zwłaszcza w przypadku Mg).

W glebach organicznych najwyższe zawartości fosforu stwierdzano w glebach użytkowanych jako łąki (kośne). Istotnie najniższe zawartości tego składnika notowano w glebach pastwiskowych. Zawartość potasu w glebach spod użytków kośno-pastwiskowych i pastwiskowych była podobna, natomiast najmniejsza spod łąk (rys. 3). Gleby użytkowane zmiennie – kośno-pastwiskowo – charakteryzowały się najwyższą zawartością także magnezu. Istotnie niższe zawartości odnotowano w glebach zarówno pod łąkami, jak i pod pastwiskami. Większość badanych obiektów (z wyjątkiem gleb spod pastwisk) cechowała się bardzo wysoką zasobnością w fosfor. Z kolei ilość przyswajalnego potasu kształtowała się na poziomie bardzo niskiej, zaś magnezu średniej lub wysokiej zasobności. Obok nieodpowiedniego odczynu gleby największe ryzyko w produkcji roślinnej nieść może niska zasobność gleb w przyswajalny potas [Lipiński 2019]. Wprawdzie udział w UR gleb o bardzo niskiej i niskiej zasobności w potas zmniejszył się z blisko 60 do 38%, lecz obecnie jest to główny składnik pokarmowy roślin występujący na tak niskim poziomie na tak rozległym areale. Zasobność gleb UZ w P, K i Mg wykazana przez Pietrzaka [2012] kształtowała się mniej korzystnie niż stwierdzona przez Lipińskiego [2019] na użytkach rolnych. Według Pietrzaka [2012] 59% gleb mineralnych i 50% gleb organicznych wykazywało bardzo niską i niską zasobność w przyswajalny fosfor. Natomiast stwierdzone ilości potasu pozwoliły na zakwalifikowanie 73% gleb mineralnych i 98% gleb organicznych do klasy zasobności bardzo niskiej i niskiej. Wyniki te blisko dwukrotnie przewyższały wykazane przez Lipińskiego [2019] wartości dla gleb użytków rolnych w Polsce. Spośród analizowanych parametrów chemicznych najwyższej oceniona została zasobność gleb użytków zielonych w magnez. Tylko 30% gleb organicznych i 40% gleb mineralnych zawierało najniższe ilości tego składnika. Wyniki te były najbardziej zbliżone do wykazywanych przez Lipińskiego [2019] na użytkach rolnych w Polsce (średnio 28% gleb o zasobności bardzo niskiej i niskiej).

Zawartość mineralnych form azotu uwarunkowana była udziałem materii organicznej, okresem pomiaru oraz sposobem użytkowania (rys. 4, 5). Zarówno w glebach mineralnych, jak i organicznych największe ilości N-NH₄ i N-NO₃ stwierdzano w użytkowaniu kośno-pastwiskowym, zaś najmniejsze w pastwiskowym. W większości przypadków różnice te potwierdzono statystycznie. Wyjątek stanowiły zawartości N-NO₃ stwierdzone wiosną w glebach mineralnych oraz N-NH₄ w obu terminach pomiaru, również na glebach mineralnych. W glebach mineralnych wiosną ilość azotu azotanowego była podobna do ilości N w formie amonowej, jesienią natomiast zwiększała się ilość N-NO₃, z wyjątkiem pastwisk (większa zawartość N-NH₄). W glebach organicznych zawartości mineralnych form N były najmniejsze w użytkowaniu pastwiskowym, większe w użytkowaniu kośnym, a największe w kośno-pastwiskowym. W tych glebach, niezależnie od sposobu użytkowania, zawartość azotu azotanowego była większa jesienią niż wiosną, a amonowego tylko w użytkowaniu kośno-pastwiskowym. Na UR dokonuje się oceny zawartości tzw. azotu mineralnego, co wynika głównie z obowiązującego prawa, jak i wytycznych dla praktyki rolniczej [Rozporządzenie... 2018, Jadczyzsyn i Lipiński 2016, 2017]. W glebach organicznych w Polsce zawartość azotu mineralnego oceniana jest przeciętnie na około 100 kg · ha⁻¹. W glebach mineralnych ilości tego składnika zależne są od kategorii agronomicznej gleby – najmniej N_{min} występuje w glebach bardzo lekkich, najwięcej w średnich i ciężkich [Jadczyzsyn i in. 2008, Jadczyzsyn i Lipiński 2016].

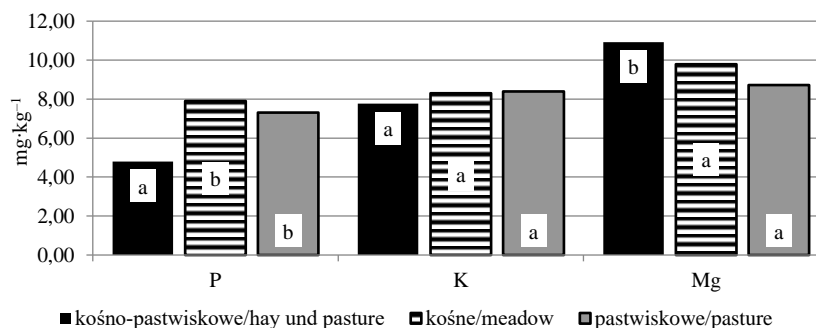


a, b – grupy jednorodne dla przyjętych gleb i sposobu użytkowania, jednakowe oznaczenia literowe – brak istotnych różnic

a, b – homogeneous groups for the adopted soils and use type, identical letter markings – no significant differences

Rys. 1. Odczyn gleb mineralnych i organicznych spod użytków zielonych w zależności od sposobu ich użytkowania

Fig. 1. pH of mineral and organic soils from beneath grasslands depending on their use

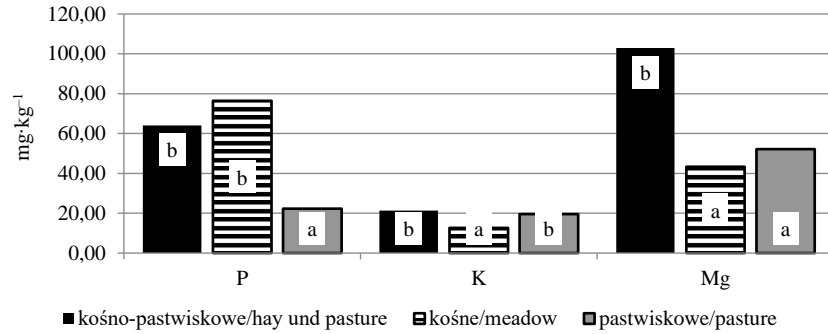


a, b – grupy jednorodne w obrębie danego składnika (dla przyjętego sposobu użytkowania), jednakowe oznaczenia literowe – brak istotnych różnic

a, b – homogeneous groups within a given component for the adopted use type, identical letter markings – no significant differences

Rys. 2. Zawartość przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu w glebach mineralnych spod użytków zielonych w zależności od sposobu ich użytkowania

Fig. 2. Assimilable phosphorus, potassium and magnesium content in mineral soils from beneath grasslands depending on their use

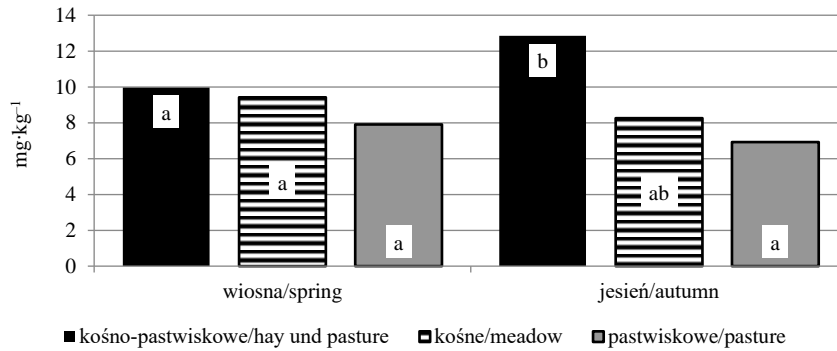


a, b – grupy jednorodne w obrębie danego składnika (dla przyjętego sposobu użytkowania), jednakowe oznaczenia literowe – brak istotnych różnic

a, b – homogeneous groups within a given component for the adopted use type, identical letter markings – no significant differences

Rys. 3. Zawartość przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu w glebach organicznych spod użytków zielonych w zależności od sposobu ich użytkowania

Fig. 3. Assimilable phosphorus, potassium and magnesium content in organic soils from beneath grasslands depending on their use

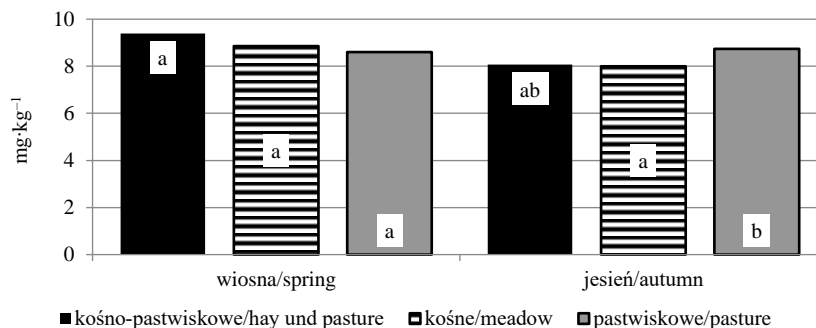


a, b – grupy jednorodne dla przyjętego terminu pomiaru i sposobu użytkowania, jednakowe oznaczenia literowe – brak istotnych różnic

a, b – homogeneous groups for the adopted measurement date and use type, identical letter markings – no significant differences

Rys. 4. Zawartość N-NO₃ w glebach mineralnych spod użytków zielonych w zależności od sposobu ich użytkowania

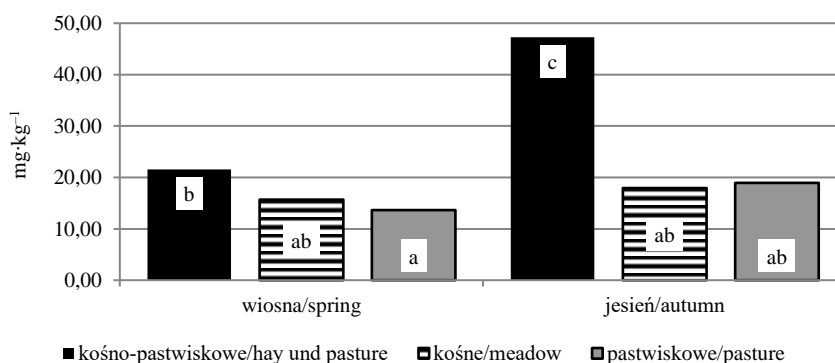
Fig. 4. The content of N-NO₃ in mineral soils from beneath grasslands depending on their use



a, b – grupy jednorodne dla przyjętego terminu pomiaru i sposobu użytkowania, jednakowe oznaczenia literowe – brak istotnych różnic
 a, b – homogeneous groups for the adopted measurement date and use type, identical letter markings – no significant differences

Rys. 5. Zawartość N-NH₄ w glebach mineralnych spod użytków zielonych w zależności od sposobu ich użytkowania

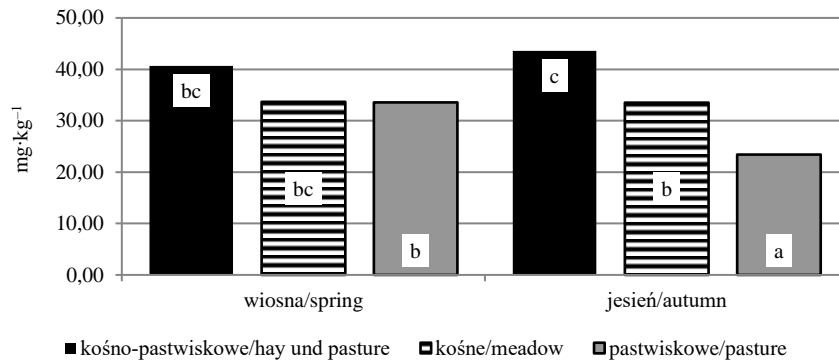
Fig. 5. The content of N-NH₄ in mineral soils from beneath grasslands depending on their use



a, b, c – grupy jednorodne dla przyjętego terminu pomiaru i sposobu użytkowania, jednakowe oznaczenia literowe – brak istotnych różnic
 a, b, c – homogeneous groups for the adopted measurement date and use type, identical letter markings – no significant differences

Rys. 6. Zawartość N-NO₃ w glebach organicznych spod użytków zielonych w zależności od sposobu ich użytkowania

Fig. 6. The content of N-NO₃ in organic soils from beneath grasslands depending on their use



a, b, c – grupy jednorodne dla przyjętego terminu pomiaru i sposobu użytkowania, jednakowe oznaczenia literowe – brak istotnych różnic

a, b, c – homogeneous groups for the adopted measurement date and use type, identical letter markings – no significant differences

Rys. 7. Zawartość N-NH₄ w glebach organicznych spod użytków zielonych w zależności od sposobu ich użytkowania

Fig. 7. The content of N-NH₄ in organic soils from beneath grasslands depending on their use

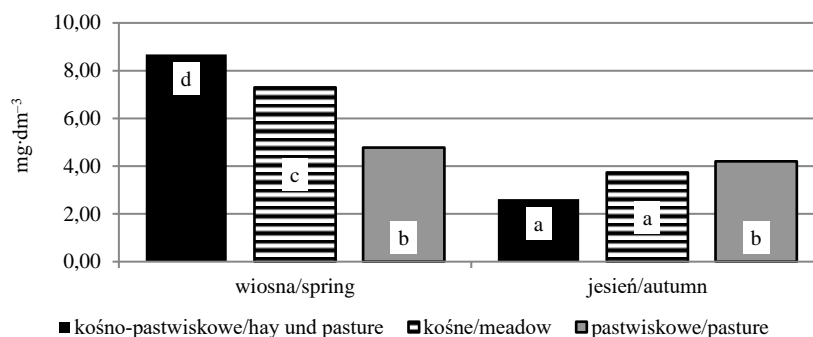


a, b, c – grupy jednorodne dla przyjętego terminu pomiaru i sposobu użytkowania, jednakowe oznaczenia literowe – brak istotnych różnic

a, b, c – homogeneous groups for the adopted measurement date and use type, identical letter markings – no significant differences

Rys. 8. Zawartość N-NO₃ w wodach podziemnych spod użytków zielonych w zależności od sposobu ich użytkowania – gleby organiczne

Fig. 8. N-NO₃ content in groundwater from beneath grasslands depending on their use – organic soils

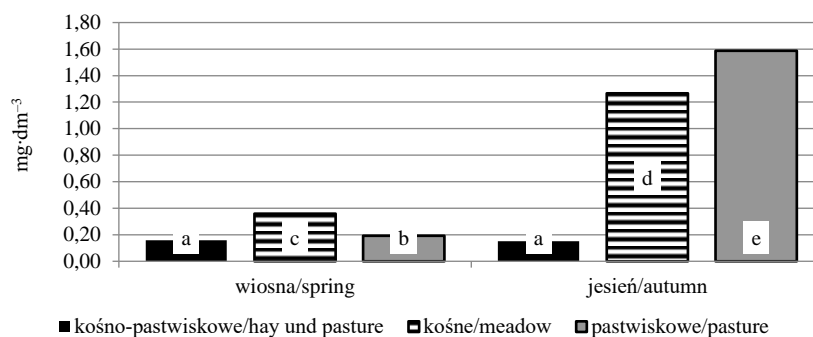


a, b, c, d – grupy jednorodne dla przyjętego terminu pomiaru i sposobu użytkowania, jednakowe oznaczenia literowe – brak istotnych różnic

a, b, c, d – homogeneous groups for the adopted measurement date and use type, identical letter markings – no significant differences

Rys. 9. Zawartość N-NO₃ w wodach podziemnych spod użytków zielonych w zależności od sposobu ich użytkowania – gleby mineralne

Fig. 9. N-NO₃ content in groundwater from beneath grasslands depending on their use – mineral soils

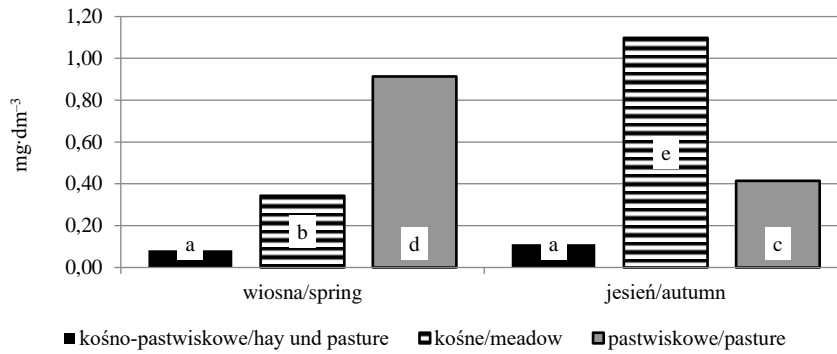


a, b, c, d, e – grupy jednorodne dla przyjętego terminu pomiaru i sposobu użytkowania, jednakowe oznaczenia literowe – brak istotnych różnic

a, b, c, d, e – homogeneous groups for the adopted measurement date and use type, identical letter markings – no significant differences

Rys. 10. Zawartość P w wodach podziemnych spod użytków zielonych w zależności od sposobu ich użytkowania – gleby organiczne

Fig. 10. The content of P in groundwater from beneath grasslands depending on their use – organic soils

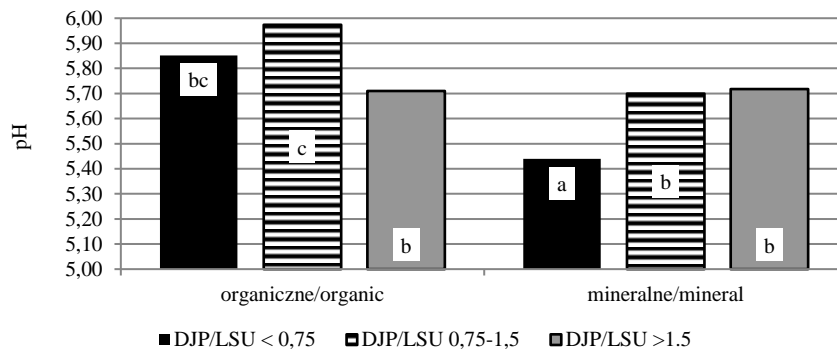


a, b, c, d, e – grupy jednorodne dla przyjętego terminu pomiaru i sposobu użytkowania, jednakowe oznaczenia literowe – brak istotnych różnic

a, b, c, d, e – homogeneous groups for the adopted measurement date and use type, identical letter markings – no significant differences

Rys.11. Zawartość P w wodach podziemnych spod użytków zielonych w zależności od sposobu ich użytkowania – gleby mineralne

Fig. 11. The content of P in groundwater from beneath grasslands depending on their use – mineral soils

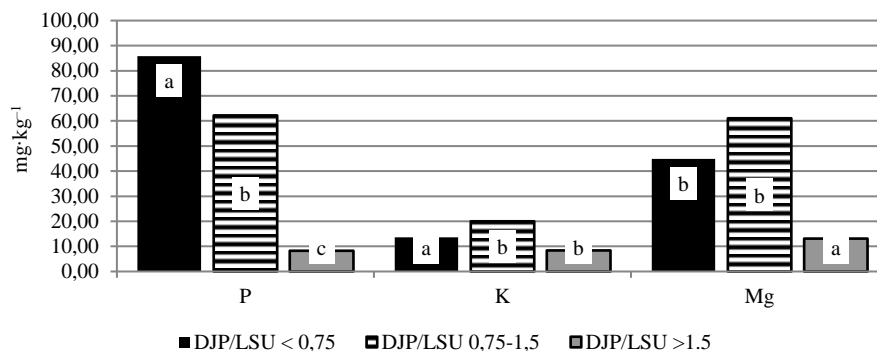


a, b, c – grupy jednorodne dla przyjętych gleb i obsady zwierząt, jednakowe oznaczenia literowe – brak istotnych różnic

a, b, c – homogeneous groups for the adopted soil and livestock density, identical letter markings – no significant differences

Rys. 12. Odczyn gleby mineralnej i organicznej spod użytków zielonych w zależności od obsady zwierząt ($DJP \cdot ha^{-1}$)

Fig. 12. pH of mineral and organic soils from beneath grasslands depending on livestock density ($LSU \cdot ha^{-1}$)

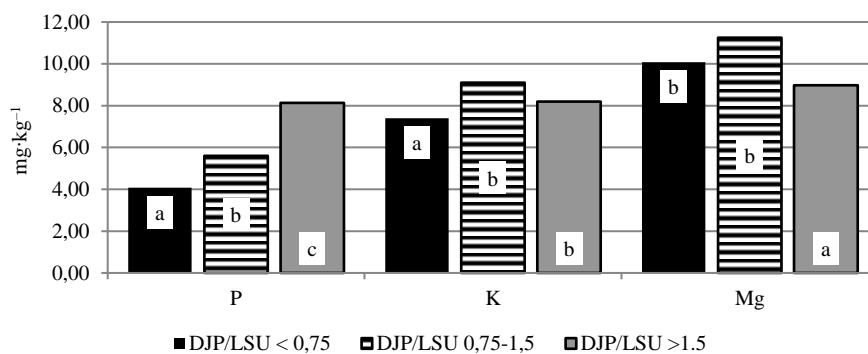


a, b, c – grupy jednorodne w obrębie danego składnika (dla przyjętej obsady zwierząt), jednakowe oznaczenia literowe – brak istotnych różnic

a, b, c – homogeneous groups within a given component (for the adopted livestock density), identical letter markings – no significant differences

Rys. 13. Zawartość przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu w glebach organicznych spod użytków zielonych w zależności od obsady zwierząt ($\text{DJP} \cdot \text{ha}^{-1}$)

Fig. 13. Assimilable phosphorus, potassium and magnesium content in organic soils from beneath grasslands depending on livestock density ($\text{LSU} \cdot \text{ha}^{-1}$)

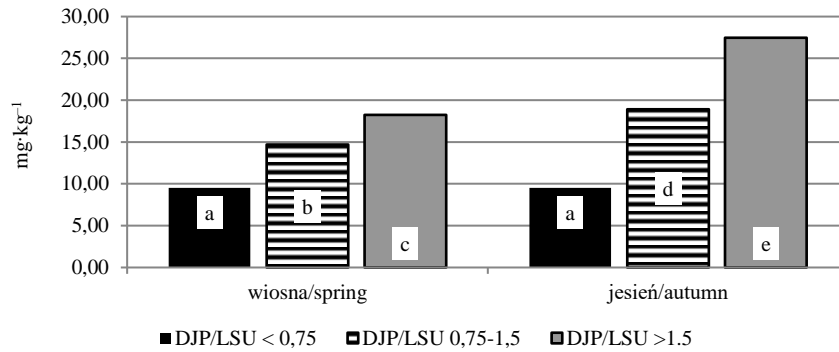


a, b, c – grupy jednorodne w obrębie danego składnika (dla przyjętej obsady zwierząt), jednakowe oznaczenia literowe – brak istotnych różnic

a, b, c – homogeneous groups within a given component (for the adopted livestock density), identical letter markings – no significant differences

Rys. 14. Zawartość przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu w glebach mineralnych spod użytków zielonych w zależności od obsady zwierząt ($\text{DJP} \cdot \text{ha}^{-1}$) – gleby mineralne

Fig. 14. Assimilable phosphorus, potassium and magnesium content in mineral soils from beneath grasslands depending on livestock density ($\text{LSU} \cdot \text{ha}^{-1}$)

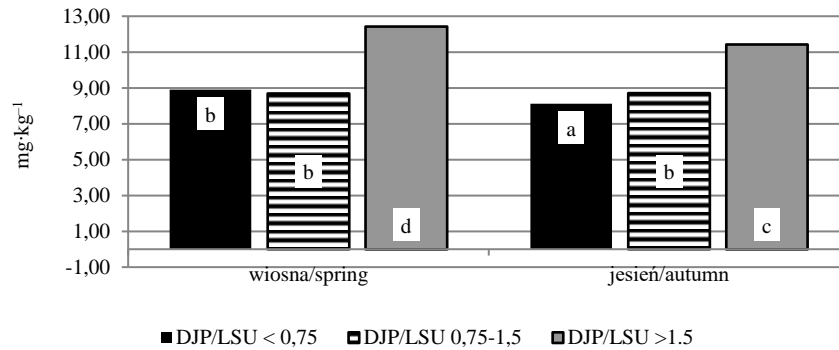


a, b, c, d, e – grupy jednorodne dla przyjętego terminu pomiaru i obsady zwierząt, jednakowe oznaczenia literowe – brak istotnych różnic

a, b, c, d, e – homogeneous groups for the adopted measurement date and livestock density, identical letter markings – no significant differences

Rys. 15. Zawartość N-NO₃ w glebach organicznych spod użytków zielonych w zależności od obsady zwierząt (DJP · ha⁻¹)

Fig. 15. The content of N-NO₃ in organic soils from beneath grasslands depending on livestock density (LSU · ha⁻¹)

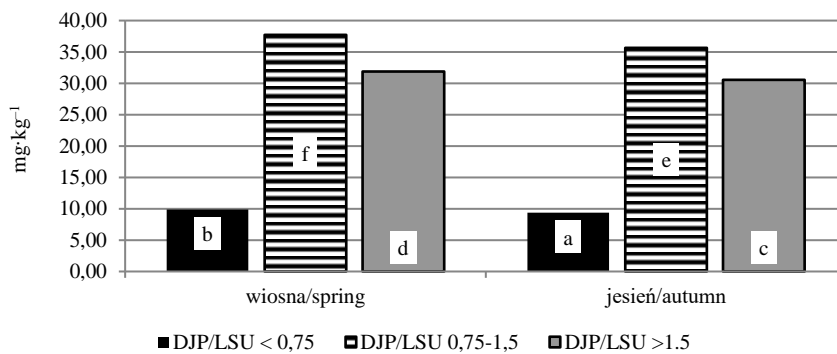


a, b, c, d – grupy jednorodne dla przyjętego terminu pomiaru i obsady zwierząt, jednakowe oznaczenia literowe – brak istotnych różnic

a, b, c, d – homogeneous groups for the adopted measurement date and livestock density, identical letter markings – no significant differences

Rys. 16. Zawartość N-NO₃ w glebach mineralnych spod użytków zielonych w zależności od obsady zwierząt (DJP · ha⁻¹)

Fig. 16. The content of N-NO₃ in mineral soils from beneath grasslands depending on livestock density (LSU · ha⁻¹)

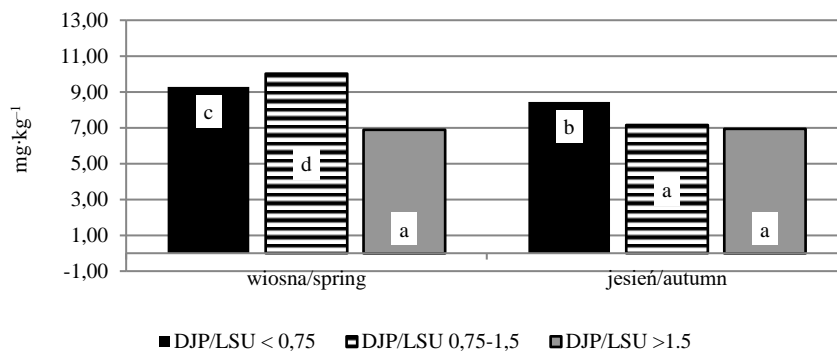


a, b, c, d, e, f – grupy jednorodne dla przyjętego terminu pomiaru i obsady zwierząt, jednakowe oznaczenia literowe – brak istotnych różnic

a, b, c, d, e, f – homogeneous groups for the adopted measurement date and livestock density, identical letter markings – no significant differences

Rys. 17. Zawartość N-NH₄ w glebach organicznych spod użytków zielonych w zależności od obsady zwierząt (DJP · ha⁻¹)

Fig. 17. The content of N-NH₄ in organic soils from beneath grasslands depending on livestock density (LSU · ha⁻¹)

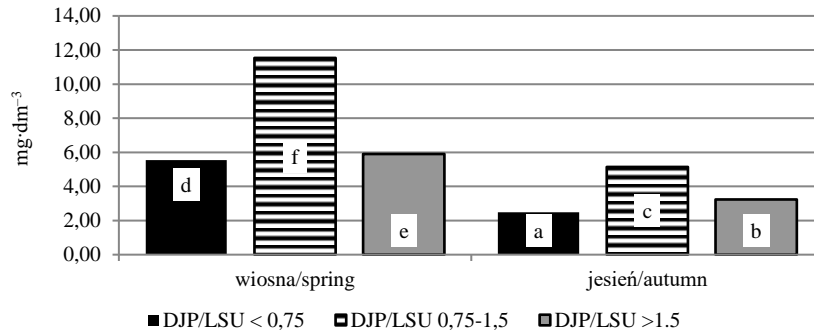


a, b, c, d – grupy jednorodne dla przyjętego terminu pomiaru i obsady zwierząt, jednakowe oznaczenia literowe – brak istotnych różnic

a, b, c, d – homogeneous groups for the adopted measurement date and livestock density, identical letter markings – no significant differences

Rys. 18. Zawartość N-NH₄ w glebach mineralnych spod użytków zielonych w zależności od obsady zwierząt (DJP · ha⁻¹)

Fig. 18. The content of N-NH₄ in mineral soils from beneath grasslands depending on livestock density (LSU · ha⁻¹)

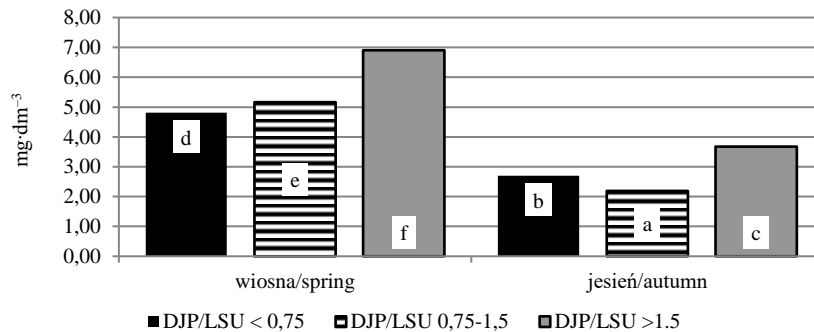


a, b, c, d, e, f – grupy jednorodne dla przyjętego terminu pomiaru i obsady zwierząt, jednakowe oznaczenia literowe – brak istotnych różnic

a, b, c, d, e, f – homogeneous groups for the adopted measurement date and livestock density, identical letter markings – no significant differences

Rys. 19. Zawartość N-NO₃ w wodach podziemnych spod użytków zielonych w zależności od obsady zwierząt (DJP · ha⁻¹) – gleby mineralne

Fig. 19. The content of N-NO₃ in groundwater from beneath grasslands depending on livestock density (LSU · ha⁻¹) – mineral soils

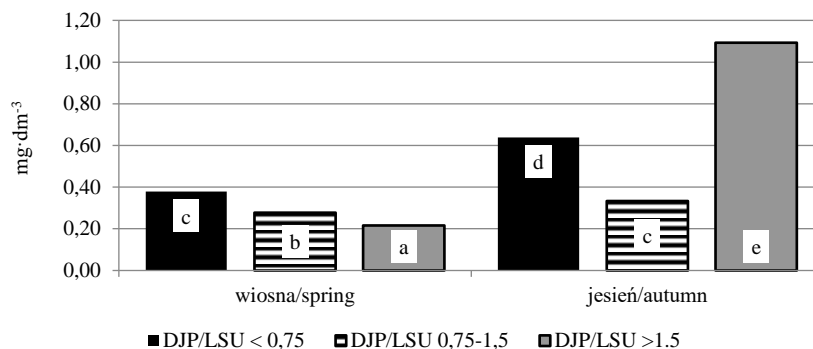


a, b, c, d, e, f – grupy jednorodne dla przyjętego terminu pomiaru i obsady zwierząt, jednakowe oznaczenia literowe – brak istotnych różnic

a, b, c, d, e, f – homogeneous groups for the adopted measurement date and livestock density, identical letter markings – no significant differences

Rys. 20. Zawartość N-NO₃ w wodach podziemnych spod użytków zielonych w zależności od obsady zwierząt (DJP · ha⁻¹) – gleby organiczne

Fig. 20. The content of N-NO₃ in groundwater from beneath grasslands depending on livestock density (LSU · ha⁻¹) – organic soils

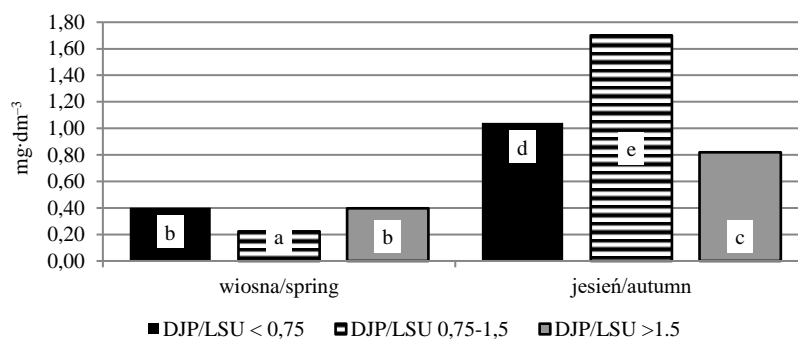


a, b, c, d, e – grupy jednorodne dla przyjętego terminu pomiaru i obsady zwierząt, jednakowe oznaczenia literowe – brak istotnych różnic

a, b, c, d, e – homogeneous groups for the adopted measurement date and livestock density, identical letter markings – no significant differences

Rys. 21. Zawartość P w wodach podziemnych w zależności od obsady zwierząt ($DJP \cdot ha^{-1}$) – gleby mineralne

Fig. 21. The content of P in groundwater from beneath grasslands depending on livestock density ($LSU \cdot ha^{-1}$) – mineral soils



a, b, c, d, e – grupy jednorodne dla przyjętego terminu pomiaru i obsady zwierząt, jednakowe oznaczenia literowe – brak istotnych różnic

a, b, c, d, e – homogeneous groups for the adopted measurement date and livestock density, identical letter markings – no significant differences

Rys. 22. Zawartość P w wodach podziemnych w zależności od obsady zwierząt ($DJP \cdot ha^{-1}$) – gleby organiczne

Fig. 22. The content of P in groundwater from beneath grasslands depending on livestock density ($LSU \cdot ha^{-1}$) – organic soils

Z uwagi na ruchliwość mineralnych form azotu w glebie znaczące jego ilości migrują w głąb gleby [Lipiński 2019]. Skutkiem tego obserwuje się straty tego składnika z produkcji roślinnej, a w konsekwencji jego przemieszczanie do wód podziemnych [Igras i Lipiński 2005, Rutkowska i Jadczyzsyn 2018]. Straty azotu z użytków zielonych są jednak znacznie niższe niż z gruntów orných, z reguły największe są na łąkach w porównaniu z pastwiskami czy użytkami kośno-pastwiskowymi [Watros i in. 2019].

Stężenie azotanów w wodach pobranych spod ocenianych UZ było, niezależnie od udziału materii organicznej w glebie, największe wiosną (rys. 8, 9). Najwyższą koncentrację azotanów w wodach pochodzących z gleb organicznych stwierdzano wiosną w użytkowaniu pastwiskowym, jednak istotne różnice wystąpiły tylko w odniesieniu do użytkowania kośno-pastwiskowego. Również jesienią, przy tym sposobie użytkowania, odnotowano istotnie najniższe zawartości azotanów, natomiast najwyższe w użytkowaniu kośnym. Z kolei w glebach mineralnych najczęściej N-NO₃ wykrywano wiosną w wodach pochodzących spod gleb użytkowanych w sposób kośno-pastwiskowy. Jesienią stężenie tej formy N było w nich najmniejsze, a przeważała ona istotnie w wodach pobranych na pastwiskach. Zupełnie odmienne tendencje stwierdzano w występowaniu P w wodzie na badanych UZ (rys. 10, 11). Większe jego stężenia notowano jesienią, zarówno w glebach organicznych, jak i mineralnych, z wyjątkiem pastwisk na glebach mineralnych, gdzie wykrywano istotnie najwięcej P wiosną. Uwagę zwraca istotnie najniższa zawartość tego składnika w wodach spod obiektów użytkowanych kośno-pastwiskowo (niezależnie od gleby i terminu pomiaru). W warunkach polskiego rolnictwa zawartość azotu azotanowego oscyluje wokół 4 mg N-NO₃ · dm⁻³, ale w niektórych regionach przekracza 8 mg N-NO₃ · dm⁻³ wiosną. Jesienią koncentracja ta jest znacznie niższa i nie przekracza przeciętnie 2 mg N-NO₃ · dm⁻³ (dochodząc do 4 N-NO₃ · dm⁻³). Odwrotnie kształtuje się występowanie fosforu w wodach podziemnych – wiosną są to najczęściej śladowe ilości, zaś jesienią zawartość tego pierwiastka wynosi przeciętnie ok. 0,1 mg N-NO₃ · dm⁻³ [Igras i Lipiński 2005, Rutkowska i Jadczyzsyn 2018].

Oprócz analizy wpływu sposobu użytkowania UZ w toku badań podjęto próbę ustalenia związku obsady zwierząt gospodarskich z niektórymi agrochemicznymi parametrami gleby oraz zawartością azotanów i fosforu w wodach podziemnych (rys. 12–18). Mniejsza liczebność zwierząt wyrażona w DJP · ha⁻¹ (nieprzekraczająca 0,75) wykazywała silniejszy wpływ na badane parametry fizykochemiczne i chemiczne gleby w porównaniu z obsadą powyżej 1,5 DJP · ha⁻¹. Na obiektach, gdzie odnotowano najniższą obsadę zwierząt, stwierdzano wyższe pH gleb organicznych (rys. 12). Zawartość fosforu przyswajalnego w tych glebach była największa przy obsadzie poniżej 0,75 DJP · ha⁻¹ i zmniejszała się istotnie wraz ze zwiększeniem liczby zwierząt na jednostkę powierzchni (rys. 13). Również zawartość potasu wykazywała związek z obsadą zwierząt w przedziale 0,75–1,5 DJP · ha⁻¹. Natomiast zarówno P, K, jak i Mg występowały w istotnie najmniejszych ilościach w glebie gospodarstw o obsadzie najwyższej, tj. powyżej 1,5 DJP · ha⁻¹. Odwrotnie kształtowały się zawartości przyswajalnego fosforu w glebach mineralnych – najwięcej tego pierwiastka stwierdzano w glebie gospodarstw z obsadą powyżej 1,5 DJP · ha⁻¹ (rys. 14). W przypadku pozostałych ocenianych makroelementów wykazano tendencję analogiczną do tej w glebach organicznych. Większa obsada zwierząt w gospodarstwie jednoznacznie sprzyjała występowaniu w glebie N-NO₃, zarówno wiosną, jak i jesienią. W glebach organicznych większą zawartość notowano w okresie jesiennym (rys. 15), w przeciwieństwie do gleb

mineralnych (rys. 16). Natomiast prawie we wszystkich przypadkach ilość azotu amonowego była większa zarówno wiosną, jak i jesienią w gospodarstwach z obsadą w przedziale $0,75\text{--}1,5 \text{ DJP} \cdot \text{ha}^{-1}$ (rys. 17, 18). Wyjątek stanowiły zawartości stwierdzone jesienią na glebach mineralnych, gdzie najwyższe ilości N-NH_4 stwierdzono w gospodarstwach o najmniejszej obsadzie.

Koncentracja składników biogenych w wodzie pobranej na głębokości 90 cm pod powierzchnią terenu była zróżnicowana w zależności od obsady zwierząt gospodarskich, zarówno wiosną, jak i jesienią. Istotnie wyższe zawartości tych składników (niezależnie od obsady), zarówno na glebach mineralnych, jak organicznych, notowano wiosną (rys. 19, 20). W terminie tym w wodach spod gleb mineralnych istotnie najwyższe zawartości N-NO_3 stwierdzano przy obsadzie $0,75\text{--}1,5$, natomiast spod gleb organicznych – przy obsadzie najwyższej $> 1,5 \text{ DJP}$. Stwierdzona koncentracja P w wodzie (niezależnie od gleby) była istotnie niższa wiosną niż jesienią (rys. 21, 22). W terminie jesiennym na glebach organicznych zawartość P była zdecydowanie większa w obiektach o obsadzie do $1,5 \text{ DJP} \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast na glebach mineralnych – przy najwyższej obsadzie zwierząt gospodarskich (powyżej $1,5 \text{ DJP} \cdot \text{ha}^{-1}$). Na przemieszczanie się pierwiastków biogenych do wód wpływają różne czynniki, w tym właściwości fizyczne, fizykochemiczne i chemiczne gleby, opady czy nawożenie. Szczególnie ważne z punktu widzenia środowiskowego jest stosowanie nawozów naturalnych, obwarowane licznymi ograniczeniami [Rozporządzenie... 2018]. Zawartość azotu w glebie może wykazywać zależności nie tylko od dawek nawozów naturalnych, ale także od obsady zwierząt gospodarskich [Lipiński i in. 2010]. Wskaźnik ten charakteryzuje się na poziomie gospodarstwa pewną stabilnością, co przy nieregularnym stosowaniu nawozów naturalnych może być wykorzystane do prognozowania strat biogenów.

WNIOSKI

1. Najwyższe pH stwierdzano w glebach użytków zielonych użytkowanych kośno-pastwiskowo, w porównaniu z użytkowanymi kośnie i pastwiskowo.
2. Gleby organiczne charakteryzowały się dużym zróżnicowaniem zawartości potasu i magnezu, natomiast wartości te w utworach mineralnych występowały w wąskim zakresie.
3. Największą zawartością fosforu przyswajalnego charakteryzowały się gleby organiczne i mineralne, na których prowadzono użytkowane kośnie.
4. Dominującą formą azotu w glebach mineralnych był azot azotanowy, a w glebach organicznych azot amonowy, przy czym zawartość N_{min} była dosyć wyrównana w glebach mineralnych, zaś w organicznych zróżnicowana – wyższa w okresie jesiennym niż wiosną i najwyższa w użytkowaniu kośno-pastwiskowym w porównaniu z pozostałymi sposobami użytkowania.
5. Zaobserwowano zależność pomiędzy wielkością produkcji zwierzęcej, wyrażoną wskaźnikiem obsady DJP na ha, i niektórymi właściwościami agrochemicznymi gleby, w tym głównie z jej odczynem oraz zawartością fosforu przyswajalnego.
6. Największe stwierdzane ilości składników biogenych w wodach pobranych spod UZ dochodziły do $1,6 \text{ mg P} \cdot \text{dm}^{-3}$ w obiektach z glebami organicznymi użytkowanymi pastwiskowo i $8,7 \text{ mg N-NO}_3$ w glebach mineralnych o użytkowaniu kośno-pastwiskowym.

PIŚMIENNICTWO

- Burczyk P., Gamrat R., Gałczyńska M., Saran E., 2018. Rola trwałych użytków zielonych w zapewnieniu stanu równowagi ekologicznej środowiska przyrodniczego. *Woda Śr. Obszar. Wiej.* 18, 3(63), 21–37.
- Goliński P., 2006. Produkcyjne i ekologiczne uwarunkowania wapnowania gleb pod użytkami zielonymi. *Nawozy Nawoż.* 27(2), 86–103.
- Goliński P., 2002. Moorgriinland in Polen – ökologische und ökonomische Betrachtung. *Mirt. AGGF* 46, 37–44.
- GUS, 2019. Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2018. Warszawa.
- Igras J., Lipiński W., 2005. Ocena wybranych elementów stanu żyzności gleby i jakości płytkich wód gruntowych na tle intensywności produkcji roślinnej w ujęciu regionalnym. *Pam. Puł.* 142, 147–161.
- IUNG, 1990. Zalecenia nawozowe. Cz. 1. Liczby graniczne do wyceny zawartości w glebach makro- i mikroelementów. Wyd. 2, IUNG Puławy, ss. 26.
- Jadczyzsyn T., Kowalczyk J., Lipiński W., 2008. Zalecenia nawozowe dla roślin uprawy polowej i trwałych użytków zielonych. IUNG Puławy, Instrukcja upowszechnieniowa, 151, 1–24.
- Jadczyzsyn T., Lipiński W., 2016. Optymalizacja nawożenia azotem przy pomocy testu N_{min} . *Stud. Rap. IUNG-PIB* (48(2), 9–17.
- Jadczyzsyn T., Lipiński W., 2017. Praktyczne wykorzystanie testu N_{min} w doradztwie nawozowym. Materiały szkoleniowe nr 107. IUNG-PIB, Puławy, ss. 17.
- Kennedy, I.R., 1992. *Acid Soil and Acid Rain*. John Wiley & Sons. ICC, Research Studies Press, New York.
- Kozłowski, S., Goliński P., 2004. Nawożenie użytków zielonych. W: M. Rogalski (red.), *Łąkarstwo*. Wyd. Kurpisz, Poznań, 161–190.
- Lipiński W., 2019. Agrochemiczne właściwości gleb użytkowanych rolniczo. *Inż. Ekol.* 20(1), 1–12. <https://doi.org/10.12912/23920629/106202>
- Lipiński W., Lipińska H., Kornas R., 2010. Próba oszacowania strat azotu mineralnego z gleb użytkowanych rolniczo na obszarze Podlasia. *Zesz. Nauk. Wyż. Szk. Agrobiz. Łomży* 46, 137–142.
- Opitz von Boberfeld, W., 1994. *Griinlandlehre. Biologische und ökologische Grundlagen*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Pietrzak S., 2012. Odczyn i zasobność gleb łąkowych w Polsce. *Woda Śr. Obszar. Wiej.* 12, 1(37), 105–117.
- PN-EN ISO 13395:2001. Jakość wody. Oznaczanie azotu azotynowego i azotanowego oraz ich sumy metodą analizy przepływowej (CFA i FIA) z detekcją spektrometryczną.
- PN-EN ISO 6878:2006. Jakość wody. Oznaczanie fosforu. Metoda spektrometryczna z molibdenianem amonu.
- PN-ISO 10390:1997P. Jakość gleby. Oznaczanie pH.
- PN-R-04020:1994/ Az1:2004P. Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Oznaczanie zawartości przyswajalnego magnezu.
- PN-R-04022:1996/ Az1:2002P. Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Oznaczanie zawartości przyswajalnego potasu w glebach mineralnych.
- PN-R-04023:1996P. Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Oznaczanie zawartości przyswajalnego fosforu w glebach mineralnych.
- PN-R-04024:1997P. Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Oznaczanie zawartości przyswajalnego fosforu, potasu, magnezu i manganu w glebach organicznych.
- PN-R-04028:1997P. Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Metody pobierania próbek i oznaczania zawartości jonów azotanowych i amonowych w glebach mineralnych.

- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 5 czerwca 2018 r. w sprawie przyjęcia „Programu działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu” (Dz.U. 2018 poz. 1339).
- Rutkowska A., Jadczyzyn T., 2018. Racjonalna gospodarka nawozowa a środowisko przyrodnicze. Materiały konferencyjne. Innowacje w produkcji roślinnej a racjonalne wykorzystanie zasobów naturalnych w świetle programu wieloletniego IUNG-PIB na lata 2016–2020. IUNG-PIB, Puławy 22.01.2018, 73–88.
- Sapek, B., 1997. Stosowanie nawozów wapniowych na użytki zielone w świetle zrównoważonego rolnictwa. Mat. Sem. IMUZ 38, 245–256.
- Watroś A., Tkaczyk P., Lipińska H., Lipiński W., Krzyszczak J., Baranowski P., Brodowska M.S., 2019. Mineral nitrogen content in soils depending on land use and agronomic category. Appl. Ecol. Environ. Res. 17(3). 5663–5675. https://doi.org/10.15666/aeer/1703_56635675

Źródło finansowania badań: Działalność statutowa KSchR. Publikacja dofinansowana w ramach zadania finansowanego ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę, nr umowy 766/P-DUN/2019.

Summary. At 1026 sites located on organic soils (187) and mineral soils (839), certain agrochemical parameters were determined, including pH, content of available P, K and Mg as well as N_{\min} (N-NH₄ and N-NO₃) forms. The amount of phosphorus and nitrate-nitrogen was determined in water collected at 90 cm below the surface of the ground. Based on the obtained results, the type of use was linked to certain physicochemical and chemical properties of the soil and the chemical composition of water collected from the depth of 90 cm. Certain patterns were also observed in how livestock, as expressed by $LSU \cdot ha^{-1}$, influenced the physicochemical and chemical parameters of the soil, including the pH and available phosphorus content. The determined amounts of biogenic components in water did not exceed $1.6 \text{ mg P} \cdot \text{dm}^{-3}$ in organic soils at sites used as pastures and 8.7 mg N-NO_3 in mineral soils at sites used for cutting and pasturing.

Key words: grasslands, pH, macronutrients, LSU

Otrzymano/ Received: 4.09.2019
Zaakceptowano/ Accepted: 27.04.2020